Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa
Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia

CAPTACIÓN DE EMERGENCIA EN EL AZUD DEL LÍMITE DE MAREAS DEL RÍO OKA EN AJANGIZ - LARRIALDIKO UR-HARTUNEA OKA IBAIKO MAREA-MUGAREN PRESAN AJANGIZEN

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES 1
1.1.- Objeto del pliego 1
1.2.- Descripción de las obras 2
1.3.- Orden de prelación de documentos 4
1.4.- Identificación del promotor 4
1.5.- Relaciones con terceros 5
1.6.- Repercusiones sobre la red viaria 5
1.7.- Servicios afectados 5
1.8.- Limpieza final de la obra 6
1.9.- Oficina de Obra para la Dirección de Obra 6
1.10.- Carteles y anuncios 7
2.- INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES 7
2.1.- Materiales de obra civil 7
2.1.1.-HORMIGONES 7
2.1.2.-BARRAS CORRUGADAS PARA HORMIGÓN ARMADO 7
2.1.3.-TUBERÍAS DE PEAD DE PARED COMPACTA 8
3.- EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS 9
3.1.- Obras de hormigón realizadas in situ 9
3.2.- Cata localización de servicios 9
3.2.1.-DEFINICIÓN Y ALCANCE 9
3.2.2.-EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 9
3.2.3.-MEDICIÓN Y ABONO 9
3.3.- Bombas sumergibles y plataforma flotante 10
3.3.1.-INTRODUCCIÓN 10
3.3.2.-BOMBAS 10

3.3.3.-PLATAFORMA FLOTANTE 11
3.4.- Accesorios electrosoldables PEAD 12
3.4.1.-MATERIALES 12
3.4.2.-COLOCACIÓN 12
3.4.3.-MEDICIÓN Y ABONO 13
3.5.- Servicios afectados 13
3.5.1.-CONSIDERACIONES GENERALES 13
3.5.2.-NORMAS DE EJECUCIÓN 14
3.6.- Carga, transporte y canon de vertido de productos procedentes de excavación 15
3.6.1.-DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN. 15
3.6.2.-EJECUCIÓN. 15
3.6.3.-MEDICIÓN Y ABONO 16
3.7.- Gestión de residuos 16
3.7.1.-GENERALIDADES 16
3.7.2.-EJECUCIÓN 21
3.8.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA Y BAJA TENSIÓN Y CONTROL Y TELEMANDO 32
3.8.1.-GENERALIDADES 32
3.8.2.-INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ALTA TENSIÓN 32
3.8.3.-INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN 33
3.8.4.-CONTROL Y TELEMANDO 35
4.- OTRAS DISPOSICIONES 39
4.1.- Legislación 39
4.2.- Orden de ejecución de las obras 40
4.3.- Personal técnico del contratista 40
4.4.- Instrucción técnica eléctrica 40
4.5.- Vigilancia de las obras 40
4.6.- Control de materiales y servicios comprados 41
4.7.- Responsabilidad y seguros 41
4.8.- Protección medioambiental 41

4.9.- Seguridad y salud 42

APÉNDICES

APÉNDICE 1. “PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES”.

APÉNDICE 2. “CONDICIONADO TÉCNICO PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DE CONTROL”.

Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa
Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia

CAPTACIÓN DE EMERGENCIA EN EL AZUD DEL LÍMITE DE MAREAS DEL RÍO OKA EN AJANGIZ - LARRIALDIKO UR-HARTUNEA OKA IBAIKO MAREA-MUGAREN PRESAN AJANGIZEN

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

1.- INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES

1.1.- Objeto del pliego

El objeto del presente Pliego es definir aquellas Prescripciones Técnicas Particulares que regirán en la ejecución de las obras del proyecto de "**CAPTACIÓN DE EMERGENCIA EN EL AZUD DEL LÍMITE DE MAREAS DEL RÍO OKA EN AJANGIZ - LARRIALDIKO UR-HARTUNEA OKA IBAIKO MAREA-MUGAREN PRESAN AJANGIZEN**" promovido por Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia (CABB).

En todo aquello que no sea explícitamente modificado por el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, será de aplicación el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales del Proyecto, en lo sucesivo P.P.T.G.

En caso de contradicción en los Documentos de este Proyecto, prevalecerá lo expresado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y subordinado a éste, lo expresado en los Planos, quedando siempre a juicio del Director de Obra la correcta interpretación de estos Documentos.

1.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

La localización para la nueva captación se encuentra en el río Oka, en el azud existente entre el dominio público hidráulico (dph) y el marítimo terrestre (dpmt), entre los municipios de Gernika-Lumo y Ajangiz. Con la instalación de un bombeo provisional en dicho punto, se pretende reforzar de manera temporal en situaciones de emergencia el sistema Gernika (ETAP de Burgoa) y, de forma complementaria, el sistema de Busturia (Buspemun) y Alboniga (Bermeo).

Fotografía 1. Azud en el río Oka.

ESTADO ACTUAL

En primer lugar, es necesario definir el estado actual de la red de abastecimiento primaria en la zona de la nueva captación del Oka y del sondeo de Ajangiz, ya que ciertos tramos de la red actual servirán para la conducción del agua en la nueva situación de funcionamiento.

En la margen derecha del río Oka discurre la conducción de Artzuela, la cual conduce agua bruta proveniente de las captaciones de Artzuela e incorpora las aguas de la captación de emergencia de Muxika, de sur a norte con una tubería de fundición dúctil

(FD) de 150mm de diámetro. Paralela a esta, pero en sentido opuesto, una conducción de FD y 200mm de diámetro, transporta agua tratada desde la ETAP de Burgoa hacia el depósito de Besangiz. Las dos tuberías tienen un trazado paralelo al río hasta el punto donde se proyecta la nueva captación en el río Oka. A partir de dicho punto, el trazado gira hacia el este, dirección a la ETAP de Burgoa, y cruza bajo la cárcava Artzube.

A una distancia aproximada de 150m del río Oka, discurre la conducción que proviene de las captaciones de Kanpantxu y transporta el agua bruta hasta la ETAP de Burgoa. Dicha conducción, de fibrocemento (FC) y FD y de diámetro 200mm, transcurre a pocos metros del sondeo de Ajangiz y cruza las conducciones de Artzuela y Besangiz bajo la cárcava Artzube. Tras cruzar la cárcava, la tubería llega al bombeo de Kanpantxu (tramo de FC) donde se impulsa el agua hasta la ETAP de Burgoa. Por otro lado, y en el mismo edificio de bombeo de Kanpantxu, se cuenta con un by-pass instalado y equipado con las válvulas de corte necesarias, que conecta la tubería de aspiración con la de impulsión. De este modo, es posible la conducción del agua bruta tanto por impulsión como por gravedad.

Debido al carácter urgente de las actuaciones previstas, se contempla la puesta en servicio de la captación del Oka y la conexión del sondeo de Ajangiz empleando parte de las infraestructuras existentes y realizando pequeñas adaptaciones a la actual red de abastecimiento.

A continuación, se describirán las obras necesarias para la puesta en funcionamiento de las nuevas actuaciones en situación de emergencia.

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Tal y como se ha mencionado anteriormente, para la puesta en marcha de las actuaciones proyectadas se pretende emplear tramos de la red actual de abastecimiento. Sin embargo, para ofrecer una respuesta con garantía en cualquier situación de funcionamiento, es necesaria la construcción de nuevos trazados de tubería.

La conexión de la nueva tubería proyectada desde la captación en el río Oka a la conducción actual de Artzuela (FD 150mm) no es posible debido a las excesivas pérdidas de carga. La capacidad hidráulica de dicha conducción resulta escasa para el caudal máximo de 50L/s que se pretende impulsar. Por ello, se requiere de un nuevo tramo de

tubería que permita el transporte del agua con unas pérdidas de carga razonables en situaciones de emergencia. El trazado sugerido de esta nueva tubería discurre paralelo a la conducción de Artzuela hasta el punto de cruce, bajo la cárcava Artzube, de las conducciones de Artzuela y Kanpantxu. A partir del punto mencionado, el nuevo trazado continúa paralelo a la conducción de Kanpantxu hasta la estación de bombeo de Kanpantxu, donde, por medio de una derivación, el agua se incorpora al by-pass instalado en la actualidad, para proseguir la conducción a través del tramo de tubería existente que conecta con la ETAP de Burgoa.

Por otro lado, para la incorporación del caudal extraído del sondeo de Ajangiz, es necesaria la conexión a la conducción de Artzuela, de forma que pueda derivarse esta impulsión por la misma para reemplazar el uso de la conducción de Kanpantxu que actualmente emplea. Para ello, se requiere un nuevo tramo de tubería que conecte el sondeo con la conducción de Artzuela (FD 150mm). La conexión con la conducción anterior es viable dado que el caudal a impulsar desde el sondeo es de tan solo 9L/s, por lo que la incorporación del sondeo a la red no supondría problemas de capacidad hidráulica. De este modo, el agua del sondeo de Ajangiz se incorpora a la conducción de Artzuela y se transporta hasta la ETAP de Burgoa en una única etapa sin necesidad pasarla por el bombeo de Kanpantxu.

1.3.- Orden de prelación de documentos

Lo escrito en el presente Documento, tiene prevalencia sobre cualquier otro Documento del Proyecto (Memoria, Planos, Pliego de Prescripciones Técnicas Generales y Presupuesto), así como sobre cualquier otra Normativa de aplicación por referencia. Las Prescripciones del presente Pliego, deberán cumplirse aun cuando de las mismas se deriven obras o actividades no previstas en el resto de Documentos.

1.4.- Identificación del promotor

Los derechos y las obligaciones asumidos en el Pliego Prescripciones Técnicas Generales por la figura del Promotor serán adquiridos por el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia (CABB).

1.5.- Relaciones con terceros

El Contratista extremará las precauciones en orden a prever cualquier afección a terceros, ya sean estos particulares, Servicios Municipales o de Compañías Suministradoras que no hayan sido consideradas en el Proyecto. El Contratista es responsable único global de las posibles afecciones, no restringidas a la obra en sí, sino también de las consecuencias derivadas de la misma, que puedan producirse por actuaciones o procedimientos constructivos diferentes a los considerados en el Proyecto.

Con independencia de las gestiones que el Consorcio, como tal o la Dirección de Obra estimen oportuno realizar, el Contratista se responsabilizará de la obtención de cuantos permisos y licencias sean necesarios para una correcta ejecución de las obras en el plazo previsto. A este respecto, asumirá cuantas condiciones y prescripciones le sean impuestas por cada afectado en uso de sus derechos.

1.6.- Repercusiones sobre la red viaria

Se entiende que cualquier desperfecto sufrido por la red como consecuencia del paso o circulación de maquinaria fuera de los recintos de obra previstos, será reparado por el Contratista, sin derecho a ningún tipo de abono. En particular la limpieza y mantenimiento de las calles en el entorno de los recintos de obras, se entiende incluida en los costos generales sin dar derecho a abono de manera independiente.

1.7.- Servicios afectados

Los servicios a desviar o aquellos que puedan afectar a la realización de las obras, se incluyen en el Proyecto a título orientativo, correspondiendo al Contratista la detección y conservación durante las obras de los mismos, y siendo en todo caso responsable de los desperfectos y consecuencias que sobre los mismos pudieran causarse. No será de abono ninguna paralización ni merma de rendimiento en la ejecución de los trabajos que pudiera producirse por la no detección, correcto mantenimiento o necesidad de reposición de cualquier tipo de Servicio.

De cara a minimizar las afecciones a los servicios existentes, y a la propia obra, será responsabilidad del contratista la obtención de la información actualizada y su análisis previo a la localización de los servicios en obra.

Bajo ningún supuesto podrá el Contratista efectuar reclamación alguna basada en inconvenientes, retrasos o cambios motivados por la necesidad de adecuar su ritmo de obra al de retirada y reposición de estos servicios.

1.8.- Limpieza final de la obra

Una vez finalizada la obra, y de manera previa a la emisión del acta de entrega de la obra, ha de realizarse una comprobación visual de la zona en donde se han llevado a cabo los trabajos, así como en los alrededores de la misma y verificar que no han quedado residuos en el ámbito próximo a la obra, que podrían causar un impacto negativo en el entorno.

Sin perjuicio para las obligaciones del contratista en lo referente al mantenimiento de las adecuadas condiciones de limpieza de la obra durante la ejecución, en el caso de que quedase alguna instalación, ésta deberá ser demolida, y trasladados los residuos generados durante esta operación, a gestor autorizado.

De darse el caso de presencia de residuos no recogidos durante la ejecución de la obra, se procederá a la limpieza general y recogida selectiva de los residuos por parte de la empresa constructora. Estos residuos deberán ser transportados y gestionados de manera inmediata.

La Dirección Ambiental de Obra deberá validar el cumplimiento de esta medida antes de emitirse el acta de recepción de la obra.

1.9.- Oficina de Obra para la Dirección de Obra

No se prevé la instalación de oficinas de obra para la Dirección de Obra. En caso, de ser necesaria su instalación, se deberá cumplir lo establecido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

El Contratista planteará alternativas sobre la ubicación donde realizar las reuniones de obra y el lugar donde conservar la copia autorizada del Proyecto a realizar, los documentos contractuales y el Libro de Órdenes, que serán aceptados por la DO.

1.10.- Carteles y anuncios

No se prevé la colocación de carteles informativos de la obra a realizar. En caso de que se acuerde su colocación, el Contratista cumplirá las instrucciones que tenga establecidas el Consorcio mediante el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. y en su defecto las que dé el Director de Obra.

El Contratista no podrá poner, ni en la obra ni en los terrenos ocupados o expropiados por el Consorcio para la ejecución de las mismas, inscripción alguna que tenga carácter de publicidad comercial.

2.- INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES

2.1.- Materiales de obra civil

2.1.1.- HORMIGONES

Los hormigones empleados en la obra cumplirán las condiciones exigidas en el real Decreto 470/2021, 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

2.1.2.- BARRAS CORRUGADAS PARA HORMIGÓN ARMADO

La armadura empleada en la obra cumplirá las condiciones exigidas en el real Decreto 470/2021, 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

2.1.3.- TUBERÍAS DE PEAD DE PARED COMPACTA

Características generales

Las tuberías de polietileno contempladas en el presente proyecto son de alta densidad, PEAD-100 Y PN16 o PN25, aptas para estar en contacto con agua potable según Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, por tanto, no contener ninguna de las sustancias recogidas en el Anexo 1 de dicho documento.

Los tubos estarán fabricados mediante extrusión.

Respecto a la norma aplicable, los tubos de polietileno empleados en las redes de abastecimiento deberán cumplir, con carácter general, lo especificado por la siguiente norma:

- UNE-EN 12.201- Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE).
    - Parte 1. Generalidades
    - Parte 2. Tubos
    - Parte 3. Accesorios
    - Parte 4. Válvulas
    - Parte 5. Aptitud al uso del sistema
    - Guía para la evaluación de la conformidad UNE-CEN/TS 12201-7:2007 EX

En cuanto a la normativa sobre diseño hidráulico de las conducciones:

UNE-EN 53.959-IN- Plásticos. Tubos y accesorios de material termoplástico para el transporte de líquidos a presión. Cálculo de la pérdida de carga.

Control de calidad

Se exigirá el Certificado de Origen Industrial, o el correspondiente Documento de Idoneidad Técnica, para su recepción en obra.

El fabricante comunicará a la Dirección de Obra las fechas de la realización de las pruebas de la partida correspondiente.

3.- EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

3.1.- Obras de hormigón realizadas in situ

La definición, ejecución y el control de las obras de hormigón se realizará cumpliendo las condiciones exigidas en el real Decreto 470/2021, 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

3.2.- Cata localización de servicios

3.2.1.- DEFINICIÓN Y ALCANCE

Consiste la presente unidad en la localización exacta y descubierto de los servicios afectados enterrados bien sea por medios manuales o mecánicos según estime la Dirección de las Obras.

3.2.2.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Una vez se haya detectado la presencia del servicio se prohíbe la utilización de medios mecánicos y cuando esté totalmente visible se avisará a la Dirección de las Obras para que haga las observaciones que estime oportunas.

3.2.3.- MEDICIÓN Y ABONO

La ejecución de la cata se medirá y abonará por unidad.

3.3.- Bombas sumergibles y plataforma flotante

3.3.1.- INTRODUCCIÓN

Para la extracción de caudal del río Oka se emplearán bombas sumergibles. Dichas bombas se colocarán sobre una plataforma flotante en el mismo cauce del río.

3.3.2.- BOMBAS

El grupo de bombeo constará de dos bombas sumergibles y una tercera bomba, de las mismas características, de reserva.

Las características de las bombas serán las siguientes:

- Punto de funcionamiento (curva de rendimiento): caudal de 30L/s, altura de impulsión 74m, rendimiento de 62,9%.
- Sumergencia máxima: 20 metros
- Clase de protección: IP68.
- Temperatura máxima del líquido bombeado, a potencia máxima y en servicio continuo: 40ºC.
- Protección térmica: sensor de temperatura en stator
- Protección de estanqueidad: sensor en la cámara de aceite
- Sistema de refrigeración: camisa de refrigeración.
- Materiales: alojamiento del motor en Aluminio, eje en Acero inoxidable 1.4021 (AISI 420), difusor en caucho de nitrilo, tornillería en Acero inoxidable 1.4301 (AISI304) e impulsor tipo semi-abierto antiabrasión en Fundición blanca.
- Junta: junta mecánica en carburo de silicio.
- Cableado: 20m de cable (H07RN8-F) por bomba, tipo especial sumergible.

3.3.2.1.- MEDICIÓN Y ABONO

La medición y el abono de las bombas se realizará por unidad suministrada, instalada y puesta en obra. Se incluye el transporte.

En el caso de la bomba sumergible de reserva, la medición y el abono será por unidad suministrada.

3.3.3.- PLATAFORMA FLOTANTE

Para el soporte de las bombas se dispondrá de una plataforma flotante sobre el mismo cauce del río Oka. Las características de la plataforma serán las siguientes:

- Medidas: 5,5m x 4m para 2 bombas con 2 huecos de 1m x 1m.
- Acceso: pasarela desde cauce de 1m de ancho y hasta 5m de largo.
- Accesorios: elementos necesarios para el montaje.
- Barandilla: quitamiedos en todo el perímetro.
- Amarre: 4 conectores de cadena para la fijación de la plataforma y 8 pasadores con conector de acero para fijación de estructura.

3.3.3.1.- MEDICIÓN Y ABONO

La medición y el abono se realizará por plataforma completamente instalada. Asimismo, se incluye el paletizado, retractilado y transporte de la plataforma y la colocación en obra.

3.3.4.- CABLES TENSADOS

Para el anclaje de la plataforma flotante se dispondrá de un sistema de cables tensados colocados y anclados a bloques de hormigón. La plataforma flotante deberá contar con dos guardacabos en los extremos según norma EN 13414-1, e incluirá un sistema de grilletes de conexión en ambos extremos. (m)

3.3.4.1.- MEDICIÓN Y ABONO

La medición y el abono se realizará por metros lineales de cable e incluirá la instalación y el sistema de grilletes.

3.3.5.- BLOQUE PREFABRICADO DE HORMIGÓN PARA ANCLAJE DE ESTRUCTURA FLOTANTE

El bloque prefabricado de hormigón para el anclaje de plataforma flotante será de dimensiones 0.85x0.85x1,1 m (ancho x largo x alto), de hormigón HA-30 y acero B500SD. Asimismo, incluirá cáncamo macho para conexiones de cables de acero y placa de anclaje. Transporte, carga, descarga y maniobra incluida.

3.3.5.1.- MEDICIÓN Y ABONO

La medición y el abono se realizará por unidad e incluirá la instalación, cáncamo macho para las conexiones de cables de acero y placa de anclaje, el transporte, carga, descarga y la maniobra.

3.4.- Accesorios electrosoldables PEAD

3.4.1.- MATERIALES

Los tubos de Polietileno (PE) pueden unirse por soldadura térmica. En el caso de los accesorios electrosoldables, la unión se realiza por electrofusión: Al hacer pasar corriente eléctrica a baja tensión (entre 8 y 48 V según modelo) por las espiras metálicas de los accesorios electrosoldables, se origina un calentamiento (efecto Joule) que suelda el tubo con el accesorio. La gama va desde DN 20 a 800 mm.

3.4.2.- COLOCACIÓN

Las uniones electrosodables podrán utilizarse únicamente para unir elementos de Polietileno de media y alta densidad PE80 y PE100. Estos accesorios se pueden utilizar en tubos de SDR 17,6 para diámetros mayores de DN 90 y en tubos de SDR 11 para todos los diámetros.

Resisten una presión nominal de 16 bar. Los accesorios se pueden soldar a temperaturas ambiente > 0ºC.

El procedimiento para su correcta colocación es el siguiente:

1. Cortar perpendicularmente los extremos de los tubos que se van a unir.
2. Limpiar la suciedad de los extremos de los tubos, aproximadamente 500 mm, utilizando un papel limpio.
3. Utilizar el accesorio, sin sacarlo de la bolsa, para marcar la longitud mínima de tubo que debe ser raspada en cada uno de los extremos, (mitad de la longitud del manguito más unos 25 mm).
4. Utilizar un raspador para eliminar la capa superficial marcada alrededor de los extremos de los tubos a unir. No utilizar lija o tela esmeril para limpiar o raspar hacia el extremo del tubo.
5. Asegurarse de que se ha raspado toda la zona superficial marcada.
6. No tocar con las manos las zonas raspadas.
7. Utilizar un espejo, si es necesario, para comprobar que se ha raspado toda la superficie de la parte inferior del tubo.
8. Sacar el manguito de la bolsa y leer la etiqueta para asegurarse de que se ha elegido la medida correcta.
9. Colocar el manguito en uno de los extremos del tubo. Marcar la profundidad de penetración cuando la marca central del manguito coincida con el extremo del tubo.
10. Sacar el manguito e introducirlo en el extremo del otro tubo. Marcar la profundidad de penetración cuando la marca central del manguito coincida con el extremo del tubo.
11. Colocar y apretar ligeramente el alineador.
12. Colocar los extremos de los tubos en el interior del manguito.
13. Asegurarse de que el manguito está centrado en el alineador y que los tubos se han introducido hasta la marca de profundidad de penetración. Apretar totalmente el alineador.
14. Girar el manguito con suavidad para comprobar que los tubos no estén desalineados.

3.4.3.- MEDICIÓN Y ABONO

La parte proporcional de accesorio electrosoldable y la instalación están incluidas en la medición y abono de la tubería de PEAD. Es decir, los accesorios electrosoldables no se abonarán de forma independiente.

3.5.- Servicios afectados

3.5.1.- CONSIDERACIONES GENERALES

Se corresponde a este epígrafe con las labores de desvío y/o reposición de infraestructuras existentes afectadas por las obras.

Comprenden los elementos de obra siguientes: Redes de servicios

- Conductos de distribución de agua
- Líneas de telefonía
- Líneas de energía eléctrica
- Cables telefónicos
- Tuberías de gas
- Tuberías de saneamiento y drenaje
- Superficies pavimentadas (viales, aceras, etc.)
- Mobiliario urbano
- Jardinería y arbolado
- Casetas, muros y otros elementos de obra

La definición de los distintos trabajos de desvío y reposición de servicios afectados por las obras, se reflejan en los planos y demás documentos del Proyecto.

3.5.2.- NORMAS DE EJECUCIÓN

En la confección del proyecto se han detectado y situado en planta una serie de servicios afectados, diseñando las obras de desvío a ejecutar, así como las reposiciones necesarias.

No obstante, será responsabilidad del Contratista verificar sobre el terreno la posición real de dichos servicios, así como investigar la posible existencia de otros no detectados, a través de las gestiones necesarias con las Compañías responsables de los mismos.

Igualmente será labor del Contratista gestionar la presencia de representantes de dichas Compañías durante la ejecución de las obras de desvío de servicios que les cometan.

Los daños que pudieran causarse por la inobservancia de las normas anteriores, por parte del Contratista, serán de exclusiva responsabilidad, siendo de su cuenta los costes de reparación e indemnización a que dieran lugar.

En la ejecución de las unidades de obra a que se refiere este artículo, el Contratista estaría obligado a seguir, además de las normas de seguridad que dicte la Dirección de Obra, las

que pudieran provenir de la Compañía responsable de la red afectada que debería autorizar los trabajos correspondientes y la metodología para llevarlos a cabo.

3.6.- Carga, transporte y canon de vertido de productos procedentes de excavación

3.6.1.- DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN.

Se entienden como tales las operaciones de carga, transporte y vertido de materiales procedentes de excavación.

Desde el tajo de excavación o caballero de apilado hasta, el vertedero o escombrera, si fueran productos excedentes y/o no reutilizables en otro tajo de la obra, estando incluido dentro de esta unidad el pago del canon de vertido.

Desde el tajo o caballero de apilado hasta, el otro tajo o caballero de la obra en que vayan a ser reutilizados, y estuviesen a más de 500 metros.

3.6.2.- EJECUCIÓN.

Las operaciones de carga, transporte y vertido se realizarán con las precauciones precisas para evitar proyecciones, desprendimientos de polvo, etc. debiendo emplearse los medios adecuados para ello.

El Contratista tomará las medidas adecuadas para evitar que los vehículos que abandonen la zona de obras depositen restos de tierra, barro, etc., en las calles y carreteras adyacentes. En todo caso eliminarán estos depósitos.

Las condiciones de descarga en vertederos no son objeto de este Pliego, toda vez que las mismas serán impuestas por el propietario de los terrenos destinados a tal fin, por tanto, en ningún caso la Dirección de Obra será responsable ni del vertido, ni de la evolución posterior de la escombrera que se haya creado. El Contratista cuidará de mantener en adecuadas condiciones de limpieza los caminos, carreteras y zonas de tránsito, tanto pertenecientes a la obra como de dominio público, que utilice durante las operaciones de transporte a vertedero.

3.6.3.- MEDICIÓN Y ABONO

Si en los precios unitarios de excavación aplicables según Proyecto estuvieran incluidas las operaciones de carga, transporte, vertido y canon, no serán de abono separadamente según este capítulo. Por el contrario, si no estuvieran incluidas en los precios de excavaciones y/o demoliciones, se abonarán aplicando los precios correspondientes de los Cuadros de Precios a los metros cúbicos (m^3) medidos sobre perfil con anterioridad para las excavaciones de las que procedan, sin tener en cuenta el esponjamiento de los materiales y hasta el límite máximo de las secciones tipo del proyecto o sobreexcavaciones desprendimientos inevitables aprobados por el Director de Obra.

3.7.- Gestión de residuos

3.7.1.- GENERALIDADES

3.7.1.1.- INTRODUCCIÓN

En esta unidad se recogen las actuaciones necesarias para llevar a cabo una correcta gestión de residuos, peligrosos y no peligrosos en el conjunto de la obra, en base al Estudio de Gestión de Residuos incluido en el Proyecto de Construcción.

El objetivo de esta medida es la garantía de la correcta gestión de los residuos durante la ejecución de la obra y el adecuado estado de limpieza, ausencia de residuos e instalaciones o materiales de obra tras la finalización de la obra.

A continuación, se establecen las medidas, equipamiento y personal necesario para la recogida, gestión y almacenamiento de forma selectiva y segura, de los residuos y desechos, sólidos o líquidos generados en las obras, para evitar la contaminación de las aguas superficiales o subterráneas, así como de los suelos del lugar, y su traslado a plantas de reciclado, de eliminación o de tratamiento.

En cualquier caso, la actividad del contratista debe garantizar el cumplimiento de la legislación en materia de residuos, dando cumplimiento a lo establecido en el *Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición*, y del *Decreto 112/2012 del Departamento de Medio Ambiente,*

Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición.

3.7.1.2.- DEFINICIONES

Adicionalmente, además de las estipulaciones normativas vigentes, se establecen las siguientes definiciones específicas en lo relativo a la gestión de residuos:

Residuo: cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.

Residuos domésticos: residuos peligrosos o no peligrosos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares en composición y cantidad a los anteriores generados en servicios e industrias, que no se generen como consecuencia de la actividad propia del servicio o industria.

Se incluyen también en esta categoría los residuos que se generan en los hogares de, entre otros, aceites de cocina usados, aparatos eléctricos y electrónicos, textil, pilas, acumuladores, muebles, enseres y colchones, así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

Tendrán la consideración de residuos domésticos, los residuos procedentes de la limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados.

Residuos comerciales: residuos generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios.

Residuos municipales:

1.º Los residuos mezclados y los residuos recogidos de forma separada de origen doméstico, incluidos papel y cartón, vidrio, metales, plásticos, biorresiduos, madera, textiles, envases, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, residuos de pilas y

acumuladores, residuos peligrosos del hogar y residuos voluminosos, incluidos los colchones y los muebles,

2.º los residuos mezclados y los residuos recogidos de forma separada procedentes de otras fuentes, cuando esos residuos sean similares en naturaleza y composición a los residuos de origen doméstico.

Los residuos municipales no comprenden los residuos procedentes de la producción, la agricultura, la silvicultura, la pesca, las fosas sépticas y la red de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales, incluidos los lodos de depuradora, los vehículos al final de su vida útil ni los residuos de construcción y demolición. La presente definición se introduce a efectos de determinar el ámbito de aplicación de los objetivos en materia de preparación para la reutilización y de reciclado y sus normas de cálculo establecidos en esta ley y se entiende sin perjuicio de la distribución de responsabilidades para la gestión de residuos entre los agentes públicos y privados a la luz de la distribución de competencias establecida en el artículo 12.5 de la Ley 7/2022, de 8 de abril.

Residuos industriales: residuos resultantes de los procesos de producción, fabricación, transformación, utilización, consumo, limpieza o mantenimiento generados por la actividad industrial como consecuencia de su actividad principal.

Residuos peligrosos: residuo que presenta una o varias de las características de peligrosidad enumeradas en el anexo I y aquél que sea calificado como residuo peligroso por el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa de la Unión Europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte. También se comprenden en esta definición los recipientes y envases que contengan restos de sustancias o preparados peligrosos o estén contaminados por ellos, a no ser que se demuestre que no presentan ninguna de las características de peligrosidad enumeradas en el anexo I.

Categorías de los residuos peligrosos: Explosivo, Comburente, Inflamable, Irritante, Toxicidad específica en determinados órganos/Toxicidad por aspiración, Toxicidad Aguda, Carcinógeno, Corrosivo, Infeccioso, Tóxico para la reproducción, Mutagénico, Liberación de un gas de toxicidad aguda, Sensibilizante, Ecotóxico, Residuos que puedan dar lugar a otra sustancia que posea alguna de las características anteriores (HP1 a HP15).

Residuo inerte: los residuos definidos en el artículo 2.a) del Real Decreto 646/2020, de 7 de julio:

Aquellos residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. Los residuos inertes no son solubles, ni combustibles, ni biodegradables; ni reaccionan con los materiales con los que entran en contacto ni física, ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan dar lugar a la contaminación del medio ambiente o perjudicar la salud humana. Los residuos inertes deben presentar un contenido de contaminantes insignificante y, de mismo modo, el potencial de lixiviación de estos contaminantes, así como el carácter ecotóxico de los lixiviados debe ser igualmente insignificante. Los residuos inertes y sus lixiviados no deben suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales y/o subterráneas.

Residuo de construcción y demolición (RCDs): residuos generados por las actividades de construcción y demolición.

Materiales de construcción y demolición: cualquier sustancia u objeto que no siendo un residuo se genera en una obra de construcción o demolición y se utiliza sin transformaciones ulteriores más allá de la práctica profesional normal.

Aceites usados: todos los aceites industriales o de lubricación, de origen mineral, natural o sintético, que hayan dejado de ser aptos para el uso originalmente previsto, como los aceites usados de motores de combustión y los aceites de cajas de cambios, los aceites lubricantes, los aceites para turbinas y los aceites hidráulicos, excluidos los aceites de cocina usados.

Biorresiduo: residuo biodegradable vegetal de hogares, jardines, parques y del sector servicios, así como residuos alimentarios y de cocina procedentes de hogares, oficinas, restaurantes, mayoristas, comedores, servicios de restauración colectiva y establecimientos de consumo al por menor, entre otros, y residuos comparables procedentes de plantas de transformación de alimentos.

Compost: material orgánico higienizado y estabilizado obtenido a partir del tratamiento controlado biológico aerobio y termófilo de residuos biodegradables recogidos separadamente. No se considerará compost el material bioestabilizado.

Suelo contaminado: aquel cuyas características han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes químicos de carácter peligroso procedentes de la actividad humana en concentración tal que comporte un riesgo inaceptable para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que se determinen por el Gobierno.

Reducir: Acciones para reducir y minimizar la producción de objetos susceptibles de convertirse en residuos.

Reutilización: cualquier operación mediante la cual productos o componentes de productos que no sean residuos se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos.

Reciclado: Toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad. Incluye la transformación del material orgánico, pero no la valorización energética ni la transformación en materiales que se vayan a usar como combustibles o para operaciones de relleno.

Valorización: Cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales, que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular o que el residuo sea preparado para cumplir esa función en la instalación o en la economía en general.

Valorización in situ: Es aquella que se produce en la propia obra donde se genera el residuo, lo cual presupone la necesidad de una planta de tratamiento (móvil generalmente).

Valorización ex situ: Es aquella que se produce fuera de la obra donde se genera el residuo, y a los efectos del Decreto 112/2012 resulta indistinto si su uso es para energía o para generar nuevos materiales.

Eliminar: Gestión o destino de un material o residuo cuando no es posible su reutilización o valorización. Todo procedimiento dirigido al vertido de residuos o a su destrucción, total o parcial, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medioambiente.

3.7.1.3.- NIMA

El contratista deberá tener un centro de operativo de trabajo con un Número de Identificación Medio Ambiental (NIMA) a los efectos de tramitar mediante IKS-eem la gestión documental de las cesiones de todos los residuos generados en la obra. Debiendo entregar a la Dirección Facultativa el Libro de registro de residuos del ejercicio anterior. En el caso de gestores de Comunidades Autónomas distintas a la CAPV, deberá garantizar la compatibilidad de su sistema de gestión con IKS-eem.

3.7.2.- EJECUCIÓN

Como medios materiales para la minimización de residuos en obra, se dispondrá de un equipo que conforme el recurso humano para garantizar el control y segregación de los residuos generados en la obra, así como unas medidas detalladas para la separación, reciclaje y reducción de residuos en obra.

El contratista deberá disponer de 1 persona dirigida por el Responsable Técnico Medioambiental de la obra, que deberá garantizar:

- Que los trabajos se realizan cumpliendo las medidas que se establecen en el Estudio de Gestión de Residuos.
- Que el equipamiento está en condiciones adecuadas y de acuerdo con lo previsto en el Estudio de Gestión de Residuos.
- Que todo el personal que participa en la obra conoce los requisitos del Estudio de Gestión de Residuos.

Además, se realizarán las siguientes actuaciones:

- Redacción del Plan de Gestión de Residuos.
- Ejecución de Puntos limpios.

- Gestión de los Residuos.
- Comprobación del estado de limpieza al final de la obra.

3.7.2.1.- PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

El objetivo del plan es la recogida, gestión y almacenamiento de forma selectiva y segura, de los residuos y desechos, sólidos o líquidos generados en las obras, para evitar la contaminación de las aguas superficiales o subterráneas, así como de los suelos del lugar. De esta manera, se permitirá su traslado a plantas de reciclado o de tratamiento. Esta medida deberá estar incluida en el Plan de Gestión de Residuos (PGR) que deberá presentarse por el contratista, de acuerdo con el *Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición*, antes del inicio de las obras para su aprobación por la Dirección de Obra.

El contratista deberá redactar un Plan de Gestión de Residuos que desarrolle el Estudio de Gestión de Residuos incluido en proyecto, de acuerdo con el Real Decreto 105/2008, antes del inicio de las obras para su aprobación por la Dirección de Obra.

En este plan se establecerán las siguientes medidas:

- Sistemas de reducción de producción de residuos.
- Sistema de segregación de residuos.
- Sistemas de reciclaje.
- Comprobación final del estado de limpieza.

El plan se apoyará en los siguientes elementos:

- Puntos limpios.
- Servicio de recogida.
- Formación e información.

3.7.2.2.- SEGREGACIÓN DE RESIDUOS

La *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular*, establece lo siguiente en su artículo 30 en referencia a las medidas de gestión para residuos específicos de construcción y demolición:

1) Sin perjuicio de la normativa específica para determinados residuos, en las obras de demolición, deberán retirarse, prohibiendo su mezcla con otros residuos, y manejarse de manera segura las sustancias peligrosas, en particular, el amianto.
2) A partir del 1 de julio de 2022, los residuos de la construcción y demolición no peligrosos deberán ser clasificados en, al menos, las siguientes fracciones: madera, fracciones de minerales (hormigón, ladrillos, azulejos, cerámica y piedra), metales, vidrio, plástico y yeso. Asimismo, se clasificarán aquellos elementos susceptibles de ser reutilizados tales como tejas, sanitarios o elementos estructurales. Esta clasificación se realizará de forma preferente en el lugar de generación de los residuos y sin perjuicio del resto de residuos que ya tienen establecida una recogida separada obligatoria.
3) La demolición se llevará a cabo preferiblemente de forma selectiva, y con carácter obligatorio a partir del 1 de enero de 2024, garantizando la retirada de, al menos, las fracciones de materiales indicadas en el apartado anterior, previo estudio que identifique las cantidades que se prevé generar de cada fracción, cuando no exista obligación de disponer de un estudio de gestión de residuos y prevea el tratamiento de estos según la jerarquía establecida en el artículo 8.
   Para facilitar lo anterior, se establecerá reglamentariamente la obligación de disponer de libros digitales de materiales empleados en las nuevas obras de construcción, de conformidad con lo que se establezca a nivel de la Unión Europea en el ámbito de la economía circular. Asimismo, se establecerán requisitos de ecodiseño para los proyectos de construcción y edificación.

Estos residuos deberán ser gestionados independientemente por la empresa adjudicataria a través de gestor autorizado, garantizando un medio de transporte inscrito en el registro de transportistas autorizados para traslado de este tipo de residuos.

3.7.2.3.- SEGREGACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

Los residuos generados en la ejecución de la obra deben segregarse adecuadamente para que la gestión de los mismos sea de acuerdo a la legislación. En todo caso, deberán separarse los residuos peligrosos de los no peligrosos.

Los residuos peligrosos deberán segregarse de acuerdo con un procedimiento específico que deberá aportar y al que deberá someterse el contratista.

Este procedimiento deberá aportarse antes del acta de replanteo de la obra, y deberá aprobarlo la Dirección Ambiental de Obra antes del inicio de la obra.

Este procedimiento deberá establecer la segregación de los residuos peligrosos en los siguientes tipos:

- Aceites usados
- Tierras manchadas de combustible o aceites
- Otros materiales impregnados de aceites, hidrocarburos, y otras sustancias peligrosas
- Envases de aceites, combustibles, aditivos para el hormigón, ...
- Residuos inertes de construcción y demolición contaminados con aceites, o combustibles
- Residuos impregnados con aditivos para el hormigón, cemento, gunita,...
- Envases de aerosoles
- Tubos fluorescentes agotados
- Pilas…

En caso de detectarse en obra algún otro tipo de residuo peligroso que deba segregarse adicionalmente, el contratista deberá modificar el citado procedimiento para adecuarlo a la segregación de este nuevo tipo de residuo. El procedimiento se implantará tras la aprobación del Director Ambiental de Obra.

Para todos estos tipos de residuos deberá obtenerse la aceptación de residuos peligrosos por parte de un gestor autorizado antes de la emisión del acta de replanteo.

La localización de los residuos peligrosos deberá estar sujeta a estricto control, evitando la localización en puntos en que puedan ocasionar riesgo de contaminación, a determinar por la Dirección Ambiental de Obra.

Acopio

El acopio de los residuos peligrosos deberá hacerse en zonas especiales para esto, en los puntos limpios, debiendo garantizar la segregación de cada uno de los tipos de residuos para los que se cuenta con aceptación de residuos.

No podrá realizarse el acopio en obra de residuos peligrosos durante más de 6 meses, sin que esta circunstancia suponga una limitación para que se disponga de toda la documentación necesaria para acreditar la correcta gestión de residuos peligrosos.

Gestión

En particular los requisitos referentes a la gestión de los residuos peligrosos que se generen en la obra serán:

- Disponer de Autorización de productor de residuos peligrosos (más de 10.000 kg.) o realizar la inscripción en el Registro de pequeños productores de residuos peligrosos (menos de 10.000 kg)
- Disponer de Documentos de aceptación por parte de una empresa de gestión de residuos peligrosos autorizada, para los diferentes residuos tóxicos y peligrosos generados
- Gestionar la retirada de residuos con transportistas autorizados para el transporte de residuos peligrosos y asegurar que dicha retirada se realiza en condiciones adecuadas; entregar los residuos peligrosos a gestores autorizados
- No almacenar residuos peligrosos en las instalaciones de la obra por tiempo superior a 6 meses
- Etiquetar los recipientes, o envases que contengan residuos tóxicos o peligrosos según el código de identificación del residuo que contiene.
- Llevar un registro referente a la generación de residuos en el que consten la cantidad, naturaleza, identificación, origen, métodos y lugares de tratamiento, así como las fechas de generación, cesión de tales residuos, frecuencia de recogida y medio de transporte
- Cumplimentar los documentos de control y seguimiento (formato oficial) de los residuos en la entrega del gestor

- Conservar todos los documentos relacionados con la gestión de residuos durante un período de tiempo no inferior a 5 años; en caso de ser productor de residuos peligrosos realizar la correspondiente Declaración anual de productor de residuos peligrosos

3.7.2.4.- MANIPULACIÓN DE MATERIALES QUE CONTIENEN AMIANTO.

La gestión de residuos que contienen amianto deberá llevarse a cabo de acuerdo al Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero y se seguirá, en todo momento, lo dispuesto en el Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

3.7.2.5.- RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Los R.S.U. serán depositados en los contenedores correspondientes instalados dentro del ámbito de obra. Para esto se distribuirán contenedores en obra, debiendo ser correctamente señalizados para su conocimiento y uso por parte de todo el personal de la obra.

Esta contenerización se realizará de acuerdo con el sistema de gestión y recogida de residuos del municipio en el que se desarrollen los trabajos, estableciendo dispositivos o sistemas de control que permita garantizar que los contenedores no son utilizados por parte del público.

Los contenedores deberán ser móviles, y tener un tamaño adecuado para su traslado diario al punto de entrega al gestor o para su traslado al punto de recogida municipal.

La gestión de los residuos se realizará a través del servicio municipal de recogida de residuos, debiéndose depositar de manera regular en los contenedores del servicio municipal.

En ningún caso se podrán producir situaciones de insalubridad por acumulo de R.S.U. en obra.

3.7.2.6.- PUNTOS LIMPIOS

Los puntos limpios, se localizan en las zonas de instalaciones, ya que la actividad fuera de éstas se reducirá a la maquinaria de movimiento de tierras.

El desarrollo de la obra aconsejará la ampliación de contenedores o la retirada de algunos de ellos. Los lixiviados de puntos limpios son recogidos y almacenados en el depósito estanco preparado a tal efecto.

Para el abono de la unidad de obra correspondiente al punto limpio deberá disponer al menos de los siguientes:

- Depósito estanco preparado para grasas, aceites y otros derivados del petróleo.
- Contenedor abierto para elementos metálicos.
- Contenedor estanco para embalajes y recipientes plásticos.
- Contenedor estanco para embalajes de papel y cartón.
- Contenedor estanco para recipientes de vidrio.
- Contenedor estanco para restos orgánicos.
- Contenedor abierto para maderas
- Contenedores estancos para residuos tóxicos

Los Puntos limpios deberán estar caracterizados por los siguientes aspectos:

- Dimensiones mínimas (5 x 5 m).
- Vallado perimetral móvil con malla metálica de 2 metros de altura y pies de hormigón.
- Accesible desde las zonas en las que se generen residuos peligrosos; si esto no es posible, deberá establecerse un punto limpio para cada zona.
- En caso de situarse en terreno natural, será necesario la retirada de tierra vegetal y preparación y compactación adecuada del terreno.
- Los residuos peligrosos estarán aislados de las lluvias y de la escorrentía superficial. Para ello se dispondrá de una cubierta y un cubeto de retención prefabricado o de hormigón ejecutado in situ.
- Puerta suficientemente amplia para el acceso de maquinaria; la puerta deberá poder cerrarse con candado.

- No deberá haber obstáculos alrededor del punto limpio.
- Deberá mantenerse un cartel en el que se especifique su uso.
- Deberá disponer en sus proximidades un contenedor aislado del agua con material absorbente, de forma que pueda utilizarse para la limpieza de la cubeta del punto limpio en caso de derrame accidental.

El correcto funcionamiento del sistema de puntos limpios aconseja la distinción visual de contenedores según el tipo de residuo. Para ello se colocarán contenedores de distintos colores, de tal modo que colores iguales indiquen residuos de la misma clase.

Una posible distribución de colores es la siguiente:

Tipo de residuo	Color
Envases y plásticos	Amarillo
Madera	Marrón
Tóxicos	Rojo
Papel y cartón	Azul
Vidrio	Verde
Restos orgánicos	Blanco
Neumaticos	Negro
Pilas alcalinas y de botón	Morado
Metales	Gris

Tabla 1.Posible distribución de colores

Independientemente del tipo de residuo, el fondo y los laterales de los contenedores serán impermeables, pudiendo ser sin techo (abiertos) o con él (estancos).

Respecto a los residuos peligrosos, es especialmente importante separar y no mezclar estos, así como a envasarlos y etiquetarlos de forma reglamentaria. Por lo tanto, es necesario agrupar los distintos residuos peligrosos por clases en diferentes contenedores debidamente etiquetados para facilitar su gestión.

3.7.2.7.- SERVICIO DE RECOGIDA

Existirá un servicio de recogida periódico y selectivo a cargo de una empresa certificada como Gestor de Residuos autorizado. La determinación del turno de recogida más

conveniente dependerá de las condiciones particulares de la obra y del momento de operación, así como de la localización de los puntos limpios antes descritos. Independientemente del servicio de recogida normal, se prevén los medios y personal necesario para la recogida, almacenamiento, tratamiento y/o transporte a vertedero o localización definitiva, de aquellos materiales sobrantes que, por su peso, tamaño o peligrosidad no estén al alcance del servicio de recogida.

3.7.2.8.- VERTEDEROS Y RELLENOS

No será objeto de reclamación la posible inexistencia de vertederos o rellenos en el entorno de la obra.

Es responsabilidad del Contratista, la localización de los vertederos o rellenos necesarios para el depósito de residuos procedentes de la construcción y demolición.

En caso de depositar la excedentes de excavación en rellenos, el *Decreto 49/2009*, en orden de optimizar y racionalizar la distribución de sobrantes de excavación procedentes de obras de infraestructura lineal promovidas por Administraciones Publicas que afectan a un único Territorio Histórico establece que los depósitos de dichos sobrantes o rellenos deberán obtener autorización expresa emitida por el departamento competente de la Diputación Foral correspondiente que los aprobará con la propia infraestructura.

3.7.2.9.- FORMACIÓN E INFORMACIÓN

La empresa contratista deberá asegurarse de que todos los que intervienen en la obra conocen sus obligaciones en relación con los residuos; para esto, se deben dar a conocer las obligaciones y responsabilidades de cada uno de los que intervienen en la gestión de los residuos, mediante la difusión de las normas y las órdenes dictadas por la dirección técnica de la obra.

No obstante, la acción del encargado no debe limitarse solamente a transmitir esa información, sino que además debe velar por el estricto cumplimiento de la misma.

Asimismo, se deberá fomentar en el personal de la obra el interés por reducir el uso de recursos utilizados y los volúmenes de residuos originados; para ello se explicará mediante

formación a todos los que intervienen en la obra las ventajas medioambientales de una buena práctica, esto es, una práctica que reduzca los recursos utilizados y los residuos generados, habida cuenta de que la sensibilización es uno de los motores más eficaces para lograr una construcción sostenible.

3.7.2.10.- LIMPIEZA AL FINAL DE LA OBRA

Una vez finalizada la obra, y de manera previa a la emisión del acta de entrega de la obra, ha de realizarse una comprobación visual de la zona en donde se han llevado a cabo los trabajos, así como en los alrededores de la misma y verificar que no han quedado residuos en el ámbito próximo a la obra, que podrían causar un impacto negativo sobre el paisaje.

Sin perjuicio para las obligaciones del contratista en lo referente al mantenimiento de las adecuadas condiciones de limpieza de la obra durante la ejecución, en el caso de que quedase alguna instalación, ésta deberá ser demolida, y trasladados los residuos generados durante esta operación, a gestor autorizado.

De darse el caso de presencia de residuos no recogidos durante la ejecución de la obra, se procederá a la limpieza general y recogida selectiva de los residuos por parte de la empresa constructora. Estos residuos deberán ser transportados y gestionados de manera inmediata.

La Dirección de Obra deberá validar el cumplimiento de esta medida antes de emitirse el acta de recepción de la obra.

3.7.2.11.- INFORME FINAL DE GESTIÓN DE RCD

El contratista deberá presentar en el plazo máximo de un mes tras la firma del acta de recepción de las obras un “Informe Final de Gestión de RCD”, con el contenido establecido en el Decreto 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. La falta de documentación acreditativa de la correcta gestión de los residuos, así como la no justificación de las diferencias existentes entre el Plan de Gestión de RCD y la gestión final real, podrá conllevar la aplicación de una penalidad por un importe equivalente al 120% del coste de gestión previsto en el Estudio de Gestión de RCD del proyecto constructivo.

3.7.2.12.- MEDICIÓN Y ABONO

Esta unidad se medirá y abonará de acuerdo al cuadro de precios Nº1 por:

- (m^3) CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL EXCAVADO SOBRANTE A PUNTO AUTORIZADO.
- (m^3) CANON DE VERTIDO DE TIERRAS Y ROCAS A RELLENO AUTORIZADO, CON CÓDIGO LER 170504.
- (tn) RETIRADA, CARGA, TRANSPORTE Y GESTIÓN POR GESTOR AUTORIZADO DE MADERAS LIMPIAS, CON CÓDIGO LER 170201.
- (tn) RETIRADA, CARGA, TRANSPORTE Y GESTIÓN POR GESTOR AUTORIZADO DE PLÁSTICOS LIMPIOS INERTES, CON CÓDIGO LER 170203.
- (tn) RETIRADA, CARGA, TRANSPORTE Y GESTIÓN POR GESTOR AUTORIZADO DE METALES MEZCLADOS, CON CÓDIGO LER 170407.
- (tn) RETIRADA, CARGA, TRANSPORTE Y GESTIÓN POR GESTOR AUTORIZADO DE OTROS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN, CON CÓDIGO LER 170904.
- (tn) RETIRADA, CARGA, TRANSPORTE Y GESTIÓN POR GESTOR AUTORIZADO DE LOS RESIDUOS DE PAPEL Y CARTÓN, CON CÓDIGO LER 150101.
- (tn) RETIRADA, CARGA, TRANSPORTE Y GESTIÓN POR GESTOR AUTORIZADO DE RESTOS BIODEGRADABLES, CON CÓDIGO LER 200201.
- (tn) RETIRADA, CARGA, TRANSPORTE Y GESTIÓNPOR GESTOR AUTORIZADO DE ENVASES VACÍOS DE SUSTANCIAS PELIGROSAS, CON CÓDIGO LER 150110*.
- (tn) RETIRADA DE SÓLIDOS CONTAMINADOS LER 150202*.
- (ud) PUNTO LIMPIO SEÑALIZADO COMPLETO

3.8.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA Y BAJA TENSIÓN Y CONTROL Y TELEMANDO

3.8.1.- GENERALIDADES

3.8.1.1.- INTRODUCCIÓN

En esta unidad se recogen las actuaciones necesarias para la ejecución de una instalación eléctrica, de telemando y control, con la obligatoriedad de cumplir las especificaciones técnicas eléctrica, de control, comunicaciones y visualización vigentes del CABB.

El objetivo de esta medida es normalizar y garantizar la correcta ejecución y gestión en lo que se refiere a sus instalaciones eléctricas, de control, comunicaciones y visualización local y remota.

A continuación, se establecen las unidades, medidas, equipamiento y personal necesario para el suministro, transporte, montaje, instalación, conexionado y pruebas de las unidades que conforman las instalaciones anteriormente mencionadas.

En cualquier caso, la actividad del contratista debe garantizar el cumplimiento de la reglamentación vigente relativa a instalaciones eléctricas de Alta/Media y Baja Tensión, las condiciones específicas de la Compañía Eléctrica suministradora y las previamente citadas especificaciones técnicas del CABB.

3.8.2.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ALTA TENSIÓN

3.8.2.1.- RED DE TIERRAS

3.8.2.1.1. DESCRIPCIÓN Y EJECUCIÓN

Se instalará el sistema de protección para todos los dispositivos conectados a la red eléctrica. Para ello, se requerirá la instalación de la red de tierras.

3.8.2.1.2. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por unidad totalmente instalada.

3.8.3.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN

3.8.3.1.- PROTECCIÓN Y MEDIDA: CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN

3.8.3.1.1. DESCRIPCIÓN Y EJECUCIÓN

La Caja General de protección deberá instalarse completamente, incluyendo las pruebas y puesta en funcionamiento. La unidad incluye la colocación de fusibles de calibre adecuado, avisos y gestiones con la Compañía Eléctrica suministradora.

3.8.3.1.2. MEDICIÓN Y ABONO

Se incluye la instalación completa y se medirá por unidad.

3.8.3.2.- CENTRO DE CONTROL DE MOTORES

3.8.3.2.1. DESCRIPCIÓN Y EJECUCIÓN

El variador de frecuencia incluirá el módulo de comunicación Profinet, el suministro, montaje, conexionado, pruebas, puesta en servicio, parametrización y actualización de la documentación.

3.8.3.2.2. MEDICIÓN Y ABONO

Los variadores de frecuencia se medirán y abonarán por unidad completamente instalada.

3.8.3.3.- CONDUCTORES RZ1-K

3.8.3.3.1. DESCRIPCIÓN Y EJECUCIÓN

Para a los conductores empleados en la acometida y en la derivación (de aluminio y cobre, respectivamente), además del suministro, transporte, montaje, instalación completa, conexionado y pruebas, se deberá actualizar toda la documentación correspondiente.

3.8.3.3.2. MEDICIÓN Y ABONO

La medición y el abono se realizará por metros lineales de conductor instalado.

3.8.3.4.- TUBOS Y ARQUETAS

3.8.3.4.1. DESCRIPCIÓN Y EJECUCIÓN

Los tubos corrugados exteriores de polietileno de alta densidad empleados en la canalización de conductores cumplirán los requisitos particulares de la Norma UNE 50086-2-4.

Las arquetas prefabricadas troncocónicas se suministrarán y montarán según la Norma NIDSA 50487.

3.8.3.4.2. MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono de los tubos corrugados será por metro lineal de tubería. Por otro lado, la medición y abono de las arquetas prefabricadas será por arqueta ejecutada y completamente instalada.

3.8.3.5.- LUMINARIAS

3.8.3.5.1. DESCRIPCIÓN Y EJECUCIÓN

Las luminarias instaladas serán de grado IP66 de protección contra el polvo y agua y de grado IK08 de protección contra golpes mecánicos externos. El suministro y la instalación de las luminarias led estancas se realizará según los planos. Asimismo, quedarán incluidos los soportes adecuados, el cableado de punto de luz, tubos, cajas de derivación, racores, montaje y el material necesario para la correcta instalación.

El interruptor simple estanco instalado será de grado IP65 de protección contra el polvo y agua. Se incluirá el suministro y la completa instalación, así como la parte proporcional del cableado, tubos, cajas de derivación, racores prensaestopas y el resto de los materiales necesarios.

El interruptor conmutador estanco será de grado IP65 de protección contra el contacto y hermeticidad al polvo. Se incluirá el suministro y la completa instalación, así como la parte proporcional del cableado, tubos, cajas de derivación, racores prensaestopas y el resto de los materiales necesarios.

3.8.3.5.2. MEDICIÓN Y ABONO

La medición y el abono de las luminarias, interruptores simples e interruptores conmutadores será por unidad completamente instalada.

3.8.4.- CONTROL Y TELEMANDO

3.8.4.1.- EQUIPOS

3.8.4.1.1. DESCRIPCIÓN Y EJECUCIÓN

En lo referente a los dispositivos de control y telemando se seguirán las especificaciones técnicas eléctricas, de control, comunicaciones y visualización vigentes del CABB.

La unidad del CPU incluirá el suministro, montaje y las pruebas de puesta en servicio. Contará con una memoria principal de 8MB para programa y 768kB para datos. Asimismo, se contará con una tarjeta de memoria FLASH SD 4GB y perfiles, cables y conectores necesarios. Por otro lado, se actualizará toda la documentación afectada y se realizarán las pruebas necesarias de puesta en funcionamiento.

La tarjeta de comunicación PROFINET entre el variador de frecuencia y el PLC se configurará, probará e instalará completamente e incluirá el suministro, montaje, pruebas y puesta en servicio.

El módulo de unidad de carga y conmutación (UCC) contará con una entrada de 24VDC y salida 24VDC/20A de tipo SITOP UPS1600. Se incluirá también el conexionado con todo el equipamiento, el material de anclaje necesario, accesorios, borneros, cableado, conectores y las pruebas y puesta en funcionamiento.

3.8.4.1.2. MEDICIÓN Y ABONO

La medición y el abono de los equipos se realizará por unidad instalada. Se incluye también la parte proporcional de cableado necesario.

3.8.4.2.- PROGRAMACIÓN PLC

3.8.4.2.1. DESCRIPCIÓN Y EJECUCIÓN

La programación y comunicación en SCADA de una pantalla tipo general incluirá el cuaderno de tareas, mapeados, documentación las pruebas y puesta en marcha.

3.8.4.2.2. MEDICIÓN Y ABONO

La medición y el abono de la programación de los PLC se realizará por unidad programada y puesta en marcha.

3.8.4.3.- PROGRAMACIÓN CONTROLADOR DE MOTORES

3.8.4.3.1. DESCRIPCIÓN Y EJECUCIÓN

La programación del controlador de motores comprende la parametrización y la carga del programa esquema tipo CABB. Por otro lado, se realizará la programación de comunicaciones del controlador de motores y se incluirá el cuaderno de tareas, la documentación, pruebas y la puesta en marcha.

3.8.4.3.2. MEDICIÓN Y ABONO

La medición y el abono se realizará por unidad de controlador de motores programada y probada.

3.8.4.4.- DESARROLLO Y PROGRAMACIÓN APLICACIÓN (CUSTOM)

3.8.4.4.1. DESCRIPCIÓN Y EJECUCIÓN

El desarrollo y la programación de la aplicación para el programa del controlador de motores (esquema tipo CABB) incluye el cuaderno de tareas, la documentación, las pruebas y la puesta en marcha.

3.8.4.4.2. MEDICIÓN Y ABONO

La medición y el abono se realizará por unidad desarrollada y programada, probada y puesta en marcha.

3.8.4.5.- PROGRAMACIÓN HMI (PANEL TÁCTIL)

3.8.4.5.1. DESCRIPCIÓN Y EJECUCIÓN

La programación y comunicación del HMI (panel táctil) en el SCADA local incluye el cuaderno de tareas, la documentación, las pruebas y la puesta en marcha.

3.8.4.5.2. MEDICIÓN Y ABONO

La medición y el abono se realizará por unidad de HMI programada, probada y puesta en marcha.

3.8.4.6.- PROGRAMACIÓN SCADA

3.8.4.6.1. DESCRIPCIÓN Y EJECUCIÓN

La programación y comunicación en SCADA de una pantalla de tipo general incluirá el cuaderno de tareas, los mapeados, la documentación, las pruebas y la puesta en marcha.

Por otro lado, la programación de la entrada y salida digital de HMI cableada o comunicada incluye el cuaderno de tareas, los mapeados, la documentación, pruebas y la puesta en marcha.

3.8.4.6.2. MEDICIÓN Y ABONO

La unidad y medición se realizará por unidad programada, probada y puesta en marcha.

3.8.4.7.- INTEGRACIÓN SCADA EN PUESTO DE CONTROL CENTRAL

3.8.4.7.1. DESCRIPCIÓN Y EJECUCIÓN

La integración de la pantalla de tipo general en el Puesto de Control Central incluirá el cuaderno de tareas, los mapeados, la documentación, las pruebas y la puesta en marcha.

En lo referente a la Integración de la entrada/salida digital en el Puesto de Control Central, se incluye el cuaderno de tareas, mapeados, documentación, pruebas y la puesta en marcha.

En cuanto a la integración de la entrada/salida analógica en el Puesto de Control Central, la programación y comunicaciones incluye el cuaderno de tareas, mapeados, documentación, las pruebas y puesta en marcha.

3.8.4.7.2. MEDICIÓN Y ABONO

La unidad y medición se realizará por unidad integrada, probada y puesta en marcha.

3.8.4.8.- CABLEADO ESPECÍFICO

3.8.4.8.1. DESCRIPCIÓN Y EJECUCIÓN

En lo referente al cableado empleado para la comunicación, será de Fibra Óptica Multimodo de 62,5/125 µm. Se incluirá el suministro, tendido y conectorización de manguera de 12 fibras ópticas estándar. Las fibras ópticas cumplirán lo dispuesto en la ITU-T G.652. Las características serán la siguientes:

- Protección secundaria: tubo holgado de PBT.

- Relleno: gel hidrófugo atóxico ni irritante cubierta.

- Interior: termoplástico no propagador de la llama, cero halógenos y baja emisión de humos.

- Armadura: fleje de acero con capa copolímero corrugado.

- Cubierta exterior: termoplástico no propagador de la llama, cero halógenos y baja emisión de humos.

- Máxima tracción: 1500N en operación, 2700N en instalación.

- Máximo aplastamiento: 2000N/10cm.

- Impacto: 5J.

Asimismo, se incluirán mediciones y reflectometría, conectorización y fusiones de todas las fibras en ambos extremos, los materiales y equipos necesarios.

3.8.4.8.2. MEDICIÓN Y ABONO

La medición y el abono se realizará por metros lineales de fibra completamente instalados.

4.- OTRAS DISPOSICIONES

4.1.- LEGISLACIÓN

Además de lo señalado en este Pliego de Prescripciones Técnicas Generales regirán con carácter general para las obras e instalaciones de este Proyecto las instrucciones, Reglamentos y Normas vigentes, así como todas las disposiciones de carácter general que sean de aplicación.

Las disposiciones citadas serán preceptivas, en tanto no sean anuladas o modificadas en forma expresa en las prescripciones de este Pliego o en las que puedan fijarse en el

anuncio de licitación, Pliego de Cláusulas de la licitación y también en el Contrato o escritura.

4.2.- ORDEN DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Será de obligado cumplimiento el Plan de Trabajos aprobado por la Dirección de las Obras a propuesta del Contratista.

4.3.- PERSONAL TÉCNICO DEL CONTRATISTA

Se exige por parte del Contratista la presencia a pie de obra de personal técnico Titulado Superior o Medio con experiencia probada en obras de abastecimiento, así como los equipos de topografía necesarios.

4.4.- INSTRUCCIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA

Será de obligado cumplimiento la especificación técnica eléctrica, de control, comunicaciones y visualización de las instalaciones del CABB/BBUP vigente en el momento de la ejecución.

4.5.- VIGILANCIA DE LAS OBRAS

El Contratista viene obligado a proveer los medios necesarios para ejercer una vigilancia ininterrumpida en todos los elementos de obra durante el tiempo total de duración previsto para la ejecución de los trabajos.

La Dirección de Obra podrá requerir del Contratista el incremento de los medios de vigilancia si así lo estima necesario para la seguridad de la obra.

Los costes de vigilancia están incluidos en los costos indirectos aplicados a los precios unitarios de las unidades de obra, por lo que no serán de abono diferenciado.

4.6.- CONTROL DE MATERIALES Y SERVICIOS COMPRADOS

El Contratista ofrecerá y presentará a la Dirección de obra los materiales de obra civil y equipos especificados en la Oferta Técnica de licitación del contrato. Estos materiales deben cumplir las especificaciones mínimas determinadas en el presente Pliego y en el PPTG.

4.7.- RESPONSABILIDAD Y SEGUROS

El Contratista es responsable ante la Propiedad y ante terceros de los riesgos inherentes a la ejecución de las obras.

Para cubrir dichos riesgos, el Contratista vendrá obligado a suscribir una Póliza de Seguro, a todo riesgo, de Construcción, en la forma que determine la Propiedad en el Pliego de Cláusulas de la Licitación.

4.8.- PROTECCIÓN MEDIOAMBIENTAL

Durante la ejecución de los trabajos el Contratista está obligado a cumplir con la legislación vigente en materia de Protección Medioambiental. En este sentido, en caso del que el proyecto disponga de Estudio de Impacto Ambiental o Estudio Básico de Impacto Ambiental, el contratista deberá presentar un Plan de Vigilancia Ambiental en caso de que así lo requiera la Dirección de Obra, en el cual se establecerán las medidas y/o actuaciones específicas para cumplir las exigencias definidas en el mismo.

Para ello dispondrá los medios técnicos necesarios durante la ejecución de las obras y limitará determinadas actividades para dar cumplimiento a lo que establezca la normativa aplicable.

En concreto se cumplirá la "Ley 3/1998, del 27 de Febrero, General de Protección del Medio Ambiente del País Vasco " y las "Normas Técnicas de Aplicación a las Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas en Suelo Urbano Residencia" (Decreto 171/1985 de 11 de Junio) del Departamento de Política Territorial.

4.9.- SEGURIDAD Y SALUD

Durante la Ejecución de las obras el Contratista está obligado a cumplir con la legislación vigente en materia de Seguridad y Salud.

Dadas las características de las obras que se definen en este proyecto y conforme a la reglamentación establecida se ha redactado el Estudio (Básico) de Seguridad y Salud, en el que se recogen los riesgos laborales previsibles, así como las medidas preventivas a adoptar.

Para ello el Contratista dispondrá de todos los medios técnicos necesarios durante la ejecución de las obras para dar cumplimiento a lo establecido de acuerdo con el Plan de Seguridad y Salud que deberá presentar para su aprobación por la Propiedad con anterioridad al inicio de las obras.

Bilbao, 30 de agosto de 2023

Autor del Proyecto

LUPIOLA CHAMORRO, JAGOBA (FIRMA)
Firmado digitalmente por LUPIOLA CHAMORRO, JAGOBA (FIRMA)
Fecha: 2023.09.01 08:18:09 +02'00'

Jagoba Lupiola Chamorro

Ingeniero de Caminos, C. y P.

Ingeniero Director del Proyecto

- Abastecimiento -

JAVIER BLANCO MORIÑIGO - 44978104V
Firmado digitalmente por JAVIER BLANCO MORIÑIGO - 44978104V
Fecha: 2023.09.01 09:01:25 +02'00'

Javier Blanco Moríñigo

Ingeniero Técnico de Minas

APÉNDICE 1. “PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES”.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I – INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES 4

1.1 OBJETO DEL PLIEGO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN 4

1.2 DISPOSICIONES GENERALES 5

1.2.1 Dirección de obra 5

1.2.2 Representación del contratista 6

1.2.3 Documentos que se entregan al contratista 6

1.2.3.1 Documentos contractuales 6

1.2.3.2 Documentos informativos 6

1.2.4 Cumplimiento de las ordenanzas y normativas vigentes. Permisos y licencias 7

1.3 DEFINICIÓN DE LAS OBRAS 8

1.3.1 Documentos que definen las obras y orden de prelación 8

1.3.1.1 Planos 8

1.3.1.2 Planos adicionales 8

1.3.1.3 Interpretación de planos 8

1.3.1.4 Confrontación de planos y medidas 8

1.3.1.5 Contradicciones, omisiones o errores en la documentación 8

1.3.1.6 Planos complementarios de detalle 9

1.3.1.7 Archivo actualizado de Documentos que definen las obras. Planos de obra realizada ("As Built") 9

1.3.1.8 Descripción de las obras del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares 9

1.4 GARANTÍA Y CONTROL DE CALIDAD DE LAS OBRAS 10

1.4.1 Definición 10

1.4.2 Sistema de garantía de calidad 10

1.4.3 Programa de garantía de calidad 10

1.4.3.1 Organización 10

1.4.3.2 Procedimientos, Instrucciones y Planos 11

1.4.3.3 Control de materiales y servicios comprados 11

1.4.3.4 Manejo, Almacenamiento y Transporte 11

1.4.3.5 Procesos especiales 11

1.4.3.6 Inspección de obra por parte del Contratista 11

1.4.3.7 Gestión de la documentación 12

1.4.4 Planes de control de calidad (P.C.C) y programa de puntos de inspección (P.P.I) 12

1.4.5 Abono de los costos del sistema de garantía de calidad 13

1.4.6 Nivel de control de calidad 13

1.4.7 Inspección y control de calidad por parte de la dirección de obra 13

1.5 SEGURIDAD Y SALUD 15

1.5.1 Estudio de Seguridad y Salud 15

1.5.2 Plan de seguridad y salud 15

1.5.2.1 Información de riesgos facilitados por el titular del centro de trabajo 16

1.5.2.2 Medidas de emergencia 16

1.5.2.3 Información de los riesgos de la instalación en los trabajos de puesta en marcha 16
1.5.2.4 Información de los riesgos de la instalación en los trabajos posteriores.....17
1.5.3 Organización preventiva del contratista en obra..... 17
1.5.4 Subcontratación..... 17
1.5.5 Control de acceso..... 17
1.5.6 Comunicación de Accidentes de trabajo y datos de siniestralidad 18
1.5.7 Información y formación sobre riesgos de la instalación..... 18
1.5.8 Medición y valoración de las partidas de seguridad y salud 19
1.6 GESTIÓN AMBIENTAL..... 21
1.6.1 Definición..... 21
1.6.2 Apertura de centro ambiental..... 21
1.6.3 Plan ambiental en obra 21
1.6.4 Plan de gestión de residuos..... 21
1.6.5 Informe final de gestión de residuos 22
1.6.6 Técnico de medio ambiente..... 22
1.6.7 Autorizaciones ambientales 22
1.6.8 Suelos contaminados 23
1.6.9 Patrimonio cultural 23
1.6.10 Restauraciones y revegetaciones 23

1. CAPÍTULO I – INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES

1.1 OBJETO DEL PLIEGO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Pliego tiene por objeto la determinación de aquellas Prescripciones Técnicas que con carácter general regirán el desarrollo de obras del CABB.

Las prescripciones de este Pliego serán de aplicación a las obras del CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA, incluso a las de carácter municipal, en el ámbito de los municipios integrados en el Consorcio, y a cualesquiera otras en que así se establezca, en todo lo que no sean explícitamente modificadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares (P.P.T.P.). Quedarán incorporadas al Proyecto y, en su caso, al Contrato de Obras, por simple referencia en el citado P.P.T.P., en el cual se indicará preceptivamente que será de aplicación el presente texto del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (P.P.T.G)

En todos los artículos del presente Pliego General de Prescripciones Técnicas se entenderá que su contenido rige para las materias que expresan sus títulos en cuanto no se oponga a lo establecido en disposiciones legales vigentes.

1.2 DISPOSICIONES GENERALES

1.2.1 Dirección de obra

El Director de Obra es la persona con titulación adecuada y suficiente, directamente responsable de la comprobación y vigilancia de la correcta realización de las obras contratadas.

Para el desempeño de su función, podrá contar con colaboradores a sus órdenes, que desarrollarán su labor en función de las atribuciones derivadas de sus títulos profesionales o de sus conocimientos específicos, y que integrarán la "Dirección de la obra" (en lo sucesivo "Dirección").

Las funciones del Director, en orden a la dirección, control y vigilancia de las obras que fundamentalmente afectan a sus relaciones con el Contratista, son las siguientes:

- Exigir al Contratista, directamente o a través del personal a sus órdenes, el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Garantizar la ejecución de las obras con estricta sujeción al proyecto aprobado, modificaciones debidamente autorizadas y el cumplimiento del programa de trabajos.
- Definir aquellas condiciones técnicas que los Pliegos de Prescripciones correspondientes dejan a su decisión.
- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de materiales y ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del Contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del Contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestascorrespondientes.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarios para la ejecución de las obras y ocupación de los bienes afectados por ellas, y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionados con las mismas.
- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en caso de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso, para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal y material de la obra.
- Acreditar al Contratista las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.
- Participar en la recepción de las obras y redactar su liquidación, conforme a las normas legales establecidas.

El Contratista estará obligado a prestar su colaboración al Director para el normal cumplimiento de las funciones a éste encomendadas.

Las atribuciones asignadas en el presente Pliego al Director de la Obra y las que le asigne la legislación vigente, podrán ser delegadas en su personal colaborador, de acuerdo con las prescripciones establecidas, pudiendo exigir el Contratista que dichas atribuciones delegadas se emitan explícitamente en orden que conste en el correspondiente "Libro de Órdenes".

Cualquier miembro del equipo colaborador del Director de Obra, incluido explícitamente en el órgano de Dirección de Obra, podrá dar, en caso de emergencia, a juicio de él mismo, las instrucciones que estime pertinentes, dentro de las atribuciones legales, que serán de obligado cumplimiento por el Contratista.

La inclusión en el presente Pliego de las expresiones Director de Obra y Dirección de Obra son prácticamente ambivalentes, teniendo en cuenta lo antes enunciado, si bien debe entenderse aquí que, al indicar Dirección de Obra, las funciones o tareas a que se refiere dicha expresión son presumiblemente delegables.

1.2.2 Representación del contratista

El Contratista, antes de que se inicien las obras, propondrá formalmente por escrito el nombre de la persona que haya de estar por su parte al frente de las mismas para representarle como "Delegado de Obra", según lo dispuesto en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado (P.C.A.G.). Su aceptación por parte del Director de la Obra podrá ser denegada en un principio y en cualquier momento del curso de la obra, si hubiere motivos para ello a juicio de éste.

Este representante tendrá la titulación y experiencia suficiente que se hagan constar en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares del Contrato (P.C.A.P.), también llamado Pliego de Bases de la Licitación, debiendo residir en la zona donde se desarrollen los trabajos, y no podrá ser sustituido sin previo conocimiento y aceptación por parte de la Dirección de Obra.

Igualmente, comunicará los nombres, condiciones y organigrama de las personas que, dependiendo del citado representante, hayan de tener mando y responsabilidad en sectores de la obra, siendo obligado que exista un Técnico con titulación, al menos, de Grado Medio con plena dedicación en calidad de Jefe de Obra siendo de aplicación todo lo indicado anteriormente en cuanto a sustituciones de personas y residencia.

La Dirección de Obra podrá suspender los trabajos, sin que de ello se deduzca alteración alguna de los términos y plazos contratados, cuando no se realicen bajo la dirección del personal facultativo designado para los mismos.

La Dirección de Obra podrá exigir al Contratista la designación de nuevo personal facultativo, cuando así lo requieran las necesidades de los trabajos. Se presumirá existe siempre dicho requisito en los casos de incumplimiento de las órdenes recibidas o de negativa a suscribir, con su conformidad o reparos, los documentos que reflejen el desarrollo de las obras, como partes de situación, datos de medición de elementos a ocultar, resultados de ensayos, órdenes de la Dirección y análogos definidos por las disposiciones del Contrato o convenientes para un mejor desarrollo del mismo.

1.2.3 Documentos que se entregan al contratista

Los documentos, tanto del Proyecto como otros complementarios, que la Administración entrega al Contratista, pueden tener valor contractual o meramente informativo.

1.2.3.1 Documentos contractuales

Serán documentos contractuales los planos, el pliego de prescripciones técnicas, los cuadros de precios y los plazos parciales que pudieran fijarse al aprobar el programa de trabajos.

En el caso de estimarse necesario calificar de contractual cualquier otro documento del Proyecto, se hará constar así en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, estableciendo a continuación las normas por las que se regirán los incidentes de contradicción con los otros documentos contractuales de forma análoga a la expresada en el apartado 1.3, subapartado 1.3.1.5 del presente Pliego. No obstante, lo anterior, el carácter contractual sólo se considerará aplicable a dicho documento si se menciona expresamente en el Pliego de Bases de la Licitación (P.C.A.P.).

1.2.3.2 Documentos informativos

Tanto la información geotécnica del proyecto como la existencia y ubicación de servicios afectados, los datos sobre procedencia de materiales (a menos que tal procedencia se exija en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares), ensayos, condiciones locales, diagramas de movimientos de tierra, posibles vertederos, estudios de maquinaria, de programación, de condiciones climáticas, de justificación de precios, y en general, todos los que se incluyen habitualmente en la Memoria de los

Proyectos, son documentos informativos. Dichos documentos representan una opinión fundada de la Administración. Sin embargo, ello no supone que se responsabilice de la certeza de los datos que se suministran; y, en consecuencia, debe aceptarse tan sólo como complementos de la información que el Contratista debe adquirir directamente y con sus propios medios.

Por tanto, el Contratista será responsable de los errores que se puedan derivar de su defecto o negligencia en la consecución de todos los datos que afectan al Contrato, al planeamiento y a la ejecución de las obras.

1.2.4 Cumplimiento de las ordenanzas y normativas vigentes. Permisos y licencias.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la legislación vigente que, por cualquier concepto durante el desarrollo de los trabajos, le sea de aplicación, aunque no se encuentre expresamente indicada en este Pliego o en cualquier otro documento de carácter contractual.

El Consorcio de Aguas Bilbao-Bizkaia facilitará las autorizaciones y licencias de su competencia que sean precisas al Contratista para la construcción de la obra y le prestará su apoyo en los demás casos, en que serán obtenidas por el Contratista, sin que esto dé lugar a responsabilidad adicional o abono por parte del Consorcio de Aguas Bilbao-Bizkaia.

1.3 DEFINICIÓN DE LAS OBRAS

1.3.1 Documentos que definen las obras y orden de prelación

Las obras quedan definidas por los documentos contractuales de Planos, Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, siendo, asimismo de aplicación, las Normas, Instrucciones o Reglamentos Oficiales que guarden relación con las obras del presente proyecto, en todo lo que no esté expresamente previsto en el presente Pliego ni se oponga a él.

En caso de discrepancia entre las normas anteriores y salvo manifestación expresa en contrario en el presente proyecto, se entenderá que es válida la prescripción más restrictiva.

Las contradicciones que puedan existir entre los distintos condicionados, serán resueltas por la Dirección de Obra, que así mismo determinará, la normativa más restrictiva en caso de contradicción.

Cuando en algunas disposiciones se haga referencia a otra que haya sido modificada o derogada, se entenderá que dicha modificación o derogación se extiende a aquella parte de la primera que haya quedado afectada.

No es propósito, sin embargo, de planos y Pliego de Prescripciones el definir todos y cada uno de los detalles o particularidades constructivas que puede requerir la ejecución de las obras, ni será responsabilidad del Consorcio la ausencia de tales detalles.

1.3.1.1 Planos

Las obras se realizarán de acuerdo con los planos del Proyecto utilizado para la adjudicación, y con las instrucciones y planos adicionales de ejecución que entregue la Dirección de Obra al Contratista.

1.3.1.2 Planos adicionales

El Contratista deberá solicitar el día primero de cada mes los planos adicionales de ejecución que eventualmente pudieran ser necesarios por omisión, ampliación o modificación de obra para definir las unidades que hayan de realizarse sesenta (60) días después de dicha fecha. Los planos solicitados en estas condiciones serán entregados al Contratista en un plazo no superior a treinta (30) días.

1.3.1.3 Interpretación de planos

Cualquiera duda en la interpretación de los planos deberá ser comunicada al Director de Obra, el cual, antes de quince (15) días, dará las explicaciones necesarias para aclarar los detalles que no estén perfectamente definidos en los planos.

1.3.1.4 Confrontación de planos y medidas

El Contratista deberá confrontar, inmediatamente después de recibirlos, todos los planos que le hayan sido facilitados, y deberá informar prontamente al Director de las Obras sobre cualquier contradicción.

El Contratista deberá confrontar los planos y comprobar las cotas antes de aparejar la obra y será responsable por cualquier error que hubiera podido evitar de haberlo hecho.

1.3.1.5 Contradicciones, omisiones o errores en la documentación

En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, prevalece lo prescrito en este último. En todo caso, ambos documentos prevalecerán sobre el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos; siempre que, a juicio del Director, quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente, y ésta tenga precio en el Contrato.

Si el Director de Obra encontrase incompatibilidad en la aplicación conjunta de todas las limitaciones técnicas que definen una unidad, aplicará solamente aquellas limitaciones que, a su juicio, reporten mayor calidad.

El Contratista estará obligado a poner cuanto antes en conocimiento del Director de Obra cualquier discrepancia que observe entre los distintos documentos del Proyecto o cualquier otra circunstancia surgida durante la ejecución de los trabajos, que diese lugar a posibles modificaciones del Proyecto.

Como consecuencia de la información recibida del Contratista, o propia iniciativa a la vista de las necesidades de la Obra, el Director de la misma podrá ordenar y proponer las modificaciones que considere necesarias de acuerdo con el presente Pliego, la Legislación vigente sobre la materia y las atribuciones asignadas por el Consorcio de Aguas Bilbao-Bizkaia.

1.3.1.6 Planos complementarios de detalle

Será responsabilidad del Contratista las elaboraciones de cuantos planos complementarios de detalle sean necesarios para la correcta realización de las obras.

1.3.1.7 Archivo actualizado de Documentos que definen las obras. Planos de obra realizada ("As Built")

El Contratista dispondrá en obra de una copia completa de los Pliegos de prescripciones, un juego completo de los planos del proyecto, así como copias de todos los planos complementarios desarrollados por el contratista o de los revisados suministrados por la Dirección de Obra, junto con las instrucciones y especificaciones complementarias que pudieran acompañarlos.

Una vez finalizadas las obras y como fruto de este archivo actualizado, el Contratista está obligado a presentar una colección de los Planos "As Built" o Planos de Obra Realmente Ejecutada, siendo de su cuenta los gastos ocasionados por tal motivo.

1.3.1.8 Descripción de las obras del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

En el P.P.T.P. se incluirá la descripción de las obras a las que este Pliego de Prescripciones Técnicas Generales habrá de aplicarse, además de lo establecido en el mencionado P.P.T.P.

1.4 GARANTÍA Y CONTROL DE CALIDAD DE LAS OBRAS

1.4.1 Definición

Se entenderá por Garantía de Calidad el conjunto de acciones planeadas y sistemáticas necesarias para proveer la confianza adecuada de que todas las estructuras, componentes e instalaciones se construyen de acuerdo con el contrato, códigos, normas y especificaciones de diseño.

La Garantía de Calidad incluye el Control de Calidad, el cual comprende aquellas acciones de comprobación de que la calidad está de acuerdo con requisitos predeterminados. El Control de Calidad de una Obra comprende los aspectos siguientes:

- Control de materias primas
- Calidad de equipos o materiales suministrados a obra, incluyendo su proceso de fabricación.
- Calidad de ejecución de las obras (construcción y montaje).
- Calidad de la obra terminada (inspección y pruebas).

El Contratista es responsable de la calidad de las obras que ejecuta.

1.4.2 Sistema de garantía de calidad

Con objeto de asegurar la calidad de las actividades que se desarrollen durante las distintas fases de la obra, el Consorcio de Aguas tiene establecido un Sistema de Garantía de Calidad cuyos requisitos, junto con los contenidos en el presente Pliego General de Condiciones y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares serán de aplicación al trabajo y actividades de cualquier organización o individuo participante en la realización de la obra.

El Contratista, someterá a la aprobación de la Dirección de Obra el Programa propio que prevé desarrollar para llevar a cabo lo descrito en cada uno de los capítulos del Manual de Garantía de Calidad.

En este programa, que se redactará respetando los requisitos de las Normas UNE EN ISO 9001:2015 y 14001:2015 o sus últimas actualizaciones, se definirá el alcance en cuanto a controles de plantas y de suministros, así como el tipo e intensidad de ensayos de control de calidad a realizar en todas las unidades de obra susceptibles de ello.

1.4.3 Programa de garantía de calidad

Una vez adjudicada la oferta y un mes antes de la fecha programada para el inicio de los trabajos, el Contratista enviará a la Dirección de Obra un Programa de Garantía de Calidad.

La Dirección de Obra evaluará el programa y comunicará por escrito al Contratista su aprobación o comentarios.

El Programa de Garantía de Calidad comprenderá, como mínimo, la descripción de los siguientes conceptos.

1.4.3.1 Organización

Se incluirá en este apartado un organigrama funcional y nominal específico para el contrato.

El organigrama incluirá la organización específica de Garantía de Calidad acorde con las necesidades y exigencias de la obra. Los medios, ya sean propios o ajenos, estarán adecuadamente homologados.

1.4.3.2 Procedimientos, Instrucciones y Planos

Todas las actividades relacionadas con la construcción, inspección y ensayo, deben ejecutarse de acuerdo con instrucción de trabajo, procedimientos, planos u otros documentos análogos que desarrollen detalladamente lo especificado en los planos y Pliegos de Prescripciones del Proyecto.

El Programa contendrá una relación de tales procedimientos, instrucciones y planos que, posteriormente, serán sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra, con la suficiente antelación al comienzo de los trabajos.

1.4.3.3 Control de materiales y servicios comprados

El Contratista presentará a la Dirección de Obra y para cada equipo, una relación de tres posibles suministradores debidamente documentada, con el fin de que la Dirección elija el que estime más adecuado. Los tres equipos propuestos deberán cumplir las especificaciones mínimas determinadas en el P.P.T.P.

La documentación a presentar para cada equipo o material propuesto será como mínimo la siguiente:

- Plano de equipo.
- Plano de detalle.
- Documentación complementaria suficiente para que el Director de la Obra pueda tener la información precisa para determinar la aceptación o rechazo del equipo.
- Materiales que componen cada elemento del equipo.
- Normas de acuerdo con las cuales ha sido diseñado.
- Normas a emplear para las pruebas de recepción, especificando cuales de ellas deben realizarse en banco y cuales en obra. Para las primeras deberá avisarse a la Dirección de la Obra con quince días (15 días) de anticipación a la fecha de pruebas.

1.4.3.4 Manejo, Almacenamiento y Transporte

El Programa de Garantía de Calidad a desarrollar por el Contratista deberá tener en cuenta los procedimientos e instrucciones propias para el cumplimiento de los requisitos relativos al transporte, manejo y almacenamiento de los materiales y componentes utilizados en la obra.

1.4.3.5 Procesos especiales

Los procesos especiales tales como soldaduras, ensayos, pruebas, etc., serán realizados y controlados por personal cualificado del Contratista, utilizando procedimientos homologados de acuerdo con los Códigos, Normas y Especificaciones.

El Programa definirá los medios para asegurar y documentar tales requisitos.

1.4.3.6 Inspección de obra por parte del Contratista

El Contratista es responsable de realizar los controles, ensayos, inspecciones y pruebas requeridos en el presente Pliego y en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares. La Dirección de Obra tendrá acceso directo a la ejecución de cualquier ensayo y a la obtención sin demora de sus resultados del Contratista. Igualmente, podrá entrar en contacto directo con el personal que el Contratista empleará en su autocontrol con dedicación exclusiva y cuya relación, será recogida en el Plan de Control de Calidad, incluyendo sus respectivos "Currícula Vitae" y experiencias en actividades similares.

El Programa deberá definir la sistemática a desarrollar por el Contratista para cumplir este apartado.

1.4.3.7 Gestión de la documentación

Se asegurará la adecuada gestión de la documentación relativa a la calidad de la obra de forma que se consiga una evidencia final documentada de la calidad de los elementos y actividades incluidos en el Programa de Garantía de Calidad.

El Contratista definirá los medios para asegurarse de que toda la documentación relativa a la calidad de la construcción es archivada y controlada hasta su entrega a la Dirección de Obra.

1.4.4 Planes de control de calidad (P.C.C) y programa de puntos de inspección (P.P.I)

El Contratista presentará a la Dirección de Obra un Plan de Control de Calidad para cada actividad o fase de obra con un mes de antelación a la fecha programada de inicio de la actividad o fase, con especificación detallada de los medios humanos y materiales que se compromete a utilizar durante el desarrollo de las obras para este fin.

La Dirección de Obra evaluará el Plan de Control de Calidad y comunicará por escrito al Contratista su aprobación o comentarios.

Las actividades o fases de obra para las que se presentará Plan de Control de Calidad, serán, entre otras, las siguientes:

- Recepción y almacenamiento de materiales.
- Fabricación de tubos.
- Colocación de tubos en zanja.
- Rellenos y compactaciones.
- Construcción de Pozos de Registro.
- Construcción de túneles.
- Obras de fábrica.
- Hinca de tuberías.
- Fabricación y transporte de hormigón.

El Plan de Control de Calidad, incluirá como mínimo, la descripción de los siguientes conceptos cuando sean aplicables:

- Descripción y objeto del Plan.
- Códigos y normas aplicables.
- Materiales a utilizar.
- Planos de construcción.
- Procedimientos de construcción.
- Procedimientos de inspección, ensayo y pruebas.
- Proveedores y subcontratistas.
- Embalaje, transporte y almacenamiento.
- Marcado e identificación.
- Documentación a generar referente a la construcción, inspección, ensayos y pruebas.

Adjunto al P.P.C. se incluirá un Programa de Puntos de Inspección, documento que consistirá en un listado secuencial de todas las operaciones de construcción, inspección, ensayos y pruebas a realizar durante toda la actividad o fase de obra.

Para cada operación se indicará, siempre que sea posible, la referencia de los planos y procedimientos a utilizar, así como la participación de las organizaciones del Contratista en los controles a realizar. Se dejará un espacio en blanco para que la Dirección de Obra pueda marcar sus propios puntos de inspección.

Una vez finalizada la actividad o fase de obra, existirá una evidencia (mediante protocolos o firmas en el P.P.I.) de que se han realizado todas las inspecciones, pruebas y ensayos programados por las distintas organizaciones implicadas.

1.4.5 Abono de los costos del sistema de garantía de calidad

Los costos ocasionados al Contratista como consecuencia de las obligaciones que contrae en cumplimiento del Manual de Garantía de Calidad y del Pliego de Prescripciones, serán de su cuenta, y se entienden incluidos y repercutidos en los precios de Proyecto.

Por consiguiente, serán también de cuenta del Contratista, tanto los ensayos y pruebas que éste realice como parte de su propio control de calidad (control de producción, control interno o autocontrol), como los establecidos por la Administración para el control de calidad de "recepción" y que están definidos en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, en Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en la normativa general que sea de aplicación al presente Proyecto. Tal es el caso, por ejemplo, del hormigón armado y en masa.

Por ser de aplicación la instrucción EHE, es preceptivo el control de calidad en ella definido, y, de acuerdo con lo que se prescribe en el presente epígrafe, su costo es de cuenta del Contratista y se entiende incluido en el precio del hormigón.

1.4.6 Nivel de control de calidad

En los artículos correspondientes del presente Pliego o en los planos, se especifican el tipo y número de ensayos a realizar de forma sistemática durante la ejecución de la obra para controlar la calidad de los trabajos. Se entiende que el número fijado de ensayos es mínimo y que, en el caso de indicarse varios criterios para determinar su frecuencia, se tomará aquél que exija una frecuencia mayor.

El Director de Obra podrá modificar la frecuencia y tipo de dichos ensayos con objeto de conseguir el adecuado control de calidad de los trabajos, o recabar del Contratista la realización de controles de calidad no previstos en el proyecto. Los ensayos adicionales ocasionados serán de cuenta del Contratista siempre que su importe no supere el 0,2% del presupuesto de obra. Se considerará por cuenta del Consorcio aquella parte del coste de dichos ensayos adicionales que supere el 0,2 % del presupuesto de la obra.

1.4.7 Inspección y control de calidad por parte de la dirección de obra

La Dirección de Obra, por su cuenta, podrá mantener un equipo de Inspección y Control de Calidad de las obras y realizar ensayos de homologación y contradictorios.

La Dirección de Obra, para la realización de dichas tareas, con programas y procedimientos propios, tendrá acceso en cualquier momento a todos los tajos de la obra, fuentes de suministro, fábricas y procesos de producción, laboratorios y archivos de Control de Calidad del Contratista o Subcontratista del mismo.

El Contratista suministrará, a su costa, todos los materiales que hayan de ser ensayados, y dará las facilidades necesarias para ello.

El coste de la ejecución de estos ensayos contradictorios o de homologación, será por cuenta del Consorcio si como consecuencia de los mismos el suministro, material o unidad de obra cumple las exigencias de calidad.

Los ensayos serán por cuenta del Contratista en los siguientes casos:

- Si como consecuencia de los ensayos el suministro, material o unidad de obra es rechazado.

- Si se trata de ensayos adicionales propuestos por el Contratista sobre suministros, materiales o unidades de obra que hayan sido previamente rechazados en los ensayos realizados por la Dirección de Obra.

1.5 SEGURIDAD Y SALUD

1.5.1 Estudio de Seguridad y Salud

En cumplimiento de su deber de integrar la prevención de riesgos laborales en las decisiones de diseño, el proyectista ha valorado en el Proyecto las soluciones y sistemas constructivos que permiten la eliminación y/o disminución de los riesgos laborales en las fases de construcción, operación y mantenimiento de la futura instalación.

A su vez, ha redactado el Estudio de Seguridad y Salud que analiza la problemática de Seguridad y Salud específica del Proyecto, y basándose en la misma, ha establecido los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que han de utilizarse para evitar o minimizar los riesgos laborales previstos.

Por ello, en este documento el promotor proporciona la información preventiva necesaria para que el contratista pueda planificar y llevar a cabo en la obra la prevención de riesgos laborales que la legislación en esta materia le exige.

1.5.2 Plan de seguridad y salud

El contratista elaborará un Plan de seguridad y salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en su caso, en función de los sistemas constructivos que realmente empleará para la ejecución de la obra.

El Plan de seguridad y salud en el trabajo será elaborado cumpliendo los requisitos y las especificaciones del Real Decreto 1627/1997, inmediatamente tras la adjudicación de la obra y siempre antes de la firma del acta de comprobación del replanteo.

El Plan deberá ser elaborado por un técnico competente. Esta competencia deberá ser avalada tanto técnica como preventivamente por parte del empresario contratista. Así, el Plan deberá ser redactado por un Técnico superior en prevención de riesgos laborales y con titulación técnica de Ingeniero, Ingeniero Técnico, Arquitecto o Arquitecto Técnico. El Plan será asumido como compromiso a aplicar en la obra y firmado por parte del representante del empresario contratista principal (Delegado o Jefe de Obra).

El Plan de Seguridad y Salud tendrá la estructura de un sistema de gestión de la seguridad en la obra concretando desde el programa de trabajos previsto, hasta los procedimientos de trabajo y las medidas a disponer y controlar durante la ejecución de las obras. Igualmente, definirá funciones y responsabilidades de la empresa contratista, subcontratistas y trabajadores autónomos, así como las actuaciones a poner en práctica por los mismos para controlar el cumplimiento de sus obligaciones legales en materia de prevención de riesgos laborales (formación e información de los trabajadores de la obra, control de la subcontratación, coordinación de actividades, control de las condiciones de trabajo, etc.).

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado por el Consorcio antes del inicio de la obra, con el correspondiente informe favorable del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Asimismo, dado que el Plan de Seguridad y Salud constituye el documento principal de la gestión preventiva del empresario contratista en la etapa de ejecución de la obra, se deberán seguir para su redacción las indicaciones dadas por el Coordinador de Seguridad y Salud de la misma, con objeto de que su contenido se adecue a lo exigido por el promotor antes de emitir el preceptivo Informe favorable con el que el Consorcio pueda proceder a su aprobación.

Cuando el devenir de las obras genere nuevas actividades, variaciones en el proceso de ejecución o imprevistos que motiven la actualización o modificación de las medidas preventivas básicas recogidas en el plan inicial, el contratista redactará el anexo correspondiente, que deberá seguir el mismo trámite que el plan al que modifica o complementa, esto es, aprobación por el promotor, previo informe favorable del coordinador, antes de su ejecución.

1.5.2.1 Información de riesgos facilitados por el titular del centro de trabajo

Cuando las obras tengan lugar dentro de instalaciones del Consorcio en servicio, en cumplimiento con las obligaciones recogidas en el artículo 7 del RD 171/2004 por el que el empresario titular del centro de trabajo debe informar sobre los riesgos existentes en éste que puedan afectar a los trabajadores de empresas concurrentes y sobre las medidas que deben aplicarse cuando se produzcan situaciones de emergencia, se incluirá en el Estudio de Seguridad y Salud el apartado correspondiente a los riesgos propios del centro de trabajo, las medidas referidas a la prevención de tales riesgos y las medidas de emergencia que se deben aplicar en dicha instalación. Toda esta información deberá estar contenida en el Plan de Seguridad y Salud que el contratista redacte.

El contratista deberá asegurarse de que la información a la que se refiere el apartado anterior siga vigente a la hora de redactar el Plan de Seguridad y Salud, en caso contrario solicitará a la Dirección Facultativa que le sea entregada la información actualizada.

1.5.2.2 Medidas de emergencia

El contratista debe incorporar al Plan de Seguridad y Salud un plan de medidas de actuación en caso de emergencia y evacuación en el que se preste especial atención a las medidas que, en materia de primeros auxilios, lucha contra incendio y evacuación de trabajadores, requieran las obras que se vayan a ejecutar. En dicho Plan se incluirán los conciertos suscritos o a suscribir por el contratista con servicios externos en materia de primeros auxilios, asistencia médica de urgencia, salvamento y lucha contra incendios, y se determinará el personal encargado de la aplicación y vigilancia periódica del correcto funcionamiento de las medidas previstas, definiendo la estructura y responsabilidades del equipo, su formación y el del material que tendrá a su disposición, los protocolos de actuación en caso de posible emergencia, y la documentación que acredite la formalización de los conciertos con los servicios externos citados.

Cuando las obras se lleven a cabo en las instalaciones en servicio del CABB, las medidas de emergencia elaboradas por el contratista deberán estar en consonancia con la información facilitada por el Consorcio referidas en el punto 1.5.2.1.

1.5.2.3 Información de los riesgos de la instalación en los trabajos de puesta en marcha

Un mes antes de la finalización de la obra y antes de la puesta en servicio de la instalación, el contratista deberá entregar el manual de instrucciones de todas las máquinas al menos en castellano, así como toda la información relativa a las condiciones de correcta utilización de los equipos de trabajo de la instalación construida, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse y cualquier otra información preventiva que pueda resultar de utilidad.

Con la información obtenida, el contratista deberá recoger en el Plan de Seguridad y Salud en forma de anexo, una previsión de los riesgos y las medidas preventivas correspondientes a los trabajos que tendrán lugar en la obra durante la puesta en marcha.

1.5.2.4 Información de los riesgos de la instalación en los trabajos posteriores

El contratista debe recoger en el Plan de Seguridad y Salud una previsión de los riesgos y las medidas preventivas correspondientes a los trabajos de explotación y mantenimiento que tendrán lugar en la instalación una vez se haya puesto en marcha.

1.5.3 Organización preventiva del contratista en obra

El empresario contratista principal contará en obra con la organización preventiva definida en su Plan de Seguridad y Salud, los medios, estructura, obligaciones, funciones y responsabilidades de los integrantes de la citada organización cuya finalidad será poner en práctica todas las obligaciones legales ya expuestas. Al frente de la citada organización deberá figurar un técnico de prevención acreditado para desempeñar funciones correspondientes al nivel superior en prevención de riesgos laborales. Dicho técnico deberá incorporarse a la estructura técnica de la empresa a asignar en la obra, asumiendo labores de gestión preventiva en los trabajos con arreglo a los preceptos establecidos en la normativa vigente.

Asimismo, el contratista desarrollará a través de esté Técnico y del resto de los demás Recursos Preventivos designados, la información de riesgos a los trabajadores de la obra, así como la obligada vigilancia de las condiciones de seguridad en las que se realizan los trabajos y su control documental, especialmente aquellos tajos en los que se realicen actividades consideradas con riesgos especiales de acuerdo a lo establecido en su Plan de Seguridad y Salud.

La Dirección facultativa podrá exigir al Contratista, si así lo considerara necesario debido a la idiosincrasia de las obras, que el técnico de prevención ejerza sus funciones con dedicación exclusiva a éstas, no suponiendo en ningún caso costo adicional a la obra.

1.5.4 Subcontratación

El contratista principal deberá presentar antes del comienzo de la obra, una propuesta por escrito según formato proporcionado por la Dirección de las Obras, de su previsión de subcontratar, informando sobre qué empresas prevé subcontratar, los trabajos que subcontratará y la fecha de comienzo y duración prevista para estos trabajos, así como el importe en porcentaje sobre el presupuesto de adjudicación.

Cuando a lo largo de la ejecución de las obras, esta previsión se vea modificada por cualquier razón, enviará la revisión correspondiente del mencionado documento para su aprobación.

Conforme a lo establecido en el artículo 16.2.a) del Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, Reguladora de la Subcontratación en el Sector de la Construcción (R.D. 1109/2007), el contratista deberá comunicar cada subcontratación anotada en el Libro de Subcontratación al Coordinador de Seguridad y Salud.

1.5.5 Control de acceso

El contratista deberá entregar mensualmente al coordinador de seguridad y salud la documentación requerida por éste en relación al control de acceso de trabajadores y maquinaria que intervendrán en las obras. Esta documentación deberá estar revisada por el técnico de prevención o persona responsable dentro de la empresa, debiendo entregar también copia del registro de control de la documentación firmado por la persona que ha realizado la revisión de la documentación.

En obras que se ejecuten en el interior de las instalaciones del CABB, el contratista adjudicatario deberá cumplir lo dispuesto en el procedimiento IT-PR-CABB-GSST-03 “Instrucción técnica sobre los requisitos de prevención para trabajos de obras de construcción”. El Coordinador de Seguridad y Salud asignado a la obra solicitará al contratista la documentación requerida en la mencionada instrucción y deberá

entregarse en la forma y plazo que él establezca para su verificación y control previo a la emisión del permiso de acceso a la obra.

En cualquier caso, no se habilitará el control de acceso a las obras al personal de empresas que no hayan sido propuestas por el contratista según lo expuesto en el apartado 1.5.4.

1.5.6 Comunicación de Accidentes de trabajo y datos de siniestralidad

Con independencia a lo que la ley establezca, cuando se produzca un "accidente laboral" (leve, grave o mortal) o "incidente significativo" en una obra, el contratista comunicará los hechos a la Dirección de obra, en la figura del Coordinador de Seguridad y Salud, en el mismo momento que tenga conocimiento de ello, y le proporcionará la información que se vaya recabando de lo acontecido (hora/fecha/localización/trabajos que se estaban desempeñando/ descripción del accidente o incidente, datos de los trabajadores, informes, …).

En el caso de que el accidente sea de consideración GRAVE, el contratista además enviará por escrito dentro de las primeras 12 horas de ocurrido el accidente, mediante la remisión de un fax, e-mail o notificación escrita de cualquier naturaleza, los datos iniciales relativos al accidente y una breve descripción de los hechos ocurridos.

Por cada accidente el contratista remitirá en un plazo no superior a una semana, la investigación del mismo realizada por la empresa del accidentado, así como un informe propio que recoja las causas que lo motivaron en relación al Plan de Seguridad y Salud de la obra, por si de él se derivaran actuaciones que impliquen la actualización del Plan o su modificación, con independencia de la actuación inminente que haya podido adoptar el Coordinador vía Libro de Incidencias una vez conocido el suceso si la gravedad y las circunstancias del mismo la hubieran motivado.

El contratista estará obligado además a entregar al Coordinador de seguridad y salud de la obra antes del día 5 de cada mes y durante el periodo de ejecución de los trabajos cuanta información de siniestralidad le solicite, (datos específicos, Índices de incidencia, frecuencia, gravedad…).

1.5.7 Información y formación sobre riesgos de la instalación

Previa la recepción de las obras, el contratista deberá entregar las declaraciones de conformidad y marcados CE y los manuales de las máquinas y equipos de trabajo colocados durante las obras, así como toda información necesaria sobre el manejo de la instalación y sus riesgos.

Así mismo, si durante las obras se hubieran instalado equipos sin marcado CE o varios equipos trabajando en conjunto, se deberá realizar previa a la puesta en marcha del mencionado equipo o conjunto, una auditoría por parte de una OCA, del cumplimiento del RD1215/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo,. Esta auditoría consistirá en la comprobación en campo tanto en marcha como parada del cumplimiento de todos y cada uno de ellos respecto al anexo 1 y anexo 2 del RD 1215/97, o de cualquier reglamentación industrial que le pueda afectar, y entregará junto con la documentación referida en el párrafo anterior el certificado de adecuación correspondiente identificando claramente el equipo o conjunto en cuestión mediante fotografías y números de inventario

Previa recepción de la obra o cuando el DO considere adecuado, el contratistacolaborará en la formación a los trabajadores que vayan a explotar la instalación en lo referente a los riesgos derivados de la utilización de los equipos, y sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse en aplicación del RD 1215/1997.

La instalación deberá quedar correctamente señalizada atendiendo a esta información. La señalización a colocar deberá ser previamente aprobada por la Dirección de Obra.

1.5.8 Medición y valoración de las partidas de seguridad y salud

El presupuesto que regirá las actuaciones de seguridad y salud en la obra será el del Estudio de Seguridad y Salud del proyecto recogido en el capítulo correspondiente, dentro del presupuesto de la obra. Este presupuesto podrá ser objeto de licitación a la baja conservando, por el contrario, las mediciones y calidades en él recogidas.

En la elaboración del plan de Seguridad y Salud, el contratista adjudicatario podrá proponer medidas preventivas alternativas a las recogidas en el ESS, siempre que ello no suponga variación del importe total ofertado ni implique, en ningún caso, una disminución de los niveles de seguridad previstos en el ESS.

El abono de las partidas correspondientes a la seguridad y salud de la obra se realizará mediante certificación mensual de la propuesta que el contratista presente a la Dirección facultativa.

Las mediciones de las partidas del capítulo de Seguridad y Salud previstas en el proyecto podrán ser ajustadas al alza o a la baja a lo largo del transcurso de las obras atendiendo a las unidades realmente ejecutadas, siempre de forma justificada, y sin que suponga, en ningún caso, un incremento del gasto superior al 10 por ciento del precio primitivo del contrato.

Si en el desarrollo de los trabajos aparecen nuevas unidades que requieran de medidas preventivas adicionales a las recogidas en el Estudio de Seguridad y Salud, éstas deberán recogerse en los anexos que el contratista elabore como complemento al documento original y ser previamente informadas favorablemente por el Coordinador de Seguridad y salud de la obra para su aprobación definitiva por parte de la propiedad. Su abono estará repercutido en el precio contradictorio que se apruebe para el abono de los trabajos que los han originado.

A continuación, se recogen los criterios de imputación de costes preventivos de los Estudios de Seguridad y Salud del CABB:

- Los medios y dispositivos legalmente exigidos por normas de carácter técnico (sin perjuicio de que se halle incluida en la Memoria del estudio como aspecto a cumplir en la obra) no se imputan con cargo al presupuesto del ESS sino que se encuentran incluidos dentro de los gastos generales del Presupuesto de la obra.
- Los costes correspondientes al personal de vigilancia, control de la obra y recursos preventivos requeridos durante la ejecución de la misma se consideran incluidos así mismo dentro de los gastos generales del Presupuesto de la obra.
- Los costes relacionados con la disposición y correcta utilización de los medios auxiliares a utilizar para la correcta ejecución de los trabajos (andamios, escaleras, cimbras, etc.), se encuentran considerados como costes indirectos de cada unidad de obra que demandan su utilización.
- No se dota partida alguna en el presupuesto del ESS relacionada con los equipos de protección individual requeridos para la correcta ejecución de los trabajos, (esto incluye también los equipos de protección generales como ropa de trabajo, casco, botas de seguridad, guantes,…, etc.) por haberse considerado el coste de adquisición, almacenamiento y mantenimiento de estos equipos de protección dentro de los costes directos de cada unidad de obra, excepción hecha de aquellos equipos de protección individual específicos sancionados como necesarios que se han considerado asociados a riesgos propios del lugar de trabajo o del entorno donde se realiza la obra.
- Dentro del precio de las protecciones colectivas de la obra recogidas en el ESS del proyecto se encuentra incluido el coste de su mantenimiento durante el tiempo en el que sean necesarias dentro de la obra, así como la verificación sistemática que garantice su total eficacia.
- Las obligaciones legales del empresario se abonan con cargo a los gastos generales del Presupuesto de la obra. Por ello, no se abonan con cargo al ESS costes relacionados con la formación que reciban los trabajadores en materia preventiva, reconocimientos médicos ordinarios, el servicio de

prevención de la empresa (técnico de prevención), recursos preventivos, o reuniones de seguridad y salud.

- Las casetas de almacén u oficina también son consideradas como gastos generales del contratista, excluyéndose por tanto del presupuesto del ESS.

1.6 GESTIÓN AMBIENTAL

1.6.1 Definición

Se entenderá por Gestión ambiental de las obras el conjunto de acciones planificadas y sistemáticas necesarias para garantizar que la actividad de la obra:

- Cumple con la normativa vigente en materia de medio ambiente y con las condiciones impuestas en las autorizaciones de carácter ambiental preceptivas para la ejecución de las obras, así como con aquellas condiciones que el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia pudiera imponer de cara a garantizar una adecuada protección ambiental.
- No supera los niveles de impacto previstos en el documento ambiental del proyecto, tras la aplicación de las necesarias medidas preventivas, correctoras y compensatorias.

El Contratista es el responsable de la adecuada gestión ambiental de las obras que ejecuta.

1.6.2 Apertura de centro ambiental

Antes del inicio de las obras, el contratista dará de alta un centro en la aplicación web IKS-eeM, con su correspondiente Número de Identificación Medio Ambiental (NIMA) asociado, que será específico de la obra en cuestión. El contratista indicará en el apartado de "observaciones" que el nuevo centro es una obra que promueve el CABB.

Todos los movimientos de residuos de construcción y demolición de la obra (en adelante RCD) serán adscritos al nuevo centro dado de alta.

1.6.3 Plan ambiental en obra

El contratista deberá presentar en el plazo máximo de un mes, tras la firma del acta de comprobación del replanteo, un "Plan Ambiental en Obra", concreto y particularizado, cuyo alcance mínimo responderá al siguiente índice:

- Descripción de las características de la obra.
- Descripción de los aspectos organizativos, estableciendo tareas concretas y responsabilidades.
- Identificación de los requisitos legales de carácter ambiental de aplicación directa, así como otros requisitos particulares derivados de autorizaciones de obra y de la declaración de impacto ambiental o resoluciones análogas.
- Identificación y evaluación de los aspectos ambientales de la obra y descripción del control operacional de los mismos.
- Descripción del procedimiento de actuación ante emergencias ambientales.
- Información gráfica que represente con la suficiente precisión la ubicación de las medidas preventivas y correctivas a implantar en obra, así como las instalaciones para el correcto almacenamiento de los RCD hasta su gestión final.

El Plan Ambiental en obra deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa de la obra.

1.6.4 Plan de gestión de residuos

El contratista deberá presentar en el plazo máximo de un mes tras la firma del acta de comprobación del replanteo, un "Plan de Gestión de RCD", concreto y particularizado a la obra, con el contenido mínimo establecido en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

El Plan de Gestión de RCD deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa de la obra, tras lo cual pasará a ser un documento contractual.

1.6.5 Informe final de gestión de residuos

El contratista deberá presentar en el plazo máximo de un mes tras la firma del acta de recepción de las obras un "Informe Final de Gestión de RCD", con el contenido establecido en el Decreto 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

El Informe Final de Gestión de RCD debe ser aprobado por la Dirección Facultativa de la obra.

1.6.6 Técnico de medio ambiente

El Contratista designará un técnico de medio ambiente para la obra, con la necesaria competencia y experiencia, y que, con una dedicación suficiente, se responsabilizará de:

- El cumplimiento del Plan Ambiental en Obra, del Plan de Gestión de RCD y de la redacción del Informe Final de Gestión de RCD.
- La interlocución entre el contratista y el Departamento de Medio Ambiente del CABB.
- La propuesta de aquellas medidas preventivas y/o correctivas, que no estando contempladas en el documento ambiental del Proyecto, sean precisas para mantener bajo control los aspectos ambientales de la obra.
- La obtención y entrega al CABB de toda la documentación ambiental pertinente, entre otra:
  - Documentos asociados a la gestión de RCD, incluyendo tierras y roca
  - Autorizaciones tramitadas por el contratista
  - Documentación asociada a la maquinaria
  - Certificados de los materiales usados en revegetaciones.

1.6.7 Autorizaciones ambientales

El CABB entregará al contratista todas aquellas autorizaciones e informes emitidos por las Autoridades Públicas competentes que sean preceptivas para la ejecución de la obra.

No obstante, el contratista deberá solicitar por su cuenta las siguientes autorizaciones, según sea necesario:

- Autorización de vertido al Dominio Público Hidráulico o al Dominio Público Marítimo Terrestre ante la Agencia Vasca del Agua.
- Autorización de vertido a la red de saneamiento ante el CABB o el Ayuntamiento correspondiente, según el caso.
- Concesión de aprovechamiento de aguas ante la Agencia Vasca del Agua.
- Comunicación previa o licencia de actividad para la ejecución de rellenos ante al Ayuntamiento correspondiente. Previamente, deberá obtener los informes favorables de la Agencia Vasca del Agua y del Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno Vasco, para lo que deberá presentar ante ambos organismos el correspondiente proyecto de relleno.

Así mismo, y de cara a la solicitud por parte del CABB de autorización de tala ante el Servicio de Montes de la Diputación Foral de Bizkaia, el contratista deberá elaborar y presentar al CABB información literal y gráfica sobre el número y características de los pies arbóreos a talar en cada parcela catastral afectada por el proyecto.

1.6.8 Suelos contaminados

Los movimientos de tierras en emplazamientos incluidos en el inventario de suelos que soportan o han soportado actividades potencialmente contaminantes del suelo, deben ser supervisados por una Entidad acreditada en la investigación y recuperación de la calidad del suelo.

En el caso de que el volumen a excavar sea superior a 500 m^3, se actuará según lo establecido en la preceptiva autorización del Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno Vasco, que deberá solicitar el CABB y cuyo otorgamiento ha de ser previo al inicio del movimiento de tierras. Si el volumen es inferior a 500 m^3, se deberá caracterizar el material y determinar la vía de gestión en función de las características del material y de las necesidades de la obra. En cualquier caso, finalizadas las actuaciones en este tipo de emplazamientos, se deberá redactar y remitir al Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno Vasco un informe final descriptivo de las actividades realizadas, que incluya la documentación asociada a la gestión externa de las tierras, en su caso. Todas estas actividades deben ser supervisadas y/o realizadas por una Entidad acreditada en la investigación y recuperación de la calidad del suelo.

La aparición durante las excavaciones de una obra de indicios de contaminación en emplazamientos no incluidos en el inventario de suelos que soportan o han soportado actividades potencialmente contaminantes del suelo, deberá ser inmediatamente comunicada a la Dirección de obra. De la mano de una Entidad acreditada en la investigación y recuperación de la calidad del suelo, se valorará la situación y se tomarán las medidas necesarias, según lo establecido en la Ley 4/2015, de 25 de junio, para la prevención y corrección de la contaminación del suelo.

1.6.9 Patrimonio cultural

La aparición durante las excavaciones de una obra de restos arqueológicos u otros elementos susceptibles de pertenecer al patrimonio cultural, deberá ser inmediatamente comunicada a la Dirección de obra. De la mano de una empresa especializada en estudios arqueológicos y debidamente acreditada, se valorará la situación y se tomarán las medidas necesarias, según lo establecido en la legislación vigente sobre protección del patrimonio cultural.

1.6.10 Restauraciones y revegetaciones

En caso de que sea necesario llevar a cabo actuaciones de restauración y revegetación de terrenos, el Contratista deberá presentar una propuesta específica para su aprobación por la Dirección de obra.

ÍNDICE

2. CAPÍTULO II – ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES 23

2.1 ORIGEN DE LOS MATERIALES 23

2.1.1 Materiales suministrados por el contratista 23

2.1.2 Materiales suministrados por el Consorcio de Aguas 23

2.1.3 Yacimientos y canteras 23

2.1.4 Materiales procedentes de otras obras 24

2.1.5 Otros materiales reciclados 24

2.2 Calidad de los materiales 25

2.2.1 Condiciones generales 25

2.2.2 Normas oficiales 25

2.2.3 Examen y prueba de los materiales 25

2.3 Materiales a emplear en rellenos, terraplenes y zanjas 26

2.3.1 Características generales 26

2.3.2 Origen de los materiales 26

2.3.3 Clasificación de los materiales 26

2.3.3.1 Suelos seleccionados 27

2.3.3.2 Suelos adecuados 27

2.3.3.3 Suelos tolerables 27

2.3.3.4 Suelos marginales 28

2.3.3.5 Suelos inadecuados 28

2.3.4 Empleo de los materiales por zonas de relleno en terraplén 28

2.3.4.1 Suelos para empleo en coronación 28

2.3.4.2 Suelos para empleo en núcleo 29

2.3.4.3 Suelos para empleo en espaldón 29

2.3.4.4 Suelos para empleo en cimiento 29

2.3.5 Tierra vegetal 29

2.3.6 Materiales a emplear en rellenos de zanjas 29

2.3.6.1 Material procedente de la excavación 29

2.3.6.2 Material seleccionado procedente de la excavación 30

2.3.6.3 Material de préstamo o cantera 30

2.3.7 Material filtrante 30

2.3.8 Control de calidad 31

2.3.9 Materiales reciclados 32

2.3.9.1 Áridos reciclados de residuos de construcción y demolición (RCD) 32

2.3.9.2 Árido siderúrgico de horno eléctrico 35

2.3.9.3 Otros materiales reciclados 38

2.4 Material granular para apoyo y recubrimiento de tuberías enterradas 39

2.4.1 Definición 39

2.4.2 Características 39

2.4.3 Control de calidad 39
2.5 Materiales para sistemas de sostenimiento 40
2.5.1 Definición 40
2.5.2 Entibaciones 40
2.5.2.1 Definición y características 40
2.5.2.2 Control de Calidad 41
2.5.3 Tablestacas 41
2.5.3.1 Definición y características 41
2.5.3.2 Tratamientos superficiales 41
2.5.3.3 Control de Calidad 42
2.5.4 Carriles para hincar 42
2.5.4.1 Definición y Características 42
2.5.4.2 Control de Calidad 42
2.5.5 Anclajes y bulones 42
2.5.5.1 Definición 42
2.5.5.2 Materiales 43
2.5.5.3 Control de Calidad 46
2.5.6 Gunitado 46
2.5.6.1 Definición 46
2.5.6.2 Materiales 46
2.5.6.3 Control de calidad 47
2.6 Materiales para estructuras de contención 49
2.6.1 Escolleras 49
2.6.1.1 Definición 49
2.6.1.2 Normas de referencia 49
2.6.1.3 Condiciones generales 49
2.6.1.4 Control de calidad 50
2.6.2 Cantería 50
2.6.2.1 Definición 50
2.6.2.2 Clases de piedras 51
2.6.2.3 Condiciones generales 51
2.6.2.4 Forma y dimensiones 52
2.6.2.5 Control de calidad 52
2.6.3 Gaviones 52
2.6.3.1 Condiciones Generales 52
2.6.3.2 Control de calidad 53
2.6.4 Tierra armada 53
2.6.4.1 Condiciones Generales 53
2.6.4.2 Control de Calidad 54
2.7 HORMIGONES Y SUS COMPONENTES 56
2.7.1 Definición 56
2.7.2 Áridos para hormigones 56

2.7.2.1 Generalidades 56
2.7.2.2 Designación y tamaños de los áridos 56
2.7.2.3 Suministro y almacenamiento de los áridos 57
2.7.2.4 Control de Calidad 58
2.7.3 Cementos 58
2.7.3.1 Definición 58
2.7.3.2 Condiciones Generales 59
2.7.3.3 Clasificación y Características 59
2.7.3.4 Recepción y almacenamiento 62
2.7.3.5 Control de calidad 62
2.7.4 Agua 63
2.7.4.1 Definición 63
2.7.4.2 Equipos 63
2.7.4.3 Criterios de aceptación y rechazo 63
2.7.4.4 Recepción 63
2.7.5 Aditivos para morteros y hormigones 64
2.7.5.1 Definición 64
2.7.5.2 Aditivos 64
2.7.5.3 Materiales 65
2.7.5.4 Equipos 65
2.7.5.5 Ejecución 65
2.7.5.6 Condiciones de suministro 65
2.7.5.7 Control de calidad 66
2.7.6 Adiciones a emplear en hormigones 66
2.7.6.1 Definición 66
2.7.6.2 Materiales 66
2.7.6.3 Condiciones del suministro 67
2.7.7 Hormigones 68
2.7.7.1 Definición y generalidades 68
2.7.7.2 Composición y tipología de hormigones 68
2.7.7.3 Hormigones reciclados 69
2.7.7.4 Hormigón ligero 70
2.7.7.5 Características 70
2.7.7.6 Dosificación del hormigón 71
2.7.7.7 Resistencia del hormigón frente al ataque por sulfatos 71
2.7.7.8 Fabricación y transporte a obra del hormigón 71
2.7.7.9 Puesta en obra del hormigón 72
2.7.7.10 Juntas de hormigonado 73
2.7.7.11 Hormigonado en condiciones especiales 73
2.7.7.12 Curado del hormigón 74
2.7.7.13 Acabado de superficies 74
2.7.7.14 Control de calidad 74

2.8 MORTEROS Y LECHADAS 76
2.8.1 Definición 76
2.8.1.1 Mortero 76
2.8.1.2 Mortero hidráulico 76
2.8.1.3 Lechada de cemento 76
2.8.2 Componentes del mortero 76
2.8.2.1 Cementos 76
2.8.2.2 Cales 76
2.8.2.3 Arenas 76
2.8.2.4 Aguas 76
2.8.3 Otros componentes del mortero 77
2.8.3.1 Aditivos 77
2.8.3.2 Adiciones 77
2.8.3.3 Clasificación y definiciones 77
2.8.4 Propiedades de los morteros 77
2.8.4.1 Mortero fresco 77
2.8.4.2 Mortero endurecido 77
2.8.5 Clases de morteros 78
2.8.6 Ensayos sobre mortero 79
2.8.6.1 Determinación de la consistencia 79
2.8.6.2 Determinación de la densidad aparente 79
2.8.6.3 Determinación del contenido de aire 80
2.8.6.4 Determinación del tiempo de fraguado 80
2.8.6.5 Determinación de las resistencias a flexión y compresión 80
2.8.6.6 Determinación de la adherencia 80
2.8.6.7 Determinación del coeficiente de agua por absorción capilar 80
2.8.6.8 Resistencia a la abrasión 80
2.8.7 Fabricación de los morteros 80
2.8.8 Control de calidad 80
2.9 MADERA 82
2.9.1 Condiciones generales 82
2.9.2 Madera para entibaciones y medios auxiliares 82
2.9.2.1 Ámbito de aplicación 82
2.9.2.2 Condiciones generales 82
2.9.3 Madera para encofrados y cimbras 83
2.9.3.1 Ámbito de aplicación. 83
2.9.3.2 Condiciones generales. 83
2.9.4 Características 83
2.9.4.1 Características físicas. 83
2.9.4.2 Características mecánicas 83
2.9.5 Recepción. 84
2.9.6 Control de calidad 84

2.10 ENCOFRADOS, APEOS Y CIMBRAS 85
2.10.1 Encofrados 85
2.10.1.1 Definición 85
2.10.1.2 Tipos de encofrado y características 85
2.10.1.3 Control de calidad 86
2.10.2 Apeos y cimbras 86
2.10.2.1 Características y condiciones generales 86
2.10.2.2 Cimbra autoportante 87
2.10.2.3 Elementos de arriostramiento 87
2.10.2.4 Control de calidad 88
2.11 ACERO Y MATERIALES METÁLICOS 89
2.11.1 Acero en armaduras 89
2.11.1.1 Barras corrugadas para hormigón estructural 89
2.11.1.2 Mallas electrosoldadas 90
2.11.1.3 Armaduras básicas electrosoldadas en celosía 91
2.11.2 Acero especial a emplear en armaduras pretensadas o postensadas 92
2.11.2.1 Definición, clasificación y características 92
2.11.2.2 Control de Calidad 93
2.11.3 Aceros laminados en estructuras metálicas 93
2.11.4 Acero para embebidos 94
2.11.4.1 Características 94
2.11.4.2 Control de Calidad 95
2.11.5 Acero forjado 95
2.11.5.1 Clasificación y características 95
2.11.5.2 Control de Calidad 96
2.11.6 Acero inoxidable 96
2.11.6.1 Características 96
2.11.6.2 Control de Calidad 97
2.11.7 Acero moldeado 97
2.11.7.1 Características 97
2.11.7.2 Control de Calidad 97
2.11.8 Elementos de unión de las estructuras metálicas 97
2.11.8.1 Características 97
2.11.8.2 Control de Calidad 97
2.11.9 Acero en entramados metálicos 98
2.11.9.1 Características 98
2.11.9.2 Control de Calidad 98
2.11.10 Alambre para atar 98
2.11.10.1 Características 98
2.11.10.2 Control de Calidad 98
2.11.11 Electrodos para soldar 99
2.11.11.1 Condiciones generales 99

2.11.11.2 Forma y dimensiones 99
2.11.11.3 Características del material de aportación 99
2.11.11.4 Control de Calidad 100
2.11.12 Fundición dúctil 100
2.11.12.1 Definición 100
2.11.12.2 Características 100
2.11.12.3 Control de Calidad 100
2.12 GALVANIZADOS POR INMERSION EN CALIENTE 101
2.12.1 Condiciones generales 101
2.12.2 Material a emplear 101
2.12.3 Características de recubrimiento 101
2.12.3.1 Aspecto 101
2.12.3.2 Adherencia 101
2.12.3.3 Masa de cinc por unidad de superficie 102
2.12.4 Espesor del revestimiento 102
2.12.5 Continuidad del revestimiento de cinc 102
2.12.6 Toma de muestras 102
2.13 ELEMENTOS METÁLICOS AUXILIARES 103
2.13.1 Cerramientos 103
2.13.2 Cadenas de seguridad 103
2.13.3 Pasamanos y barandillas 103
2.13.4 Escaleras 104
2.13.5 Pates 104
2.14 ELEMENTOS DE FUNDICIÓN 105
2.14.1 Definición y características 105
2.14.2 Marcos y tapas de registro 105
2.14.3 Control de calidad 105
2.15 TUBERÍAS DE HORMIGON EN MASA O ARMADO 106
2.15.1 Normativa y características generales y Materiales 106
2.15.1.1 Características comunes 106
2.15.1.2 Tuberías de Hormigón en masa 110
2.15.1.3 Tuberías de Hormigón armado 111
2.15.1.4 Tuberías de Hormigón no pretensado con Alma de Chapa 112
2.15.2 Tipos / Clasificación y Resistencia 113
2.15.2.1 Tuberías de Hormigón en masa 113
2.15.2.2 Tuberías de Hormigón Armado 113
2.15.2.3 Tuberías de Hormigón Armado con empujador 117
2.15.2.4 Tuberías de Hormigón con Alma de Chapa 119
2.15.3 Diseño / Geometría 119
2.15.3.1 Tuberías de Hormigón en masa 119
2.15.3.2 Tuberías de Hormigón Armado y con empujador 120

2.15.3.3 Tuberías de Hormigón con Alma de Chapa 122
2.15.4 Recepción de tuberías en fábrica 124
2.15.5 Control de calidad 125
2.15.5.1 Bases de aceptación de los tubos 125
2.15.5.2 Control sobre los materiales empleados en la fabricación de los tubos 125
2.15.5.3 Control de la resistencia a compresión del hormigón 127
2.15.5.4 Ensayos de flexión transversal 130
2.15.5.5 Recubrimiento de las armaduras 133
2.15.5.6 Ensayo de absorción 133
2.15.5.7 Ensayo de alcalinidad 134
2.15.5.8 Ensayos hidrostáticos 135
2.15.5.9 Control de la rugosidad de los tubos 135
2.15.5.10 Inspección de los tubos en procesos de fabricación 136
2.15.5.11 Inspección de los tubos acabados 136
2.15.5.12 Ensayo de estanqueidad 137
2.15.5.13 Ensayo de tuberías de hormigón con camisa de chapa 138
2.15.5.14 Ensayo de las juntas de goma 140
2.15.5.15 Marcado de los tubos, sello de conformidad 141
2.16 TUBERIAS DE GRES 143
2.16.1 Definición y Características generales materiales 143
2.16.2 Clasificación y Resistencia 143
2.16.3 Geometría 144
2.16.3.1 Diámetros interiores 144
2.16.3.2 Longitudes 145
2.16.3.3 Desviación de la línea recta 145
2.16.3.4 Espesores y tolerancias 145
2.16.4 Control de calidad 145
2.17 TUBERÍAS DE FUNDICIÓN DÚCTIL 147
2.17.1 Características generales. Materiales 147
2.17.2 Clasificación. Resistencia 148
2.17.3 Características geométricas 149
2.17.4 Control de Calidad 151
2.18 TUBERÍAS DE ACERO 152
2.18.1 Características Generales. Materiales 152
2.18.2 Clasificación y resistencia 154
2.18.3 Geometría 154
2.18.4 Control de calidad 155
2.19 TUBERIAS DE PVC-U 158
2.19.1 Definición y Características generales materiales 158
2.19.2 Clasificación y Resistencia 159
2.19.3 Geometría 159

2.19.3.1 Tuberías de PVC sin presión UNE 1.401 ... 159
2.19.3.2 Tuberías de PVC con presión UNE 1.452 ... 160
2.19.4 Control de calidad ... 162
2.20 TUBERIAS DE PVC-O ... 164
2.20.1 Definición ... 164
2.20.2 Clasificación y resistencia ... 164
2.20.3 Geometría ... 164
2.20.3.1 Diámetro y espesor de pared ... 165
2.20.3.2 Longitud ... 165
2.20.4 Control de calidad ... 166
2.21 TUBERÍAS DE POLIETILENO ... 167
2.21.1 Características Generales. Materiales ... 167
2.21.2 Clasificación. Resistencia ... 168
2.21.3 Geometría ... 168
2.21.4 Control de calidad ... 169
2.22 TUBERÍAS DE POLIPROPILENO ... 170
2.22.1 Características Generales. Materiales ... 170
2.22.2 Clasificación. Resistencia ... 170
2.22.3 Geometría ... 171
2.22.4 Control de calidad ... 171
2.23 TUBERIAS DE PRFV ... 173
2.23.1 Definición y características de los materiales ... 173
2.23.2 Clasificación y Resistencia ... 173
2.23.3 Geometría ... 174
2.23.3.1 Diámetro y tolerancias ... 175
2.23.3.2 Longitud ... 176
2.23.3.3 Tolerancia de la longitud efectiva ... 177
2.23.3.4 Espesor de pared ... 177
2.23.4 Control de calidad ... 177
2.24 ELEMENTOS ESTRUCTURALES PREFABRICADOS ... 178
2.24.1 Definición ... 178
2.24.2 Características geométricas y mecánicas ... 178
2.24.3 Expediente de fabricación ... 178
2.24.4 Materiales ... 179
2.24.5 Encofrados ... 179
2.24.6 Hormigonado de las piezas ... 179
2.24.7 Curado ... 180
2.24.8 Desencofrado, acopio, transporte, descarga y manipulación ... 180
2.24.9 Acopio en obra ... 181
2.24.10 Montaje de elementos prefabricados ... 181

2.24.10.1 Viguetas y losas alveolares ... 181
2.24.10.2 Realización de tabiques divisorios ... 182
2.24.10.3 Otros elementos prefabricados lineales ... 182
2.24.11 Uniones de elementos prefabricados ... 182
2.24.12 Tolerancias geométricas ... 183
2.24.13 Control de calidad ... 183
2.24.13.1 Control del hormigón para la fabricación de elementos prefabricados. ... 183
2.24.13.2 Control de la conformidad en la docilidad del hormigón ... 184
2.24.13.3 Control estadístico de la resistencia ... 184
2.25 PASOS INFERIORES DE CARRETERAS Y FERROCARRILES ... 186
2.25.1 Consideraciones generales ... 186
2.25.2 Galería prefabricada ... 186
2.25.2.1 Definición ... 186
2.25.2.2 Características técnicas ... 186
2.25.2.3 Control de recepción ... 189
2.26 ELEMENTOS PREFABRICADOS NO ESTRUCTURALES ... 190
2.26.1 Bloques prefabricados de hormigón ... 190
2.26.1.1 Definición ... 190
2.26.1.2 Materiales ... 190
2.26.1.3 Condiciones generales ... 190
2.26.1.4 Clasificación ... 190
2.26.1.5 Características Geométricas ... 191
2.26.1.6 Características Físicas ... 191
2.26.1.7 Características Mecánicas ... 191
2.26.1.8 Control de calidad. ... 191
2.26.1.9 Utilización ... 193
2.26.2 Baldosa de cemento ... 193
2.26.2.1 Definición ... 193
2.26.2.2 Materiales ... 193
2.26.2.3 Calidades ... 193
2.26.2.4 Características geométricas ... 194
2.26.2.5 Aspecto y estructura ... 194
2.26.2.6 Características físicas ... 194
2.26.2.7 Control de Calidad ... 194
2.26.3 Suelos de piedra natural ... 195
2.26.3.1 Características generales ... 195
2.26.3.2 Control de Calidad ... 195
2.26.4 Adoquines de piedra labrada ... 195
2.26.4.1 Condiciones generales ... 195
2.26.4.2 Mortero de asiento y lechadas de rejunte ... 196
2.26.4.3 Control de Calidad ... 196
2.26.5 Adoquines de hormigón ... 196

2.26.5.1 Condiciones generales ... 196
2.26.5.2 Materiales ... 197
2.26.5.3 Características ... 197
2.26.5.4 Control de calidad ... 197
2.26.6 Bordillos prefabricados de hormigón ... 198
2.26.6.1 Definición ... 198
2.26.6.2 Materiales ... 198
2.26.6.3 Forma y dimensiones ... 198
2.26.6.4 Características físico-mecánicas ... 198
2.26.6.5 Control de calidad ... 199
2.26.7 Bordillos de piedra natural ... 199
2.26.7.1 Características ... 200
2.26.7.2 Control de Calidad ... 200
2.26.8 Cunetas prefabricadas de hormigón ... 200
2.26.8.1 Definición ... 200
2.26.8.2 Condiciones generales ... 200
2.26.8.3 Características ... 201
2.26.8.4 Control de Calidad ... 201
2.26.9 Piezas para absorbederos y sumideros ... 201
2.26.9.1 Definiciones y características ... 201
2.26.9.2 Materiales ... 202
2.26.9.3 Fabricación ... 202
2.26.9.4 Control de calidad ... 202
2.27 MATERIALES PARA APOYOS Y JUNTAS ... 203
2.27.1 Apoyos elásticos para estructuras ... 203
2.27.1.1 Características ... 203
2.27.1.2 Zunchos de acero ... 204
2.27.1.3 Control de calidad ... 204
2.27.2 Apoyos elásticos para tuberías ... 204
2.27.2.1 Características ... 204
2.27.2.2 Control de Calidad ... 204
2.28 MATERIALES PARA FIRMES Y PAVIMENTOS FLEXIBLES ... 205
2.28.1 Materiales anticontaminantes (escoria granulada) ... 205
2.28.1.1 Definición ... 205
2.28.1.2 Procedencia ... 205
2.28.1.3 Reactividad ... 205
2.28.1.4 Contenido de agua ... 205
2.28.1.5 Granulometría ... 205
2.28.1.6 Control de Calidad ... 206
2.28.2 Materiales granulares para sub-bases ... 206
2.28.2.1 Definición ... 206
2.28.2.2 Procedencia y características de los materiales ... 206

2.28.2.3 Control de Calidad ... 206
2.28.3 Materiales para bases de macadam ... 207
2.28.3.1 Definición ... 207
2.28.3.2 Materiales ... 207
2.28.3.3 Control de Calidad ... 207
2.28.4 Materiales para simples o dobles tratamientos superficiales ... 208
2.28.4.1 Ligante bituminoso ... 208
2.28.4.2 Áridos ... 208
2.28.4.3 Control de Calidad ... 208
2.28.5 Materiales para riegos de imprimación ... 209
2.28.5.1 Ligante bituminoso ... 209
2.28.5.2 Áridos ... 209
2.28.5.3 Control de Calidad ... 209
2.28.6 Materiales para mezclas bituminosas en caliente ... 209
2.28.6.1 Ligantes bituminosos ... 209
2.28.6.2 Control de Calidad ... 209
2.29 MATERIALES ELASTOMERICOS ... 211
2.29.1 Apoyos elásticos para estructuras ... 211
2.29.1.1 Definición ... 211
2.29.1.2 Calidad y ensayos ... 211
2.29.1.3 Características y tolerancias ... 212
2.29.1.4 Zunchos de acero ... 212
2.29.2 Bandas elastoméricas para estanqueidad de juntas. ... 212
2.29.2.1 Definición ... 212
2.29.2.2 Características ... 212
2.29.2.3 Uniones y piezas especiales ... 213
2.29.2.4 Recepción ... 213
2.29.2.5 Transporte y almacenamiento ... 214
2.30 IMPERMEABILIZANTES ... 215
2.30.1 Condiciones que debe reunir la superficie a impermeabilizar ... 215
2.30.2 Pinturas de imprimación ... 215
2.30.3 Másticos de base asfáltica ... 215
2.30.4 Materiales de sellado ... 216
2.30.4.1 Masillas de aplicación en frío ... 216
2.30.4.2 Masillas de aplicación en caliente ... 217
2.30.5 Emulsiones asfálticas coloidales ... 217
2.30.6 Armaduras saturadas de productos asfálticos ... 218
2.30.7 Laminas asfálticas impermeables ... 218
2.30.7.1 Definición y clasificación ... 218
2.30.7.2 Condiciones Generales ... 218
2.30.7.3 Resistencia al calor ... 218
2.30.7.4 Adherencia ... 218

2.30.7.5 Absorción de agua ... 218
2.30.8 Material compresible para juntas de hormigonado ... 219
2.30.9 Control de calidad ... 219
2.30.10 Áridos a emplear en riegos de imprimación ... 219
2.30.11 Características ... 219
2.30.12 Control de Calidad ... 219
2.30.13 Áridos en mezclas bituminosas en caliente ... 219
2.30.13.1 Características ... 219
2.30.13.2 Control de Calidad ... 219
2.31 RESINAS EPOXI ... 220
2.31.1 Definición ... 220
2.31.2 Componentes de los sistemas epoxi ... 220
2.31.2.1 Sistema epoxi ... 220
2.31.2.2 Resinas de base ... 220
2.31.2.3 Endurecedores ... 220
2.31.3 Tipo de formulación ... 221
2.31.4 Características físicas y mecánicas ... 221
2.31.5 Almacenaje y preparación ... 221
2.31.6 Recepción y control ... 221
2.32 MORTEROS EPOXI ... 222
2.32.1 Definición ... 222
2.32.2 Materiales ... 222
2.32.2.1 Áridos ... 222
2.32.2.2 Formulación epoxi ... 222
2.32.3 Dosificación ... 222
2.32.4 Fabricación ... 222
2.33 IMPRIMACIONES Y PINTURAS ... 223
2.33.1 Condiciones generales ... 223
2.33.2 Pinturas de minio de plomo para imprimación anticorrosiva ... 223
2.33.2.1 Definición ... 223
2.33.2.2 Composición ... 223
2.33.2.3 Características de la pintura líquida ... 224
2.33.2.4 Características de la película seca de pintura ... 224
2.33.3 Imprimación para galvanizados y metales no ferreos ... 224
2.33.4 Imprimación selladora para hormigón ... 224
2.33.5 Esmaltes sintéticos ... 225
2.33.5.1 Definición ... 225
2.33.5.2 Características ... 225
2.33.5.3 Recepción ... 226
2.33.5.4 Normativa de aplicación ... 226
2.33.5.5 Conservación ... 226

2.33.6 Pintura plástica 227
2.33.7 Pintura al clorocaucho para acabado de superficies metálicas 227
2.33.7.1 Definición 227
2.33.7.2 Composición y empleo 227
2.33.8 Características de la brea epoxi 227
2.33.8.1 Preparación de la superficie 228
2.33.8.2 Humedad y temperatura 228
2.33.8.3 Preparación de la mezcla 229
2.33.9 Pinturas no especificadas 229
2.34 VÁLVULAS DE PASO O SECCIONAMIENTO 230
2.34.1 Definición 230
2.34.2 Tipos / clasificación 230
2.34.3 Características y materiales 230
2.34.3.1 Válvulas de Compuerta 230
2.34.3.2 Válvulas de Mariposa 231
2.34.3.3 Válvulas de Bola 232
2.34.3.4 Válvulas de Tajadera 232
2.34.4 Accionamiento 233
2.34.5 Protección superficial 233
2.34.5.1 Preparación de las superficies a proteger 233
2.34.5.2 Aplicación 233
2.34.6 Control de calidad 234
2.34.6.1 Puntos de inspección 235
2.34.6.2 Control de Calidad de los materiales 235
2.34.6.3 Control de Fabricación 235
2.34.6.4 Ensayos y pruebas en fábrica 236
2.34.6.5 Control del revestimiento 237
2.34.6.6 Procedimientos de reparación 237
2.34.6.7 Limpieza 237
2.34.6.8 Identificación 237
2.34.6.9 Referencias, certificados y garantías 238
2.35 VÁLVULAS DE RETENCIÓN 239
2.35.1 Definición 239
2.35.2 Tipos / clasificación 239
2.35.3 Características y materiales 239
2.35.3.1 Válvulas de Doble Clapeta (Muelle) 239
2.35.3.2 Válvulas de retención de Disco Axial (Muelle) 240
2.35.3.3 Válvulas de retención Múltiple 240
2.35.3.4 Válvulas de retención a Bola 241
2.35.3.5 Válvulas de retención de Pie 241
2.35.4 Protección superficial 242
2.35.4.1 Preparación de las superficies a proteger 242

2.35.4.2 Aplicación ... 242
2.35.5 Control de calidad ... 242
2.35.5.1 Puntos de inspección ... 243
2.35.5.2 Control de Calidad de los materiales ... 244
2.35.5.3 Control de Fabricación ... 244
2.35.5.4 Ensayos y pruebas en fábrica ... 245
2.35.5.5 Control del revestimiento ... 245
2.35.5.6 Procedimientos de reparación ... 245
2.35.5.7 Limpieza ... 246
2.35.5.8 Identificación ... 246
2.35.5.9 Referencias, certificados y garantías ... 246
2.36 VÁLVULAS DE CONTROL ... 247
2.36.1 Definición ... 247
2.36.2 Tipos ... 247
2.36.3 Características y materiales ... 247
2.36.3.1 Válvulas de Llenado de los Depósitos ... 247
2.36.3.2 Válvulas Control de Presión o Caudal ... 248
2.36.3.3 Válvulas de Sobrevelocidad ... 249
2.36.4 Protección superficial ... 250
2.36.4.1 Preparación de las superficies a proteger ... 250
2.36.4.2 Aplicación ... 250
2.36.5 Control de calidad ... 251
2.36.5.1 Puntos de inspección ... 252
2.36.5.2 Control de Calidad de los materiales ... 252
2.36.5.3 Control de Fabricación ... 252
2.36.5.4 Ensayos y pruebas en fábrica ... 253
2.36.5.5 Control del revestimiento ... 254
2.36.5.6 Procedimientos de reparación ... 254
2.36.5.7 Limpieza ... 254
2.36.5.8 Identificación ... 254
2.36.5.9 Referencias, certificados y garantías ... 255
2.37 VÁLVULAS DE AIREACIÓN ... 256
2.37.1 Definición ... 256
2.37.2 Tipos / Clasificación ... 256
2.37.2.1 Valvulas Aductoras ... 256
2.37.2.2 Purgadores automáticos ... 256
2.37.2.3 Ventosas Bifuncionales ... 256
2.37.2.4 Ventosas Trifuncionales ... 256
2.37.3 Diseño / Geometría ... 256
2.37.3.1 Válvulas aductoras ... 256
2.37.3.2 Purgadores automáticos ... 256
2.37.3.3 Ventosas Bifuncionales: ... 256

2.37.3.4 Ventosas Trifuncionales 257
2.37.4 Características de los materiales 257
2.37.5 Control de calidad 257
2.38 CARRETES DE DESMONTAJE 259
2.38.1 Definición 259
2.38.2 Tipos / Clasificación 259
2.38.3 Diseño / Geometría 259
2.38.4 Características de los materiales 259
2.38.5 Control de calidad 259
2.39 ESTABILIZADORES DE FLUJO 261
2.39.1 Definición 261
2.39.2 Tipos / Clasificación 261
2.39.3 Diseño / Geometría 261
2.39.4 Características de los materiales 261
2.39.5 Control de calidad 261
2.40 ACUMULADORES HIDRONEUMÁTICOS-ANTIARIETES 262
2.40.1 Definición 262
2.40.2 Tipos / Clasificación 262
2.40.3 Diseño / Geometría 262
2.40.4 Características de los materiales 262
2.40.5 Control de calidad 262
2.41 COMPENSADORES DE DILATACIÓN 263
2.41.1 Definición 263
2.41.2 Tipos / Clasificación 263
2.41.3 Características de los materiales 263
2.41.4 Control de calidad 263
2.42 JUNTAS ANTIVIBRATORIAS 264
2.42.1 Definición 264
2.42.2 Características de los materiales 264
2.42.3 Control de calidad 264
2.43 CLAPETAS DE DESCARGA 265
2.43.1 Definición 265
2.43.2 Tipos / Clasificación 265
2.43.3 Diseño / Geometría 265
2.43.4 Características de los materiales 265
2.43.5 Control de calidad 265
2.44 BOCAS DE RIEGO 267
2.44.1 Definición 267
2.44.2 Diseño / Geometría 267
2.44.3 Características de los materiales 267

2.44.4 Control de calidad ... 267
2.45 HIDRANTES ... 268
2.45.1 Definición ... 268
2.45.2 Tipos / Clasificación ... 268
2.45.3 Diseño / Geometría ... 268
2.45.4 Características de los materiales ... 268
2.45.5 Control de calidad ... 268
2.46 LIMPIADOR BASCULANTE ... 269
2.46.1 Definición ... 269
2.46.2 Diseño/geometría ... 269
2.46.3 Características de los materiales ... 270
2.46.4 Control de calidad ... 270
2.47 COMPUERTAS DESLIZANTES ... 271
2.47.1 Definición ... 271
2.47.2 Compuertas deslizantes de pared ... 271
2.47.2.1 Descripción ... 271
2.47.2.2 Tipos ... 271
2.47.2.3 Características de los materiales ... 271
2.47.3 Compuertas deslizantes de canal ... 272
2.47.3.1 Descripción ... 272
2.47.3.2 Tipos ... 272
2.47.3.3 Características de los materiales ... 273
2.47.4 Acuñamiento ... 273
2.47.5 Sistemas de accionamiento ... 273
2.47.5.1 Sistema de accionamiento en pozo ... 273
2.47.5.2 Sistema de accionamiento sobre suelo ... 273
2.47.5.3 Dispositivos de accionamiento eléctrico ... 274
2.47.6 Control de calidad ... 274
2.48 PANTALLAS DEFLECTORAS ... 275
2.48.1 Definición ... 275
2.48.2 Tipos/clasificación ... 275
2.48.3 Diseño/geometría ... 275
2.48.4 Características de los materiales ... 275
2.48.5 Control de calidad ... 275
2.49 TRAMEX ... 277
2.49.1 Definición ... 277
2.49.2 Tipos/clasificación ... 277
2.49.3 Diseño/geometría ... 277
2.49.4 Características de los materiales ... 277
2.49.5 Control de calidad ... 278

2.50 BOMBAS HIDRÁULICAS 279
2.50.1 Definición 279
2.50.2 Tipos/clasificación 279
2.50.3 Características de los materiales 279
2.50.4 Control de calidad 279
2.51 INSTRUMENTACIÓN 281
2.51.1 Definición 281
2.51.1.1 Manómetros 281
2.51.1.2 Caudalímetros 281
2.51.1.3 Medidores de nivel 282
2.51.2 Clasificación 284
2.51.2.1 Indicadores 284
2.51.2.2 Interruptores 284
2.51.2.3 Medidores transmisores 284
2.51.3 Características de los materiales 285
2.51.3.1 Manómetros 285
2.51.3.2 Manómetros con separador 285
2.51.3.3 Medidores de presión 286
2.51.3.4 Interruptores y medidores de nivel 286
2.51.3.5 Medidores de caudal en tubería 287
2.51.3.6 Medidores de caudal en tubería parcialmente llena 288
2.51.3.7 Contador de chorro 288
2.51.3.8 Contador de hélice de arrastre magnético 288
2.51.3.9 Medidores de caudal de aire 289
2.51.3.10 Medidores de oxígeno disuelto 289
2.51.3.11 Medidores de temperatura 290
2.51.3.12 Medidores de ph 291
2.51.3.13 Medidores de potencial redox 292
2.51.4 Control de calidad 292
2.52 VENTILACIÓN 294
2.52.1 Descripción 294
2.52.2 Tipos/clasificación 294
2.52.3 Componentes del sistema 294
2.52.4 Características de los materiales 295
2.52.5 Control de calidad 295
2.53 ACTUADORES 296
2.53.1 Definición 296
2.53.2 Clasificación 296
2.53.2.1 Eléctricos 296
2.53.2.2 Neumáticos 296
2.53.2.3 Hidráulicos 296

2.53.3 Características de los materiales ... 296
2.53.3.1 Eléctricos ... 296
2.53.3.2 Neumáticos ... 297
2.53.3.3 Hidráulicos ... 298
2.53.4 Control de calidad ... 300
2.54 MOTORES ELÉCTRICOS ... 301
2.54.1 Definición ... 301
2.54.2 Clasificación ... 301
2.54.3 Características de los materiales ... 301
2.54.3.1 Motores de eje horizontal ... 301
2.54.3.2 Motores de eje vertical ... 305
2.54.3.3 Motores para bombas sumergidas ... 306
2.54.4 Control de calidad ... 307
2.55 FILTROS ... 310
2.55.1 Definición ... 310
2.55.2 Características de los materiales ... 310
2.55.3 Control de calidad ... 310
2.56 POLIPASTOS Y PUENTES GRÚA ... 311
2.56.1 Definición ... 311
2.56.2 Clasificación ... 311
2.56.3 Diseño/geometría ... 311
2.56.4 Características de los materiales ... 312
2.56.4.1 Generalidades ... 312
2.56.4.2 Equipo eléctrico ... 313
2.56.4.3 Gálibos libres ... 314
2.56.4.4 Protección superficial y pinturas ... 314
2.56.4.5 Ruido ... 314
2.56.4.6 Identificación, señales de aviso y varios ... 314
2.56.5 Control de calidad ... 315
2.57 SISTEMAS DE AIRE COMPRIMIDO ... 316
2.57.1 Definición ... 316
2.57.2 Clasificación ... 316
2.57.3 Elementos básicos ... 316
2.57.4 Características de los materiales ... 318
2.57.5 Control de calidad ... 320
2.58 SEÑALIZACIÓN ... 322
2.58.1 Señalización vial ... 322
2.58.1.1 Tipos/Clasificación ... 322
2.58.1.2 Características de los materiales ... 322
2.58.1.3 Control de calidad ... 322
2.58.2 Señalización de conducciones ... 323

2.58.2.1 Descripción ... 323
2.58.2.2 Características de los materiales ... 323
2.58.2.3 Control de calidad ... 323
2.58.3 Señalización de salas y riesgos de la instalación ... 323
2.58.3.1 Descripción ... 323
2.58.3.2 Características de los materiales ... 323
2.58.3.3 Control de calidad ... 324
2.58.4 Identificación de tuberías ... 324
2.58.4.1 Descripción ... 324
2.58.4.2 Características de los materiales ... 324
2.58.4.3 Control de calidad ... 324
2.58.5 Identificación de máquinas ... 324
2.58.5.1 Descripción ... 324
2.58.5.2 Características de los materiales ... 324
2.58.5.3 Control de calidad ... 325
2.59 CONDUCTORES ELÉCTRICOS ... 326
2.59.1 Características técnicas ... 326
2.60 CABLES DE BAJA TENSIÓN ... 328
2.60.1 Características técnicas ... 328
2.61 CABLES DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL ... 329
2.61.1 Características técnicas ... 329
2.62 BANDEJAS ... 330
2.62.1 Características técnicas ... 330
2.63 TUBOS PARA CONDUCCIONES ELÉCTRICAS ... 333
2.63.1 Características técnicas ... 333
2.64 CAL ... 335
2.64.1 Tipos y clasificación ... 335
2.64.1.1 Cal aérea ... 335
2.64.1.2 Cal hidráulica ... 335
2.64.2 Control de calidad ... 335
2.65 YESOS Y ESCAYOLAS ... 336
2.65.1 Definición ... 336
2.65.2 Tipos y clasificación ... 336
2.65.3 Envasado e identificación ... 336
2.65.4 Control y recepción ... 336
2.65.5 Control de calidad ... 337
2.65.5.1 Ensayos Químicos ... 337
2.65.5.2 Ensayos Físicos y Mecánicos ... 338
2.65.5.3 Ensayos de trabajabilidad ... 338
2.66 SOLADOS Y ALICATADOS ... 339
2.66.1 Baldosa hidráulica ... 339

2.66.1.1 Características ... 339
2.66.1.2 Materiales empleados ... 339
2.66.1.3 Espesores ... 339
2.66.1.4 Ángulos ... 339
2.66.1.5 Rectitud de las aristas ... 340
2.66.1.6 Alabeo de la cara ... 340
2.66.1.7 Plano de la cara ... 340
2.66.1.8 Características físicas ... 340
2.66.1.9 Control de Calidad ... 340
2.66.2 Pavimentos de hormigón ... 341
2.66.2.1 Definición ... 341
2.66.2.2 Materiales ... 341
2.66.2.3 Control de Calidad ... 341
2.66.3 Adoquines de piedra labrada ... 341
2.66.3.1 Definición ... 341
2.66.3.2 Condiciones generales, geometría y calidad ... 341
2.66.3.3 Mortero de asiento ... 342
2.66.3.4 Lechadas de rejunte ... 342
2.66.3.5 Control de Calidad ... 342
2.66.4 Suelos de piedra natural ... 343
2.66.4.1 Características generales ... 343
2.66.4.2 Dimensiones ... 343
2.66.4.3 Tolerancias ... 343
2.66.4.4 Acabados ... 343
2.66.4.5 Control de Calidad ... 343
2.66.5 Baldosas de gres cerámico ... 343
2.66.5.1 Características generales ... 343
2.66.5.2 Control de Calidad ... 344
2.66.6 Baldosas antideslizantes y de protección contra agentes químicos ... 344
2.66.6.1 Características ... 344
2.66.6.2 Control de calidad ... 344
2.66.7 Terrazo ... 344
2.66.7.1 Características ... 344
2.66.7.2 Clasificación ... 344
2.66.7.3 Control de Calidad ... 345
2.66.8 Entarimados ... 345
2.66.8.1 Madera para entarimados ... 345
2.66.8.2 Control de Calidad ... 345
2.66.9 Pavimentos vinílicos, plásticos y gomas ... 345
2.66.9.1 Definición y clasificación ... 345
2.66.9.2 Materiales ... 346
2.66.9.3 Control de Calidad ... 346

2.66.10 Alicatados ... 346
2.66.10.1 Azulejos ... 346
2.66.10.2 Adhesivos ... 347
2.66.10.3 Control de Calidad ... 347
2.66.11 Placas de fibrocemento ... 347
2.66.11.1 Características ... 347
2.66.11.2 Control de Calidad ... 348
2.66.12 Placas de pizarra ... 348
2.66.12.1 Características ... 348
2.66.12.2 Control de Calidad ... 348
2.66.13 Plaquetas cerámicas, de gres y vitrificadas ... 348
2.66.13.1 Características ... 348
2.66.13.2 Control de Calidad ... 349
2.66.14 Revestimiento de mortero cementado con árido ... 349
2.66.14.1 Características ... 349
2.66.14.2 Materiales ... 349
2.66.14.3 Control de Calidad ... 349
2.66.15 Chapados de piedra natural ... 349
2.66.15.1 Características generales ... 349
2.66.15.2 Dimensiones y tolerancias ... 350
2.66.15.3 Anclajes ocultos ... 350
2.66.15.4 Separadores de placas ... 350
2.66.15.5 Control de Calidad ... 350
2.66.16 Chapa galvanizada y prelacada ... 351
2.66.16.1 Características ... 351
2.66.16.2 Control de Calidad ... 352
2.67 MATERIALES CERÁMICOS Y AFINES ... 353
2.67.1 Ladrillos ... 353
2.67.1.1 Definición ... 353
2.67.1.2 Condiciones generales ... 353
2.67.1.3 Forma y dimensiones ... 353
2.67.1.4 Resistencia a la intemperie ... 353
2.67.1.5 Suministro e identificación ... 353
2.67.1.6 Suministro y recepción ... 353
2.67.1.7 Control de calidad ... 354
2.67.2 Bloque hueco decorativo ... 354
2.67.2.1 Definición y condiciones generales ... 354
2.67.2.2 Control de Calidad ... 355
2.68 FALSOS TECHOS ... 356
2.68.1 Definición ... 356
2.68.2 Clasificación ... 356
2.68.3 Características de los materiales ... 356

2.68.3.1 Planchas de escayola 356
2.68.3.2 Tela metálica 356
2.68.3.3 Elementos metálicos de sujeción 356
2.68.4 Control de calidad 356
2.69 VIDRIOS Y LUNAS 357
2.69.1 Definición 357
2.69.2 Características de los materiales 357
2.69.2.1 Vidrios y lunas 357
2.69.2.2 Materiales para fijación 357
2.69.3 Control de calidad 357
2.70 FONTANERÍA Y APARATOS SANITARIOS 358
2.70.1 Definición 358
2.70.2 Conducciones 358
2.70.2.1 Tubería de cobre 358
2.70.2.2 Tubería de PVC sanitario 358
2.70.3 Grifería y valvulería 358
2.70.4 Aparatos sanitarios 358
2.70.5 Control de calidad 359
2.71 MOBILIARIO URBANO 360
2.71.1 Definición 360
2.71.2 Papeleras 360
2.71.3 Bancos 360
2.71.4 Barandillas 361
2.72 CIERRES Y VALLAS 362
2.72.1 Verjas 362
2.72.1.1 Materiales 362
2.72.1.2 Control de Calidad 362
2.72.2 Puertas 362
2.72.2.1 Materiales 362
2.72.2.2 Control de Calidad 362
2.73 MATERIALES PARA RESTAURACIONES Y REVEGETACIONES 363
2.73.1 Definición 363
2.73.2 Características 363
2.73.3 Control de calidad 364

2. CAPÍTULO II – ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

2.1 ORIGEN DE LOS MATERIALES

2.1.1 Materiales suministrados por el contratista

Los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el Contratista, excepto aquellos que, de manera explícita en este Pliego, se estipule hayan de ser suministrados por el Consorcio.

Los materiales procederán directa y exclusivamente de los lugares, fábrica o marcas elegidos por el Contratista y que previamente hayan sido aprobados por la Dirección de Obra.

2.1.2 Materiales suministrados por el Consorcio de Aguas

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y los restantes documentos contractuales indicarán la clase y empleo de los materiales de cuyo suministro se encargará directamente el Consorcio, así como las condiciones de dicho suministro.

A partir del momento de la entrega de los materiales de cuyo suministro se encarga el Consorcio, el único responsable del manejo, conservación y buen empleo de los mismos, será el propio Contratista.

2.1.3 Yacimientos y canteras

El Contratista, bajo su única responsabilidad y riesgo, elegirá los lugares apropiados para la extracción de materiales naturales que requiera la ejecución de las obras, y se hará cargo de los gastos por alquiler de préstamos y canteras.

El Director de Obra dispondrá de un mes de plazo para aceptar o rehusar los lugares de extracción propuestos por el Contratista. Este plazo se contará a partir del momento en el que el Contratista por su cuenta y riesgo, realizadas calicatas suficientemente profundas, haya entregado las muestras del material y el resultado de los ensayos a la Dirección de Obra para su aceptación o rechazo.

La aceptación por parte del Director de Obra del lugar de extracción no limita la responsabilidad del Contratista, tanto en lo que se refiere a la calidad de los materiales, como al volumen explotable del yacimiento y a la obtención de las correspondientes licencias y permisos.

El Contratista viene obligado a eliminar, a su costa, los materiales de calidad inferior a la exigida que aparezcan durante los trabajos de explotación de la cantera, gravera o depósitos previamente autorizados por la Dirección de Obra.

Si durante el curso de la explotación, los materiales dejan de cumplir las condiciones de calidad requeridas, o si el volumen o la producción resultara insuficiente por haber aumentado la proporción de material no aprovechable, el Contratista, a su cargo, deberá procurarse otro lugar de extracción, siguiendo las normas dadas en los párrafos anteriores y sin que el cambio de yacimiento natural le dé opción a exigir indemnización alguna.

El Contratista podrá utilizar, en las obras objeto del Contrato, los materiales que obtenga de la excavación, siempre que éstos cumplan las condiciones previstas en este Pliego.

La Propiedad podrá proporcionar a los concursantes o contratistas cualquier dato o estudio previo que conozca con motivo de la redacción del proyecto, pero siempre a título informativo, y sin que ello anule o contradiga lo establecido en este apartado.

2.1.4 Materiales procedentes de otras obras

Cuando, en el trascurso de la obra, se proponga el intercambio de materiales con otras obras (tanto recepción como préstamos), se deberá cumplir lo estipulado en la "Orden APM/1007/2017, de 10 de Octubre" sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquellas en las que se generaron.

2.1.5 Otros materiales reciclados

Será admisible el empleo de áridos reciclados siempre y cuando se cumplan las condiciones establecidas en 2.3.9.

2.2 CALIDAD DE LOS MATERIALES

2.2.1 Condiciones generales

Todos los materiales que se empleen en las obras deberán cumplir las condiciones que se establecen en el presente Pliego, especialmente en este capítulo II, y ser aprobados por la Dirección de Obra. Cualquier trabajo que se realice con materiales no ensayados, o sin estar aprobados por la Dirección de Obra, será considerado como defectuoso o, incluso, rechazable.

2.2.2 Normas oficiales

Los materiales que queden incorporados a la obra y para los cuales existan normas oficiales establecidas en relación con su empleo en las Obras Públicas, deberán cumplir las que estén vigentes treinta (30) días antes del anuncio de la licitación, salvo las derogaciones que se especifiquen en el presente Pliego, o que se convengan de mutuo acuerdo.

2.2.3 Examen y prueba de los materiales

No se procederá al empleo de materiales sin que antes sean examinados y aceptados en los términos y forma que prescriba el Programa de Control de Calidad aprobado por la Dirección de Obra o persona en quien delegue.

Las pruebas y ensayos no ordenados no se llevarán a cabo sin la notificación previa a la Dirección de Obra.

El Contratista deberá, por su cuenta, suministrar a los laboratorios y retirar, posteriormente, una cantidad suficiente de material a ensayar.

El Contratista tiene la obligación de establecer a pie de obra el almacenaje o ensilado de los materiales, con la suficiente capacidad y disposición conveniente para que pueda asegurarse el control de calidad de los mismos, con el tiempo necesario para que sean conocidos los resultados de los ensayos antes de su empleo en obra, y de tal modo protegidos que se asegure el mantenimiento de sus características y aptitudes para su empleo en obra.

Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en el presente Pliego o en el P.P.T.P., o no tuvieran la preparación en ellos exigida, o bien cuando a falta de prescripciones formales de los Pliegos se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su utilización, la Dirección de Obra dará orden al Contratista para que, a su costa, los reemplace por otros que satisfagan las condiciones o sean idóneos para el uso proyectado.

Los materiales rechazados deberán ser inmediatamente retirados de la obra a cargo del Contratista, o vertidos en los lugares indicados por la Dirección de Obra.

En los casos de empleo de elementos prefabricados o construcciones parcial o totalmente realizadas fuera del ámbito de la obra, el Control de Calidad de los materiales seguirá siendo responsabilidad del contratista, según se especifica, y se realizará en los talleres o lugares de preparación.

2.3 MATERIALES A EMPLEAR EN RELLENOS, TERRAPLENES Y ZANJAS

Se engloban en este capítulo los materiales destinados a rellenos, terraplenes y zanjas (a excepción del denominado "Material Granular para Apoyo y Recubrimiento de Tuberías").

2.3.1 Características generales

Los materiales a emplear en rellenos, terraplenes y zanjas serán suelos o materiales locales o de préstamos, constituidos con productos que no contengan materia orgánica descompuesta, estiércol, materiales congelados, raíces, terreno vegetal o cualquier otra materia similar, y cumplirán las condiciones que establece el PG 3, así como lo dispuesto en la ORDEN CIRCULAR 326/00 sobre geotecnia vial en lo referente a materiales para la construcción de explanaciones y drenajes.

2.3.2 Origen de los materiales

Los materiales se podrán obtener de las excavaciones realizadas en la obra o de los préstamos que, en caso necesario, se autoricen por la Dirección de Obra.

Se definen como "material procedente de la excavación", aquél que, sin ningún tipo de selección o clasificación, reúne las características necesarias para su empleo en rellenos, terraplenes o zanjas (en aquellas capas especificadas en los Planos y/o Pliego de prescripciones Técnicas Particulares).

En ocasiones, el material ha de someterse a un proceso de selección para que reúna dichas características, pasándose a denominar en ese caso como "material seleccionado procedente de la excavación".

Por otro lado, se define como "material de préstamo o cantera", aquél a emplear en rellenos, terraplenes y zanjas, que se obtenga de préstamos o canteras por rechazo o insuficiencia de los materiales procedentes de la excavación.

Son orígenes válidos para los materiales las plantas de reciclado de RCD u otras fuentes autorizadas por el Gobierno Vasco, siempre en cumplimiento de lo prescrito en este pliego.

2.3.3 Clasificación de los materiales

Los suelos se clasificarán en los tipos siguientes según sus características intrínsecas, conforme a lo especificado en el PG-3:

Suelos inadecuados, suelos marginales, suelos tolerables, suelos adecuados, suelos seleccionados.

		CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
Características		Seleccionados	Adecuados	Tolerables
Granulometría	Tamaño máx. cernido (peso)	10 cm < 25% (0,08 UNE)	10 cm. < 35% (0,08 UNE)	15 cm < 25% (> 15 cm)
Límites Atterberg	LL IP	LL < 30 IP < 10	LL<40 Si LL > 30, IP>4	LL < 65 y si LL > 40, IP > 0,73 x (LL–20)
C B R	Hinchamiento	0	< 2%	<3%
Mat. Orgánica		<0,2 %	< 1%	< 2%

2.3.3.1 Suelos seleccionados

Se considerarán como tales aquellos que cumplen las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento (MO < 0,2%), según UNE 103204.
- Contenido en sales solubles en agua, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento (SS < 0,2%), según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros (Dmáx ≤ 100 mm).
- Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento (# 0,40 ≤ 15%) o que en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:
  - Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento (# 2 < 80%).
  - Cernido por el tamiz 0,40 UNE, menor del setenta y cinco por ciento (# 0,40 < 75%).
  - Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al veinticinco por ciento (# 0,080 < 25%).
  - Límite líquido menor de treinta (LL < 30), según UNE 103103.
  - Índice de plasticidad menor de diez (IP < 10), según UNE 103103 y UNE 103104.

2.3.3.2 Suelos adecuados

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados cumplan las condiciones siguientes:

- Contenido en materia orgánica inferior al uno por ciento (MO < 1%), según UNE 103204.
- Contenido en sales solubles, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento (SS < 0,2%), según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros (Dmáx ≤ 100 mm).
- Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento (# 2 < 80%).
- Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al treinta y cinco por ciento (# 0,080 < 35%).
- Límite líquido inferior a cuarenta (LL < 40), según UNE 103103.
- Si el límite líquido es superior a treinta (30) el índice de plasticidad será superior a cuatro (IP > 4), según UNE 103103 y UNE 103104.

2.3.3.3 Suelos tolerables

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados ni adecuados, cumplen las condiciones siguientes:

- Contenido en materia orgánica inferior al dos por ciento (MO < 2%), según UNE 103204.
- Contenido en yeso inferior al cinco por ciento (yeso < 5%), según NLT 115.
- Contenido en otras sales solubles distintas del yeso inferior al uno por ciento (SS < 1%), según NLT 114.
- Límite líquido inferior a sesenta y cinco (LL < 65), según UNE 103103.
- Si el límite líquido es superior a cuarenta (LL > 40) el índice de plasticidad será mayor del setenta y tres por ciento del valor que resulta de restar veinte al límite líquido (IP >0,73*(LL-20)).
- Asiento en ensayo de colapso inferior al uno por ciento (1%), según NLT 254, para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500, y presión de ensayo de dos décimas de megapascal (0,2 MPa).
- Hinchamiento libre según UNE 103601 inferior al tres por ciento (3%), para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500.

2.3.3.4 Suelos marginales

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados, ni adecuados, ni tampoco como suelos tolerables, por el incumplimiento de alguna de las condiciones indicadas para éstos, cumplan las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al cinco por ciento (MO < 5%), según UNE 103204.
- Hinchamiento libre según UNE 103601 inferior al cinco por ciento (5%), para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500.
- Si el límite líquido es superior a noventa (LL > 90) el índice de plasticidad será inferior al setenta y tres por ciento del valor que resulta de restar veinte al límite líquido (IP <0,73*(LL-20)).

2.3.3.5 Suelos inadecuados

Se considerarán suelos inadecuados:

- Los que no se puedan incluir en las categorías anteriores.
- Las turbas y otros suelos que contengan materiales perecederos u orgánicos tales como tocones, ramas, etc.
- Los que puedan resultar insalubres para las actividades que sobre los mismos se desarrollen.

2.3.4 Empleo de los materiales por zonas de relleno en terraplén

En los rellenos tipo terraplén se distinguirán las cuatro zonas siguientes, cuya geometría se definirá en el Proyecto:

- Coronación: Es la parte superior del relleno tipo terraplén.
- Núcleo: Es la parte del relleno tipo terraplén comprendida entre el cimiento y la coronación.
- Espaldón: Es la parte exterior del relleno tipo terraplén que, ocasionalmente, constituirá o formará parte de los taludes del mismo. No se considerarán parte del espaldón los revestimientos sin misión estructural en el relleno, entre los que se consideran: plantaciones, cubierta de tierra vegetal, encachados, protecciones antierosión, etc.
- Cimiento: Es la parte inferior del terraplén en contacto con la superficie de apoyo.

Por otro lado, se distinguen también la denominada Tierra Vegetal, el material para zanjas y el material para capas filtrantes.

2.3.4.1 Suelos para empleo en coronación

Se utilizarán suelos adecuados o seleccionados, siempre que su capacidad de soporte sea la requerida para el tipo de explanada previsto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y su índice CBR, correspondiente a las condiciones de compactación de puesta en obra, sea como mínimo de cinco (CBR ≥ 5), según UNE 103502.

Se podrán utilizar otros materiales en forma natural o previo tratamiento, siempre que cumplan las condiciones de capacidad de soporte exigidas, y previo estudio justificativo aprobado por el Director de las Obras.

No se usarán en esta zona suelos expansivos o colapsables, según lo indicado en el PG-3.

Cuando bajo la coronación exista material expansivo o colapsable o con contenido de sulfatos solubles según UNE 103201 mayor del dos por ciento (2%), la coronación habrá de evitar la infiltración de agua hacia el resto del relleno tipo de terraplén, bien por el propio tipo de material o bien mediante la utilización de medidas de complementarias.

2.3.4.2 Suelos para empleo en núcleo

Se utilizarán suelos tolerables, adecuados o seleccionados, siempre que su índice CBR, correspondiente a las condiciones de compactación de puesta en obra, sea igual o superior a tres (CBR ≥ 3), según UNE 103502.

La utilización de suelos marginales o de suelos con índice CBR menor de tres (CBR < 3) puede venir condicionada por problemas de resistencia, deformabilidad y puesta en obra, por lo que su empleo queda desaconsejado y en todo caso habrá de justificarse mediante un estudio especial, aprobado por el Director de las Obras, conforme a lo indicado en el PG 3.

Asimismo la posible utilización de suelos colapsables, expansivos, con yesos, con otras sales solubles, con materia orgánica o de cualquier otro tipo de material marginal (según clasificación del apartado anterior 2.3.3.4.), se regirá por lo indicado en el PG-3.

2.3.4.3 Suelos para empleo en espaldón

Se utilizarán materiales que satisfagan las condiciones que defina el Proyecto en cuanto a impermeabilidad, resistencia, peso estabilizador y protección frente a la erosión.

No se usarán en estas zonas suelos expansivos o colapsables, según lo definido en el PG 3.

Cuando en el núcleo exista material expansivo o colapsable o con contenido en sulfatos solubles según UNE 103201 mayor del dos por ciento (2%), los espaldones evitarán la infiltración de agua hacia el mismo, bien por el propio tipo de material, bien mediante la adopción de medidas complementarias.

2.3.4.4 Suelos para empleo en cimiento

En el cimiento se utilizarán suelos tolerables, adecuados o seleccionados siempre que las condiciones de drenaje o estanqueidad lo permitan, que las características del terreno de apoyo sean adecuadas para su puesta en obra y siempre que el índice CBR, correspondiente a las condiciones de compactación de puesta en obra, sea igual o superior a tres (CBR ≥ 3), según UNE 103502.

2.3.5 Tierra vegetal

Será de textura ligera o media, con un pH de valor comprendido entre 6,0 y 7,5. La tierra vegetal no contendrá piedras de tamaño superior a 50 mm., ni tendrá un contenido de las mismas superior al 10% del peso total.

En cualquier caso, antes de que el material sea extendido, deberá ser aceptado por la Dirección de Obra.

2.3.6 Materiales a emplear en rellenos de zanjas

2.3.6.1 Material procedente de la excavación

2.3.6.1.1 Definición

Se definen como tales aquellos que, sin ningún tipo de selección o clasificación, reúnen las características necesarias para el relleno de zanjas, en aquellas capas especificadas en los Planos y/o Pliego de prescripciones Técnicas Particulares.

2.3.6.1.2 Características

Se emplearan materiales con las características correspondientes a los suelos adecuados del artículo 2.3 del presente Pliego, siempre que su CBR según UNE 103502, correspondiente a las condiciones de compactación exigidas, sea superior a diez (10).

2.3.6.2 Material seleccionado procedente de la excavación

2.3.6.2.1 Definición

Son aquellos materiales procedentes de la excavación que tras ser sometidos a un proceso de selección reúnen las características necesarias para el relleno de zanjas, en aquellas capas especificadas en los Planos y/o Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

2.3.6.2.2 Características

Se emplearán materiales con las características correspondientes a los suelos adecuados del artículo 2.3 del presente Pliego, siempre que su CBR según UNE 103502, correspondiente a las condiciones de compactación exigidas, sea superior a diez (10).

2.3.6.3 Material de préstamo o cantera

2.3.6.3.1 Definición

Se definen como tales aquellos materiales a emplear en el relleno de zanjas que se obtengan de préstamos o canteras por rechazo o insuficiencia de los materiales procedentes de la excavación.

2.3.6.3.2 Características

El material de préstamo deberá reunir como mínimo las características exigidas para el material seleccionado las cuales quedan reflejadas en el artículo 2.3 del presente Pliego. Además, su CBR según UNE 103502, correspondiente a las condiciones de compactación exigidas, será superior a diez (10)

2.3.7 Material filtrante

Se definen como capas filtrantes aquellas que, debido a su granulometría, permite el paso del agua hasta los puntos de recogida, pero no de las partículas gruesas que llevan en suspensión.

Los materiales filtrantes a emplear en rellenos localizados de zanjas, trasdoses de obras de fábrica o cualquier otra zona donde se prescribe su utilización, serán áridos naturales o procedentes de machaqueo y trituración de cantera o grava natural, escorias o materiales locales exentos de arcilla, marga u otras materias extrañas.

Su composición granulométrica cumplirá las prescripciones siguientes:

- El tamaño máximo no será, en ningún caso, superior a setenta y seis milímetros (76 mm.), cedazo 80 UNE, y el cernido ponderal acumulado por el tamiz 0.080 UNE no rebasará el cinco por ciento (5 %).
- Siendo Fx , el tamaño superior al del x%, en peso, del material filtrante, y dx el tamaño superior al del x%, en peso, del terreno a drenar, se deberán cumplir las siguientes condiciones de filtro:
  - F15 / d28 < 5 (a)
  - F15 / d15 < 5 (b)
  - F50 / d50 < 25 (c)
  - F60 / F10 < 20 (d)

- En el caso de terrenos cohesivos, la condición (a) se puede sustituir por la de:

  F15 < 0,1 mm.

- Además, de acuerdo con el sistema previsto para la evacuación del agua, el material filtrante situado junto a los tubos o mechinales deberá cumplir las condiciones siguientes:

  - Si se utilizan tubos perforados:

    F85 / diámetro del orificio >1

  - Si se utilizan tubos con juntas abiertas:

    F85 / ancho de la junta >1,2

  - Si se utilizan tubos de hormigón poroso:

    F85 / d15 del árido del tubo > 0,2

  - Si se drena por mechinales:

    F85 / diámetro del mechinal > 1

Cuando no sea posible encontrar un material que cumpla con dichos límites, podrá recurrirse al empleo de filtros compuestos por varias capa; una de las cuales, la de material más grueso, se colocará junto al sistema de evacuación, y cumplirá las condiciones de filtro respecto a la siguiente, considerada como terreno; y así, sucesivamente, hasta llegar al relleno o terreno natural.

Cuando el terreno natural esté constituido por materiales con gravas y bolos se atenderá, únicamente, a la curva granulométrica de la fracción del mismo inferior a veinticinco milímetros (25 mm.), a efecto de cumplimiento de las condiciones anteriores.

Si el terreno natural está constituido por suelos no cohesivos con arena fina y limo, el material filtrante deberá cumplir, además de las condiciones de filtro generales, la siguiente:

F15 < 1 mm.

Si dicho terreno natural es un suelo cohesivo, compacto y homogéneo, sin vetas de arena fina o de limo, las condiciones de filtro a) y b) serán sustituidas por la siguiente:

0,1 mm. < F15 < 0,4 mm.

En los drenes ciegos el material de la zona permeable central deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Tamaño máximo árido comprendido entre veinte milímetros (20 mm.) y ochenta milímetros (80mm.).
- Coeficiente de uniformidad

  D60 / D10 < 4

El material filtrante será no plástico, y su equivalente de arena será superior a treinta (30).

El coeficiente de desgaste de los materiales de origen pétreo, medido por el ensayo de Los Ángeles, según la Norma NLT- 149/72, será inferior a cuarenta (40). Los materiales procedentes de escorias deberán ser aptos para su empleo en obras de hormigón. Los materiales de otra naturaleza deberán poseer una estabilidad química y mecánica suficiente.

2.3.8 Control de calidad

El Contratista comprobará que la calidad de los materiales a emplear se ajusta a lo especificado en los artículos 2.3.3, 2.3.4, 2.3.5, 2.3.6, 2.3.7 del presente Pliego mediante los ensayos en él indicados, que

se realizarán sobre una muestra representativa, como mínimo, una vez antes de iniciar los trabajos y posteriormente con la siguiente periodicidad:

- Una vez al mes.
- Cuando se cambie de cantera o préstamo.
- Cuando se cambie de procedencia o frente.
- Cada 1.000 m3 a colocar en obra.

El Contratista prestará especial cuidado a los materiales procedentes de la excavación a los cuales no se hayan realizado las operaciones de clasificación o selección, efectuando una inspección visual de carácter continuado acerca de la homogeneidad del mismo.

2.3.9 Materiales reciclados

2.3.9.1 Áridos reciclados de residuos de construcción y demolición (RCD):

2.3.9.1.1 Definición

El árido reciclado de RCD es el material granular resultante del tratamiento de materiales inorgánicos previamente utilizados en la construcción.

2.3.9.1.2 Características

Se definen dos tipos de áridos reciclados de RCD, árido reciclado de hormigón (AR-H) y árido reciclado mixto (AR-M). Los componentes de los áridos gruesos de cada uno de ellos, determinados de acuerdo con las normas UNE-EN 13242 y UNE-EN 933-11, deben cumplir con los límites establecidos en la siguiente tabla:

TIPO DE ÁRIDO	COMPONENTES (UNE-EN 13242)					
	R_c	$R_c+R_u+R_g$	R_b	R_a	FL	X
AR-H	≥ 50%	≥ 90%(*)	≤ 10%	≤ 10%	≤ 5 cm^3/kg	≤ 1%(**)
AR-M	Sin requisito	≥ 70%(*)	≤ 30%	≤ 10%	≤ 5 cm^3/kg	≤ 1%(**)

* Porcentaje de vidrio inferior o igual al 2% (R_g < 2%).

** Porcentaje de yeso inferior al 0,8% y contenidos en impropios de madera, papel, cartón o restos orgánicos inferior al 0,8%.

Donde:

- R_c = Hormigón, productos de hormigón, morteros, piezas para fábrica de albañilería de hormigón
- R_u = Áridos y piedras naturales y materiales tratados con ligantes hidráulicos
- R_g = Vidrio
- R_b = Materiales cerámicos de albañilería de arcilla (ladrillos y tejas) o de silicato de calcio, hormigón celular no flotante
- R_a = Materiales bituminosos
- F_L = Material flotante
- X = Impropios: madera no flotante, plásticos y caucho, yeso, metales ferrosos y no ferrosos, suelos y arcillas.

Los áridos reciclados se deberán suministrar acompañados de la documentación que acredite que disponen del marcado CE según el Anejo ZA de la UNE-EN 13242 y que cumplen al menos las condiciones exigidas a un sistema para la certificación de la conformidad 2+.

Estos áridos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo. La pérdida en el ensayo de sulfato de magnesio según la norma UNE-EN 1367-2 no superará el 18% (categoría MS_{18}).

Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme. El contenido ponderal de sulfatos solubles en agua (expresados en SO_3), determinado según la UNE-EN 1744-1, será igual o inferior al 0,2% (categoría $SS_{0,2}$) donde los materiales estén en contacto con capas tratadas con cemento, e inferior al 0,7% (categoría $SS_{0,7}$) en los demás casos.

El árido no contendrá otras materias extrañas no incluidas en la enumeración de impropios de las normas UNE-EN 13242 y UNE-EN 933-11 que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

Además, los áridos reciclados deberán cumplir los siguientes estándares medioambientales:

- La concentración de potenciales contaminantes presentes en los áridos en ningún caso superará los valores indicativos de evaluación B (VIE-B) establecidos en la Ley para la prevención y corrección de la contaminación del suelo. Dichos valores corresponderán en cada caso al uso concreto del suelo donde se prevea la utilización de los áridos reciclados.
- El contenido total de BTEX será inferior a 6 mg/kg.
- La concentración de TPH será, con carácter general, inferior a 50 mg/kg. No obstante, si el valor es superior a 50 pero inferior a 500 mg/kg, la utilización de los áridos reciclados exigirá realizar una analítica de fracciones, tanto alifáticas como aromáticas, que acrediten concentraciones inferiores a las señaladas en la siguiente tabla:

Alifáticos EC 5-6	35 mg/kg
Alifáticos EC >6-8	109 mg/kg
Alifáticos EC >8-10	28 mg/kg
Alifáticos EC >10-12	152 mg/kg
Aromáticos EC >8-10	59 mg/kg
Aromáticos EC>10-12	317 mg/kg

- Asimismo, los áridos reciclados deberán someterse al ensayo prescrito por la norma EN 12457-4 y certificar como resultado unos valores inferiores a los estipulados a continuación:

COMPONENTE	VALORES LÍMITE MEDIANTE ENSAYO DE LIXIVIACIÓN UNE-EN 12457-4 PARA L/S = 10 L/KG (MG/KG DE MATERIA SECA).
As	0,50
Cd	0,04
Cr total	0,50
Cu	2,00
Hg	0,01
Mo	0,50
Ni	0,40
Pb	0,50
Sb	0,06
Se	0,10
Zn	4,00

COMPONENTE	VALORES LÍMITE MEDIANTE ENSAYO DE LIXIVIACIÓN UNE-EN 12457-4 PARA L/S = 10 L/KG (MG/KG DE MATERIA SECA).
Fluoruro	10,00
Ba	20,00
Cloruro	800,00
Sulfato	6.000,00
STD	12.000,00
Índice de fenol	1,0
COD	500,00

2.3.9.1.3 Clasificación de los materiales

Los áridos reciclados susceptibles de ser utilizados en las obras del CABB se pueden clasificar como:

- Material granular seleccionado: compuesto por áridos AR-H y AR-M o combinaciones de éstos con áridos o suelos naturales siempre que el material combinado cumpla las especificaciones del presente pliego, así como las de la Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de carreteras del País Vasco y las de los artículos 330 o 340 del PG-3 en lo que corresponde a suelos seleccionados.
- Zahorra: compuesta por áridos AR-H o combinaciones de éstos con áridos naturales siempre que el material combinado cumpla las especificaciones del presente pliego, así como las de la Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de carreteras del País Vasco y las del artículo 510 del PG-3.

La utilización de cualquier otro material no contemplado en este apartado deberá cumplir con lo establecido en la Orden de 12 de enero de 2015, por la que se establecen los requisitos para la utilización de los áridos reciclados procedentes de la valorización de RCD. En caso de que el material propuesto, o su uso, no estén regulados por dicha Orden, el contratista deberá comunicárselo a la Dirección de Obra con antelación suficiente para que, en caso de considerarse oportuno, se pueda tramitar la solicitud de las correspondientes autorizaciones ante los órganos competentes.

2.3.9.1.4 Empleo de los materiales

En el ámbito del presente apartado, únicamente se considerarán admisibles los siguientes usos en función del material utilizado:

- Material granular seleccionado: en la construcción de carreteras, para la ejecución de explanadas mejoradas, terraplenes u otras unidades de obra afines; en rellenos localizados bajo superficie sellada; y en proyectos de urbanización de áreas industriales o residenciales, también bajo superficie sellada.
- Zahorra: en la ejecución de capas estructurales de firmes de carreteras.

Cualquier otro uso no contemplado en este apartado deberá cumplir con lo establecido en la Orden de 12 de enero de 2015, o bien, en caso de no estar regulados por dicha Orden, el contratista deberá comunicárselo a la Dirección de Obra con antelación suficiente para que, en caso de considerarse oportuno, se pueda tramitar la solicitud de las correspondientes autorizaciones ante los órganos competentes.

2.3.9.1.5 Control de calidad

El Contratista comprobará que la calidad de los materiales a emplear se ajusta a lo especificado en los artículos 2.3.9.1.2 y 2.3.9.1.3. del presente Pliego.

Asimismo, se examinará la descarga al acopio o en el tajo, desechando los materiales que, a simple vista, presenten contaminaciones o tamaños superiores al máximo aceptado. Se acopiarán aparte aquéllos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, etc.

Para la puesta en obra se comprobará de manera sistemática:

- El espesor extendido, mediante un punzón graduado u otro procedimiento aprobado por el Director de las Obras.
- La humedad del material en el momento de la compactación, mediante un procedimiento aprobado por el Director de las Obras.
- La composición y forma de actuación del equipo de puesta en obra y compactación.

2.3.9.2 Árido siderúrgico de horno eléctrico:

2.3.9.2.1 Definición

La escoria de horno eléctrico es un material de origen industrial procedente de la fabricación de acero en hornos de arco eléctrico, que se forma durante el proceso de fusión de la chatarra y que se separa gracias a su menor peso específico.

Cuando la escoria de horno eléctrico se utiliza como árido para la construcción se denomina árido siderúrgico de horno eléctrico.

2.3.9.2.2 Características

Los áridos siderúrgicos de horno eléctrico no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo.

El contenido total de metales en el árido siderúrgico no podrá superar lo siguientes valores límite:

ELEMENTO	UNIDAD	TIPO 2
As	mg/kg	30
Cd	mg/kg	5
Cu	mg/kg	10000
Cr (VI)	mg/kg	8
Cr total	mg/kg	10000
Hg	mg/kg	4
Mo	mg/kg	75
Ni	mg/kg	110
Pb	mg/kg	120
Zn	mg/kg	10000
V	mg/kg	1000

Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme, o contaminar el suelo o corrientes de agua. Los resultados de los ensayos de lixiviación según la norma europea EN 12457-4 deberán certificar unos valores inferiores a los estipulados a continuación:

ELEMENTO	UNIDAD	LÍMITE	
		Tipo 2	Tipo 3
As	mg/kg	0,5	0,6
Ba	mg/kg	20	25
Cd	mg/kg	0,04	0,05
Cr total	mg/kg	0,5	2
Cr (VI)	mg/kg	0,1	0,4
Cu	mg/kg	2	3
Hg	mg/kg	0,01	0,01
Mo	mg/kg	0,5	2,8
Ni	mg/kg	0,4	0,5
Pb	mg/kg	0,5	0,6
Sb	mg/kg	0,06	0,08
Se	mg/kg	0,1	0,4
Zn	mg/kg	4	5
Cl	mg/kg	800	5000
F	mg/kg	18	30
SO_4	mg/kg	1000	5000
V	mg/kg	1,5	4

El árido siderúrgico de horno eléctrico deberá presentar una expansividad inferior al 5% (categoría V_5) según la Norma UNE-EN 1744-1. En cualquier caso, dicha expansividad deberá ser acreditativa de que no se ha producido mezcla de escorias negras con escorias blancas. La duración del ensayo será de ciento sesenta y ocho horas (168 h). Además, el resultado el índice IGE según la Norma NLT-361 será inferior al 1%. El contenido de cal libre del árido siderúrgico de horno eléctrico debe ser inferior al 0,5%, determinado según la Norma UNE-EN 1744-1.

El contenido ponderal de sulfatos solubles en agua, determinado según la UNE-EN 1744-1, será inferior al 0,2% (categoría $SS_{0,2}$) donde los materiales estén en contacto con capas tratadas con cemento, e inferior al 0,7% (categoría $SS_{0,7}$) en los demás casos.

Con las excepciones señaladas en el presente pliego, las prescripciones para el árido serán las mismas que las que se fijan tanto en los artículos correspondientes del presente pliego para materiales con usos similares, como en lo indicado al respecto en la Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de carreteras del País Vasco y en el PG-3.

2.3.9.2.3 Clasificación de los materiales

Este apartado se refiere a escorias negras de horno eléctrico, consideradas como las que se obtienen en el proceso de fusión de la chatarra. No se considera aquí la escoria blanca de horno eléctrico, ni sola ni mezclada, dada su expansividad potencial.

Las escorias negras se podrán utilizar en la composición de zahorras, como árido grueso o árido fino, o como combinaciones de éstas con áridos naturales o artificiales, siempre que el material combinado cumpla las especificaciones del presente pliego, así como las de la Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de carreteras del País Vasco y las del artículo 510 del PG-3.

La utilización de cualquier otro material no contemplado en este apartado deberá cumplir con lo establecido en el Decreto 64/2019, de 9 de abril, del régimen jurídico aplicable a las actividades de valorización de escorias negras procedentes de la fabricación de acero en hornos de arco eléctrico. En caso de que el material propuesto, o su uso, no estén regulados por dicho Decreto, el contratista deberá comunicárselo a la Dirección de Obra con antelación suficiente para que, en caso de considerarse oportuno, se pueda tramitar la solicitud de las correspondientes autorizaciones a los órganos competentes.

2.3.9.2.4 Empleo de los materiales

En el ámbito del presente apartado, únicamente se considerarán admisibles los siguientes usos para el árido siderúrgico:

- Como materiales granulares compactados en capas bajo cobertura no totalmente impermeable: en zonas de talud (espaldones) de terraplenes; en rellenos de trasdoses de obras de fábrica; en rellenos de trasdoses de muros de contención; en rellenos para cubrición de tuberías; en nivelación de terrenos y terraplenes; y en apantallamientos sónicos; entre otros.
- Los elementos de impermeabilización a contemplar serán los siguientes:
  - Cobertura de material granular compactado (densidad superior a 97% PM) con granulometría continua en espesor no inferior a 25 centímetros.
  - Superficie con inclinación igual o superior a 3H:1V vegetada.
  - Cualquier otro elemento con análogas propiedades.
- Como materiales granulares compactados en capas bajo cobertura totalmente impermeable como: zahorras artificiales; bases/sub bases de vías peatonales, ciclistas y pistas deportivas; explanadas mejoradas; terraplenes, excepto zonas expuestas de talud (incluso cuando tengan coberturas de tierra natural); zonas de talud (espaldones) de terraplenes; rellenos de zanjas, cubrición de tuberías y rellenos de nivelación bajo aceras; encachados bajo soleras; rellenos de trasdoses de muros de pasos inferiores; rellenos de trasdoses de estribos de puentes; rellenos de trasdoses de muros de sostenimiento (bajo calzada); rellenos de trasdoses de muros de contención; rellenos interiores de cajones de hormigón cerrados; así como en proyectos de urbanización.
- Los elementos de impermeabilización a contemplar serán los siguientes:
  - Solera o pavimento de hormigón de espesor mínimo de 20 centímetros.
  - Gravacemento, de espesor mínimo de 20 centímetros.
  - Capas asfálticas tipo hormigón bituminoso (espesor igual o superior a 5 centímetros).
  - Lámina de impermeabilización (por ejemplo, de PE de alta densidad) protegida por geotextiles.
  - Cualquier otro elemento con análogas propiedades.

En todo caso, no se permitirá el uso de escorias valorizadas en ninguno de los siguientes supuestos:

- Actuaciones en espacios naturales que presenten alguna figura de protección especial contemplada en la normativa sobre la conservación de la naturaleza.
- En caso de encontrarse en contacto directo con el suelo en zonas cuyo uso sea asimilable al establecido como “Otros usos” de acuerdo con el Anexo I de la Ley 4/2015, del 25 de junio, para la prevención y corrección de la contaminación del suelo.
- En casos en los que se encuentren en contacto con el agua.
- Como aplicaciones drenantes o en lugares por donde discurra agua de manera temporal.
- Como aplicaciones sin cobertura alguna, tales como pistas forestales, o caminos rurales no asfaltados u hormigonados.

Cualquier otro uso no contemplado en este apartado deberá cumplir con lo establecido en el Decreto 64/2019, o bien, en caso de no estar regulados por dicho Decreto, el contratista deberá comunicárselo

a la Dirección de Obra con antelación suficiente para que, en caso de considerarse oportuno, se pueda tramitar la solicitud de las correspondientes autorizaciones ante los órganos competentes.

2.3.9.2.5 Control de calidad

El Contratista comprobará que la calidad de los materiales a emplear se ajusta a lo especificado en los artículos 2.3.9.2.2 y 2.3.9.2.3del presente Pliego.

Asimismo, el contratista verificará la ausencia de terrones de arcilla, materia vegetal, marga, elementos metálicos, refractarios, partículas de cal u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

Previamente a la aceptación del árido siderúrgico se deberá aportar documento acreditativo del origen del material, de que la valorización de la escoria está autorizada por el órgano ambiental del País Vasco y la certificación que acredite, a los solos efectos ambientales, la idoneidad de las características de las escorias valorizadas para el uso propuesto. El suministrador de escoria deberá certificar que el árido siderúrgico de horno eléctrico procede de un valorizador autorizado de escorias negras y que estas no se encuentran mezcladas con escorias blancas ni otros contaminantes.

2.3.9.3 Otros materiales reciclados

El uso de cualquier otro material reciclado no contemplado en el presente apartado deberá ser consensuado entre el contratista y la Dirección de Obra. Para ello el contratista se lo comunicará a la Dirección de Obra con la antelación suficiente como para poder valorar la idoneidad de la utilización del material propuesto, y confirmar que tanto el material como el uso propuesto se ajustan a la legalidad vigente, posibilitando, cuando proceda, la solicitud de las correspondientes autorizaciones ante los órganos competentes.

2.4 MATERIAL GRANULAR PARA APOYO Y RECUBRIMIENTO DE TUBERÍAS ENTERRADAS

2.4.1 Definición

Se define como material para apoyo de tubería el que se coloca entre el terreno natural del fondo de la zanja y la tubería o envolviendo a ésta hasta "media caña".

Se define como material para recubrimiento de tuberías el que se coloca envolviendo al tubo hasta treinta (30) centímetros por encima de la generatriz superior de aquel.

2.4.2 Características

El material granular para apoyo y recubrimiento de tuberías enterradas consistirá en un árido procedente de machaqueo, duro, limpio y químicamente estable. Su granulometría se ajustará a los husos y tamaños máximos de partícula señalados en el cuadro siguiente en función de los distintos diámetros de las tuberías.

CLASIFICACION

Diámetro	> 1.300 mm	600 a 1.300	300 a 600	< 300 mm
	PORCENTAJE QUE PASA			
TAMIZ	Tipo A–40	Tipo A–20	Tipo A–14	Tipo A–10
63 mm	100			
37,5 mm	85–100	100		
20 mm	0–25	85–100	100	
14 mm			85–100	100
10 mm	0–5	0–25	0–50	85–100
5 mm		0–5	0–10	0–25
2,36 mm				0–5

En condiciones de zanjas por debajo del nivel freático, en suelos blandos o limosos, y a menos que se utilicen otros sistemas de prevención, la granulometría del material será elegida de forma que los finos de las paredes de la excavación no contaminen la zona de apoyo de la tubería.

El material granular para apoyo y recubrimiento de tuberías no contendrá más de 0,3 por ciento de sulfatos, expresados como trióxido de azufre.

2.4.3 Control de calidad

El Contratista comprobará que el tamaño máximo y la granulometría, según NLT-150, se ajustan a lo especificado en el presente artículo mediante la realización de los ensayos correspondientes, ejecutados como mínimo una vez antes de iniciar los trabajos y posteriormente con la siguiente periodicidad:

- Una vez al mes.
- Cuando se cambie de cantera o préstamos.
- Cada 200 ml. de zanja.
- Cada 500 m3 a colocar en obra.

2.5 MATERIALES PARA SISTEMAS DE SOSTENIMIENTO

2.5.1 Definición

Se define como sostenimiento el conjunto de elementos destinados a contener el empuje de tierras en las excavaciones en zanjas o pozos, con objeto de evitar desprendimientos, proteger a los operarios que trabajan en el interior y limitar los movimientos del terreno colindante.

2.5.2 Entibaciones

2.5.2.1 Definición y características

Se define como entibación el sistema de protección para la contención de las paredes de excavación de zanjas y pozos en terrenos poco coherentes con el fin de evitar desprendimientos.

Los materiales a utilizar en entibaciones serán paneles y perfiles metálicos, y excepcionalmente madera.

La madera para entibaciones, apeos, cimbras, andamios, encofrados y demás medios auxiliares deberá cumplir las condiciones siguientes:

- Proceder de troncos sanos apeados en sazón.
- Haber sido desecado al aire, protegida del sol y de la lluvia, durante no menos de dos (2) años.
- No presentar signo alguno de putrefacción, atronaduras, carcomas o ataque de hongos.
- Estar exenta de grietas, lupias y verrugas, manchas o cualquier otro defecto que perjudique su solidez o resistencia. En particular, contendrá el menor número posible de nudos, los cuales en todo caso, tendrán un espesor inferior a la séptima parte (1/7) de la menor dimensión de la pieza.
- Tener sus fibras rectas y no reviradas o entrelazadas, y paralelas a la mayor dimensión de la pieza.
- Presentar anillos anuales de aproximada regularidad.
- Dar sonido claro por percusión.

La forma y dimensiones de la madera serán, en cada caso, las adecuadas para garantizar su resistencia y cubrir el posible riesgo de accidentes y estará de acuerdo con la norma UNE-56525/72.

La madera de construcción escuadrada será madera terminada a sierra, de aristas vivas y llenas. No se permitirá en ningún caso el empleo de madera sin descortezar.

El sistema de entibación se deberá ajustar a las siguientes condiciones:

- Deberá soportar las acciones previstas en el Proyecto o las que fije el Director de Obra y permitir su puesta en obra de forma que el personal no tenga necesidad de entrar en la zanja o pozo hasta que las paredes de los mismos estén adecuadamente soportadas.
- Deberá eliminar el riesgo de asientos inadmisibles en los edificios e instalaciones próximos.
- Eliminará el riesgo de rotura del terreno por sifonamiento.
- Se dejarán perdidos los apuntalamientos si no se pueden recuperar antes de proceder al relleno o si su retirada puede causar un colapso de la zanja antes de ejecutar el relleno.
- La entibación deberá retirarse a medida que se compacte la zanja de forma que se garantice que la retirada de la entibación no ha disminuido el grado de compactación del terreno adyacente.
- La entibación de las zanjas y de los elementos estructurales tales como arquetas especiales, pozos de hinca, etc., deberá tener unas guías que permitan el cierre transversal y el sistema de codales deberá ser tal que permita el deslizamiento de los propios codales a lo largo de las guías para poder cambiar la posición de los codales según se avance con el hormigonado de la estructura.

2.5.2.2 Control de Calidad

Los materiales de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en la NTE, así como las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control industrial o, en su defecto, las normas UNE que se indican en la norma NTE–ADZ.

2.5.3 Tablestacas

2.5.3.1 Definición y características

Se definen como tablestacados metálicos, las paredes formadas por tablestacas metálicas que se hincan en el terreno, para constituir, debidamente enlazadas, pantallas de impermeabilización o resistencia, con carácter provisional o definitivo.

Las tablestacas serán perfiles laminados de acero al carbono sin aleación especial cuya resistencia característica a tracción será superior a trescientos cincuenta Newtons por milímetro cuadrado (350 N/mm^2).

El estado de las pestañas de unión de unas tablestacas con otras deberá ser aceptable; y permitirá su enhebrado sin ninguna dificultad, produciendo una unión sólida y estanca.

Los perfiles y peso de las tablestacas serán los que figuren en los Planos y/o Cuadro de precios, admitiéndose, para su longitud, las tolerancias siguientes: veinte centímetros (20 cm) en más y cinco centímetros (5 cm) en menos.

El espesor tendrá una tolerancia ± 0,5 mm para tablestacas de hasta 10 mm de espesor y de un ± 5% en las de espesor superior a 10 mm.

La anchura tendrá una tolerancia de ± 2% en elementos simples y ± 3% en elementos dobles.

Respecto a la rectitud se admitirá una flecha máxima del 0,2% de la longitud (en el plano de la espalda del perfil).

El corte de las tablestacas a su longitud debida se efectuará por medio de sierra o soplete.

2.5.3.2 Tratamientos superficiales

Las tablestacas hincadas con carácter provisional podrán no tener ningún tipo de tratamiento, salvo indicación en contra por parte de la Dirección de Obra.

El tipo de tratamiento a dar a las tablestacas de carácter definitivo podrá ser de los siguientes tipos, a no ser que esté definido de otra manera en los Planos o en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su caso, defina la Dirección de Obra:

- Superficies no vistas:
  - Granallado a un grado mínimo SA 2 1/2 según la Norma Sueca SIS 055900.V
  - Una capa de pintura bituminosa de alto espesor y de secado físico de 175 micras de espesor de película seca.
  - Una segunda capa igual a la anterior y el mismo espesor.
- Superficies vistas:
  - Granallado a un grado mínimo SA 2 1/2, según la Norma Sueca SIS 055900.
  - Una capa de imprimación epoxi, curada con poliamida de dos componentes, con un espesor mínimo de 50 micras de película seca.

- Una mano de pintura epoxi de capa gruesa de dos componentes con poliamida, con un espesor mínimo de 100 micras de película seca.
- Una mano de acabado de esmalte epoxi de dos componentes curado con poliamida, con un espesor mínimo de 40 micras de película seca.

2.5.3.3 Control de Calidad

Todo el material vendrá a obra debidamente marcado y con el certificado de composición química y características mecánicas realizado por el laboratorio del fabricante.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de Obra podrá indicar la realización de otro tipo de ensayos de contraste si así lo aconseja la importancia de la obra.

2.5.4 Carriles para hincar

2.5.4.1 Definición y Características

Se trata de carriles de ferrocarril o de minas que hincados sirven para sostenimiento del terreno, de forma provisional, mediante un efecto de cosido y mediante un efecto pantalla, cuando se hincan relativamente próximos.

Los carriles deberán ser rectos y no tendrán una pérdida de masa tal, que pueda poner en peligro su misión resistente.

En el caso de que la longitud de hinca fuera superior a la del carril, éste se suplementará por medio de grapas.

2.5.4.2 Control de Calidad

Se llevará a cabo mediante inspección visual desechándose aquellos elementos, o partidas, que manifiestamente no cumplan con lo expuesto en el apartado anterior.

2.5.5 Anclajes y bulones

2.5.5.1 Definición

Un anclaje es un elemento capaz de transmitir una carga de tracción, aplicable sobre el mismo, a una zona del terreno, capaz de soportar dicho esfuerzo.

Normalmente están constituidos por unas armaduras metálicas que se alojan en perforaciones practicadas en el terreno, en cuyo fondo se sujetan o anclan al mismo por medio de inyecciones o dispositivos mecánicos expansivos, fijándose luego el extremo exterior a la estructura cuya estabilidad se pretende mejorar, o a placas que apoyan directamente sobre la superficie del terreno.

Un anclaje se compone, básicamente, de:

- Cabeza: Parte del anclaje que transmite el esfuerzo de tracción de la armadura a la placa de reparto o a la estructura.
- Armadura: Parte longitudinal, en general barra o cable, del anclaje que, trabajando a tracción, está destinada a transmitir la carga desde la cabeza hasta el terreno. Se divide a su vez en:
  - Longitud libre: Longitud de la armadura comprendida entre la cabeza del anclaje y el extremo superior de la longitud fija o bulbo.
  - Bulbo o longitud fija: zona del anclaje destinada a transmitir la carga del anclaje al terreno, en general mediante una lechada.

Por su forma de trabajar, los anclajes se clasifican en:

- Anclaje pasivo: Aquel que entra en tracción por sí solo, al oponerse la cabeza al movimiento del terreno inestable o de la estructura.
- Anclaje activo: Aquel cuya armadura, una vez instalado, se pretensa hasta la carga de proyecto que puede coincidir con la carga última de trabajo o ser sólo una fracción de ésta.

En función de la vida útil, los anclajes se clasifican en:

- Anclajes temporales: Aquellos cuya vida útil no es superior a dos (2) años.
- Anclajes permanentes: Aquellos cuya vida útil se considera superior a dos (2) años.

2.5.5.2 Materiales

2.5.5.2.1 Armadura

Se utilizará alguno de los siguientes tipos de armadura:

- Alambre de acero de alta resistencia
- Cordones constituidos por alambres de alta resistencia
- Barras de acero especial

Deberá estarse a lo especificado en los artículos 240 "Barras corrugadas para hormigón estructural", 243 "Alambres para hormigón pretensado", 244 "Cordones de dos (2) o tres (3) alambres para hormigón pretensado" y 245 "Cordones de siete (7) alambres para hormigón pretensado", del PG-3, así como en UNE 36068 o UNE 36094 según el caso.

El alambre de alta resistencia, o alambre de pretensado, se utilizará normalmente con diámetros comprendidos entre 5 y 8 mm, y excepcionalmente con 12 mm. Este tipo de acero tendrá una resistencia a la tracción de 160 a 190 kg./mm^2, y un límite elástico convencional, con una deformación permanente de 2 milésimas, igual a 145 o 170 kg./mm^2.

La armadura de los anclajes comprenderá una serie de alambres paralelos, cuyo número estará comprendido entre 6 y 54.

Los cordones estarán formados por 7 alambres trenzados, de 2 a 4 mm de diámetro, y se utilizarán aisladamente, o en grupos de 12, e incluso de 36 cordones.

Las barras de acero especial tendrán diámetros comprendidos entre 16 y 40 mm, con una resistencia comprendida entre 60 y 85 kg./mm^2 y un límite elástico convencional de 50 a 70 kg./mm^2. Se utilizarán aislados (bulones o pernos de anclaje) o en grupos para constituir armadura de anclajes de baja capacidad.

Cualquiera que sea el tipo de acero empleado deberá ser dúctil y con alargamiento en rotura superior al 4%.

Otros materiales podrán ser utilizados, únicamente si su adecuación a los anclajes está suficientemente comprobada, además de necesitar el consentimiento explícito del Proyecto o del Director de las Obras.

2.5.5.2.2 Cabeza de Anclaje

La cabeza de anclaje deberá permitir la puesta en carga de la armadura, soportar la tensión de prueba, la tensión de bloqueo y, si fuera necesario, un relajamiento y una nueva puesta en carga en tensión. Deberá ser capaz de soportar el cien por cien (100%) de las características de tensión de la armadura.

Deberá estar proyectada para permitir desviaciones angulares de la armadura, con respecto a la dirección normal a la cabeza, de tres grados sexagesimales (3º) al noventa y siete por ciento (97%) de la resistencia característica (fpk) de la armadura.

Deberá transmitir la carga de la armadura a la estructura principal o al terreno a través de elementos de acero u hormigón convenientemente proyectados.

2.5.5.2.3 Manguitos para empalme de armaduras

Los manguitos no deberán disminuir la resistencia a tracción de la armadura.

Será necesario que la armadura no lleve manguito alguno en la zona de bulbo.

No deberán modificar la protección contra la corrosión, ni el movimiento libre de la longitud de alargamiento.

2.5.5.2.4 Bulbo de anclaje

Con el fin de anclar con la longitud de bulbo necesaria se deberán utilizar, salvo prescripción en contra del Proyecto o del Director de las Obras, armaduras perfiladas o nervadas.

Los aceros de pretensado, que tengan una superficie lisa, sólo podrán ser utilizados, si se anclan mediante la ayuda de dispositivos de anclaje especiales. Esto deberá venir fijado en Proyecto o ser aceptado por el Director de las Obras, y se deberá comprobar su validez mediante un ensayo previo.

Cuando se utilicen longitudes de bulbo inferiores a tres metros (3 m), para transmitir tensiones de bloqueo superiores a trescientos kilonewton (300 kN), la idoneidad de la lechada de sellado deberá ser confirmada por ensayos previos.

2.5.5.2.5 Separadores y otros elementos colocados en la perforación

Todas las vainas instaladas deberán disponer de un recubrimiento mínimo de diez milímetros (10 mm) de lechada en la pared del orificio de perforación.

A fin de garantizar, en el orificio de perforación, un posicionamiento correcto de las armaduras, de sus componentes, de los elementos de protección contra la corrosión o de cualquier otro elemento, se deberán colocar separadores o centradores de manera que se respeten las exigencias de recubrimiento mínimo de la lechada. Estos separadores no deberán interferir en la inyección de la lechada.

La concepción de los centradores deberá tener en cuenta la forma de la perforación, posibles acampanamientos en la misma, y la susceptibilidad del terreno a ser dañado durante la inserción de la armadura.

2.5.5.2.6 Lechada

Se utilizarán para el relleno del anclaje, especificándose, a continuación, lo que deben cumplir.

2.5.5.2.6.1 Características de los materiales

El agua de amasado cumplirá las condiciones exigidas en el Artículo "hormigones y morteros", del presente Pliego. En particular, no deberá contener sustancias perjudiciales para las armaduras activas o la propia lechada, ni más de doscientos cincuenta miligramos (250 mg) de ion cloro por litro; no tendrá un pH inferior a siete (7) ni presentará trazas de hidratos de carbono.

El cemento será de tipo Portland y deberá ser aceptado por el Director de Obra, una vez comprobadas sus características en lo referente a exudación, fluidez y disminución de volumen.

Los productos de adición deberán estar exentos de sustancias perjudiciales para las armaduras o la propia lechada, tales como cloruros, sulfuros o nitratos.

2.5.5.2.6.2 Composición de la mezcla

La composición de la mezcla se establecerá experimentalmente y deberá ser aprobada por el Director de Obra.

Los productos de adición podrán utilizarse si se demuestra, mediante los oportunos ensayos, que su empleo mejora las características de la lechada. Se dosificarán teniendo en cuenta las condiciones locales de temperatura y previa aprobación del Director de Obra.

2.5.5.2.6.3 Características de la lechada

La lechada deberá tener la consistencia máxima compatible con la inyectabilidad. El valor de la fluidez, expresado por el tiempo que tarda en salir un litro (1 l) de lechada por el cono de Marsh, estará comprendido entre diecisiete (17) y veinticinco (25) segundos.

La relación agua/cemento deberá estar comprendida entre 1/1,5 y 1/2.

El valor de exudación, medido en probeta cilíndrica, herméticamente cerrada, de diez centímetros (10 cm) de diámetro y diez centímetros (10 cm) de altura, no será superior al dos por ciento (2%) a las tres (3) horas, ni al cuatro por ciento (4%), como máximo absoluto, y la propia lechada deberá reabsorber el agua exudada pasadas veinticuatro (24) horas.

La disminución de volumen o contracción, medida sobre la misma probeta, no será superior al dos por ciento (2%).

En cuanto a la expansión eventual, que se presenta cuando se emplean aditivos destinados a tal fin, no podrá exceder del diez por ciento (10%).

La resistencia a compresión de la pasta, determinada según los métodos prescritos para la pasta de cemento en el vigente Pliego de Condiciones Generales para la Recepción de Cementos, no será inferior a trescientos kilogramos por centímetro cuadrado (300 kg./cm^2).

2.5.5.2.6.4 Fabricación de la lechada

La mezcla se preparará mecánicamente, con maquinaria apropiada, que deberá constar de dos tambores al menos: el primero, mezclador, en el que se realizará la mezcla íntima de componentes, y el segundo, agitador, donde se mantendrá la mezcla en agitación continua para evitar la segregación y sedimentación de la lechada antes de su inyección. Los tambores irán provistos de un tamiz 0,50 UNE, a través del cual habrá de pasar la lechada.

2.5.5.2.7 Resina Sintética para Anclaje

Las resinas y morteros de resina podrán utilizarse en la ejecución de anclajes, en lugar de las lechadas de cemento.

En este tipo de bulones el sistema de anclaje consiste en una resina sintética, que se sitúa en el fondo del taladro. La resina se presenta fluida durante la instalación, pero al fraguar, al cabo de una hora

aproximadamente, adquiere una resistencia a compresión simple del orden o superior a 1.000 kg/cm^2, esta resina se puede adquirir en cartuchos de 25 y 32 milímetros de diámetro y 29,42 o 55 centímetros de longitud. La longitud de la zona de anclaje depende básicamente de las características de la roca y se determina realizando pruebas de tracción sobre varios bulones, con distinta longitud de anclaje, instalados en el propio talud a anclar. En general oscila entre 50 centímetros y un metro.

El volumen de resina depende de la longitud de anclaje, de la inclinación del bulón y de la relación entre el diámetro del taladro y el diámetro de la barra.

A la vista de las condiciones del terreno, la Dirección de Obra puede modificar el sistema de anclaje, cambiando la resina por lechada de cemento aluminoso sin modificación del precio. Esta lechada cumplirá las condiciones indicadas en el apartado siguiente.

2.5.5.3 Control de Calidad

El Control de Calidad relativo a los aceros empleados será el indicado en la norma EHE con las modificaciones que se indiquen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En lo que respecta a la lechada se deberá comprobar que los materiales que la componen cumplen las prescripciones de este Pliego.

La dosificación y los ensayos de las lechadas deberán ser presentadas por el Contratista al menos siete (7) días antes de su empleo en obra para su aprobación por la Dirección de Obra.

El contenido de agua y la dosificación de los aditivos se comprobará al menos una vez al día. Si el aditivo se suministra en envases con indicación de su contenido en peso, se efectuará un muestreo de dichos envases con el fin de garantizar una variación real mínima en la dosificación.

2.5.6 Gunitado

2.5.6.1 Definición

La gunita es un mortero u hormigón, transportado a través de manguera y proyectado neumáticamente a gran velocidad, sobre una superficie. La fuerza del impacto, compacta el material.

Las características de la gunita señaladas en este Pliego son exclusivamente para recubrimiento de fábricas de ladrillo, mampostería, roca, etc.

2.5.6.2 Materiales

2.5.6.2.1 Áridos

Los áridos a emplear en el hormigón deberán ser de grano redondeado. La arena y el garbancillo serán limpios. Para evitar pérdidas innecesarias de mezcla y para conseguir una calidad óptima del hormigón proyectado, la curva granulométrica de éste debe encontrarse dentro del huso indicado la tabla siguiente:

Huso granulométrico del hormigón proyectado	
Tamaño de tamiz (mm)	% que pasa (en peso)
0,2	6,5 – 13,5
0,5	13 – 26
1	20 – 40
2	31 – 57

Huso granulométrico del hormigón proyectado	
Tamaño de tamiz (mm)	% que pasa (en peso)
4	43 – 72
8	67 – 88
16	100

El tamaño máximo puede limitarse a 15 mm para conseguir una mejor colocación y reducir en lo posible el "rechazo".

Los áridos se examinarán con periodicidad, sacando sus curvas granulométricas y comprobando que están dentro del huso antes señalado.

La humedad de los áridos no debe ser superior al 7%. Se protegerá la arena fina de la intemperie y se dispondrá de un stock suficiente para que no sea necesario dejar escurrir el agua.

2.5.6.2.2 Cemento y aditivos

El cemento será III–1–35–MR/SR o I–45–A. Si la gunita ha de estar expuesta a la acción de terreno o aguas sulfatadas se utilizará exclusivamente el primero. Los aditivos para el fraguado rápido se añadirán en las proporciones necesarias para conseguir unas resistencias de 40 kg./cm^2 a las 24 h; 80 kg./cm^2 a 48 h; y 200 kg./cm^2 a los 28 días. En caso de empleo la proporción de cloruro cálcico será inferior al 2% en peso de la cantidad de cemento.

El Contratista presentará a la Dirección de Obra para su estudio y aceptación si procede las características de la mezcla seca o húmeda, materiales, equipos de dosificación y mezcla, transporte, suministro de aire, agua, personal especializado y controles a realizar.

Con anterioridad al comienzo de los trabajos en obra se realizarán ensayos de laboratorio para comprobar el buen funcionamiento del equipo y la calificación del personal. Las muestras se realizarán con los mismos equipos, personal, materiales y dosificaciones previstas para la obra.

2.5.6.2.3 Mallazo metálico

El mallazo se incorpora como armadura al hormigón proyectado y vendrá definido en cada caso en el Proyecto o será el indicado por el Director de Obra.

Cuando el hormigón proyectado se utilice en túnel, la armadura principal del mallazo se instalará en el sentido longitudinal del mismo; es necesario efectuar un solape longitudinal entre los tramos del mallazo de unos 20 cm.

El mallazo se colocará lo más pegado posible a las superficies a gunitar para evitar la formación de bolsas de aire.

2.5.6.3 Control de calidad

El control de la resistencia del hormigón proyectado se realizará de la siguiente forma:

2.5.6.3.1 Toma de muestras

Para la toma de muestra para probetas se procederá a la proyección del hormigón en cajas planas de madera y en condiciones rigurosamente iguales a las habituales en la proyección, principalmente por delante de la lanza: máquina, componentes, métodos.

Se emplearán cajas que ofrezcan una superficie suficiente (60 x 60 cm al menos), en las que se proyectará el hormigón perpendicularmente al fondo que está en posición vertical. El espesor del hormigón será de 15 cm de forma que se puedan obtener por extracción con sonda, o sierra, probetas de 12 cm de altura.

En lo que concierne a la conservación, se aplicarán las mismas normas que para el hormigón tradicional.

Salvo indicación en contra en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se efectuará una toma de muestras por cada 50 m^3 de hormigón.

2.5.6.3.2 Ensayos sobre hormigón endurecido

Para proceder a los ensayos del hormigón a las edades previstas (generalmente a 7 y a 28 días), las probetas se extraerán mediante sonda de 6 cm de diámetro en la zona central de la caja. La esbeltez así obtenida es de 2, puesto que la altura es de 12 cm. Las resistencias obtenidas en los cilindros se corregirán según sea la relación L/D como se describe en la Norma ASTM.C–42. Para el caso de L/D = 2 se multiplicará por el factor 0,85.

Cuando son necesarios ensayos de resistencia a compresión a algunas horas de edad para técnicas particulares en hormigón proyectado, se necesita un endurecimiento precoz. En este caso, se procede al aserrado de cubos de 10 cm de arista mejor que al sondeo de probetas. La caja puede ser aserrada con el hormigón para evitar daños en las probetas.

Además de los sondeos de compresión, se efectúan las siguientes medidas en caso necesario:

- Densidad aparente.
- Tracción mediante el ensayo brasileño.
- Permeabilidad.
- Porosidad.
- Análisis químico con determinación de la dosificación en cemento.

En caso de utilizarse un revestimiento flexible provisional será necesario establecer diversos controles geomecánicos que se ajustarán según su tipo a las condiciones siguientes:

- Controles de convergencia: en galerías cada 50 metros.
- Control de resistencia del hormigón proyectado: con periodicidad a fijar por la Dirección de Obra y según especificaciones indicadas en páginas anteriores y según la Norma L.C.I. 215–65 "Evaluation of Compressive Test Results of Field Concrete".
- Ensayos de arrancamiento de bulones (según el procedimiento "Suggested methods for rockbolt testing CFT–1974" de la Sociedad Internacional de Rocas).

2.6 MATERIALES PARA ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

2.6.1 Escolleras

2.6.1.1 Definición

Se definen como escolleras al conjunto de piedras, relativamente grandes, de diferentes tamaños, que colocadas y encajadas entre sí, quedan dispuestas para resistir a los esfuerzos a que van a estar sometidas.

También se incluye en este artículo la escollera recibida con hormigón.

En concreto se utilizarán tres tipos de escolleras:

- Escollera de protección tipo I (ligera), de tamaño medio 0.30 m.
- Escollera de protección tipo II (media), de tamaño medio 0.50 m.
- Escollera de protección tipo III (pesada), de tamaño medio 0.75 m.
- Escollera recibida con hormigón.

2.6.1.2 Normas de referencia

- UNE-EN 1097-6:2014 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 6. Determinación de la densidad de partículas y la absorción de agua.
- UNE EN 1097-2:2010 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.
- NLT 255 Estabilidad de los áridos y fragmentos de roca frente a la acción del desmoronamiento en agua.
- NLT 260 Estabilidad de los áridos y fragmentos de roca frente a la acción de los ciclos de humedad-sequedad.

2.6.1.3 Condiciones generales

2.6.1.3.1 Procedencia

Los materiales serán fragmentos de roca dura, densa, duradera y bastante bien graduados en algunos tamaños.

Los materiales se extraerán de cantera en macizo rocoso cuyas discontinuidades naturales estén adecuadamente espaciadas para que los productos de las voladuras tengan la suficiente proporción de fragmentos de los tamaños mínimos exigidos y que la roca en sí misma tenga las propiedades físicas y mecánicas requeridas, especificadas en el siguiente apartado.

2.6.1.3.2 Calidad de la roca

Serán aptas las rocas comprendidas en la siguiente relación:

- Granitos, granodionitas, sienitas.
- Aplitas, pórfidos y porfiritas.
- Gabros.
- Diabasas, ofitas y lamprófidicos.
- Riolitas y clacitas.
- Andesitas, basaltos y limburquitas.
- Cuarcitas y mármoles.

- Areniscas compactas, conglomerados y brechas.

Las características físicas y mecánicas de las rocas quedan limitadas por los valores de la tabla adjunta.

CARACTERÍSTICAS DE LA ROCA	LÍMITES	MÉTODOS DE ENSAYO
Densidad saturada superficialmente seca	mín 2.55 t/m3	NLT 153/92
Absorción de agua	máx 2.5%	NLT 153/92
Resistencia a la compresión	mín 1.000 kp/cm2	
Coeficiente de desgaste en el ensayo de Los Ángeles	máx 40	NLT 149/91
Pérdida de peso después de cinco ciclos de inmersión en sulfato sódico	máx 10%	UNE EN 1367-2:2010
Resistencia a los ciclos de hielo-deshielo	Director	ASTM-C291

2.6.1.3.3 Gradación de tamaños

Será el especificado en los documentos del Proyecto o el señalado por la Dirección de Obra.

En cualquier caso, el tamaño máximo no será superior a las nueve décimas partes (0,9) del espesor de la capa de escollerado y la fracción que pasa por el tamiz 40 UNE no será mayor de un cinco por ciento (5%).

Forma.

Las piedras tendrán formas angulosas, pero no lajosas ni alargadas, y presentarán aristas vivas de fractura limpia. Los fragmentos gruesos, mayores de la mitad del tamaño máximo, tendrán su dimensión superior a un tercio (1/3) de la mayor dimensión.

2.6.1.3.4 Tolerancia en el contenido de sustancias nocivas

Se cumplirán los límites indicados en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS DE LA ROCA	LÍMITES	MÉTODOS DE ENSAYO
Materia orgánica que pasa por el tamiz 5 UNE	mín 2%	UNE 7368
Contenidos de sulfuros y sulfatos medidos en ión SO4 en la fracción que pasa por el tamiz 40 UNE		PNE-pr EN 1744-1 UNE 103201:1996

2.6.1.4 Control de calidad

Cuando así lo señale la Dirección de Obra, se comprobarán los límites indicados en las características físicas y mecánicas de las rocas.

Así mismo, y con el criterio de la misma, se comprobará que la forma, granulometría y contenido de sustancias nocivas se ajustan a las exigidas.

2.6.2 Cantería

2.6.2.1 Definición

Se define como cantería a la obra de fábrica realizada con piedras sin labra o con poca labra de tamaño tal que permita manejarlas a mano.

Las piedras, con arreglo a sus formas y proporción de dimensiones se clasifican en los siguientes tipos: losas, sillarejos y mampuestos.

Losas: Dentro de este tipo se incluyen las piedras en que predomina con exceso la superficie sobre el espesor o grueso, y labrado de una cara.

Sillarejos: Piedras de tamaño no muy grande y forma más o menos regular dentro del paralelepípedo, y labrado a una cara.

Mampuestos: Piedras de tamaño manejable a mano, forma irregular y labrado a una cara.

2.6.2.2 Clases de piedras

2.6.2.2.1 Calizas

Son rocas cristalinas casi en la totalidad de sus variedades y compuestas esencialmente de carbonato de calcio.

Las piedras de esta clase serán de grano fino, y color uniforme, no debiendo presentar grietas o pelos, coqueras, restos orgánicos y nódulos o riñones.

La composición de la caliza dependerá de su procedencia, prohibiéndose en general el empleo de aquellas que contengan sustancias extrañas en cantidad suficiente para llegar a caracterizarlas.

Atendiendo a esta condición, serán rechazadas las excesivamente bituminosas y que acusen el exceso de betún por su color excesivamente oscuro y su olor característico desagradable.

Serán asimismo desechadas las que contengan demasiada arcilla, por su característica heladicidad y su disgregación fácil en contacto con el aire.

Su densidad mínima será de 2.000 kilogramos por metro cúbico.

El coeficiente mínimo de rotura a la compresión, admisible, será el de 180 kilogramos por centímetro cuadrado.

2.6.2.2.2 Areniscas

Son rocas constituidas por arenas de cuarzo, cuyos granos están unidos por materiales aglomerantes diversos y tales como sílice, carbonato de calcio, solo o unido al de magnesio, óxido de hierro, arcilla, etc.

Su color variará entre el blanco y el ligeramente coloreado de amarillo, rojo, gris verdoso, etc., según los arrastres sufridos por la arena antes de constituirse la piedra.

Serán ásperas al tacto, y las condiciones de dureza y resistencia variarán según la clase y la mayor o menor cantidad de agua de cantera que contengan, así como de la facilidad que presenten para desprenderse de ella.

Serán preferidas por su dureza y compacidad las areniscas constituidas por granos de sílice, cementadas también con sílice, que son también las que resisten mejor la acción de los agentes atmosféricos. Se desecharán las areniscas con aglutinantes arcillosos, por ser generalmente muy descomponibles.

Humedeciendo estas areniscas, el olor acusa la existencia de arcilla.

2.6.2.3 Condiciones generales

La piedra a emplear en mampostería deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogénea, de grano uniforme y resistente a las cargas que tenga que soportar.

- Se rechazarán las piedras que al golpearlas no den fragmentos de aristas vivas.
- Carecer de grietas, coqueras, nódulos y restos orgánicos.
- Dará sonido claro al golpear con un martillo.
- Ser inalterable al agua y a la intemperie, y resistente al fuego.
- Tener suficiente adherencia a los morteros.

Por excepción podrá permitirse el empleo de pizarras, siempre que sean duras y la fábrica se proyecte con lechos de asientos horizontales.

2.6.2.4 Forma y dimensiones

Cada pieza deberá carecer de depresiones capaces de debilitarla o de impedir su correcta colocación. Será de una conformación tal que satisfaga, tanto en su aspecto como estructuralmente, las exigencias de la fábrica especificadas.

Las dimensiones de las piedras serán las indicadas en los Planos; y si no existieran tales detalles al respecto, se proveerán las dimensiones y superficies de caras necesarias para obtener las características generales y el aspecto indicado en los mismos.

Por lo general, las piedras tendrán un espesor superior a 10 centímetros, anchos mínimos de una vez y media su espesor y longitudes mayores de una vez y media su ancho. Cuando se emplean piedras de coronación, sus longitudes serán, como mínimo, las del ancho del asiento de su tizón más 25 centímetros.

Por lo menos un 50% del volumen total de la mampostería estará formado por piedras cuya cubicación sea, como mínimo, de 20 centímetros cúbicos.

Las piedras se trabajarán con el fin de quitarles todas las partes delgadas o débiles.

Los mampuestos se desbastarán y labrarán de acuerdo con el tipo de fábrica de que se trate. Si no especifican estas operaciones en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se seguirá lo indicado en el PG-3 del MOPU.

Las tolerancias de desvío en las caras de asiento respecto de un plano, y, en juntas, respecto de la línea recta, no excederán de las indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y, en todo caso, serán inferiores a 1,5 centímetros.

La capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2%) en peso.

2.6.2.5 Control de calidad

El Contratista controlará la cantidad de los materiales al objeto de que se ajuste a lo especificado en el Presente Pliego, y en la Normativa vigente.

2.6.3 Gaviones

2.6.3.1 Condiciones Generales

2.6.3.1.1 Malla metálica

Los gaviones metálicos estarán formados por un enrejado metálico de triple torsión, construido con alambre galvanizado de diámetro superior a dos milímetros (2 mm).

Las aristas y los bordes del gavión estarán formados por alambres galvanizados cuyo diámetro será, como mínimo, un veinticinco por ciento (25%) mayor que el del enrejado.

La forma y dimensiones de los gaviones metálicos serán las señaladas en los Planos.

En todo caso, una vez montados y rellenos, tendrán una forma regular, sin alabeos ni deformaciones, tanto si se trata de gaviones paralepípedos como cilíndricos.

2.6.3.1.2 Piedra

La piedra a emplear en el relleno de gaviones será natural o procedente de cantera, de una calidad tal que no se desintegre por la exposición al agua o a la intemperie.

El tamaño mínimo de las piedras será el indicado en los Planos. La dimensión mínima habrá de ser, en todo caso, 1,5 veces superior a la abertura de la malla del gavión.

El coeficiente de calidad, medido por el Ensayo de Los Ángeles, determinado según la Norma NLT–149/72, será inferior a cincuenta (50).

Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2%), en peso.

2.6.3.2 Control de calidad

Para cada fuente de procedencia del árido se establecerán lotes, cuyo tamaño en función del paramento a ensayar se define más adelante, a los que se asignarán los resultados de los ensayos realizados. Las muestras se tomarán en los puntos que señale el Director de Obra.

Si los resultados son positivos se aceptará el lote. En el caso de que no se alcancen los mínimos exigidos se rechazará el lote y no se abonará. Como alternativa se podrán realizar ensayos contradictorios, en número igual o superior a dos, para cada uno de los paramentos afectados. El lote se aceptará si ambos ensayos dan resultados satisfactorios y se rechazará en caso contrario. Los citados ensayos serán, en todo caso, por cuenta del Contratista.

El tamaño de los lotes, referido a volumen del árido, será de 500 m^3 o fracción.

2.6.4 Tierra armada

2.6.4.1 Condiciones Generales

2.6.4.1.1 Piel

Estará formada por escamas de hormigón prefabricadas en forma de cruz, que llevarán los puntos de sujeción de la armadura metálica. Así mismo dispondrán de un sistema de encaje entre ellas consistente en bulones metálicos y agujeros materializados en los brazos de la cruz.

2.6.4.1.2 Flejes

Son bandas de chapa metálica cuya calidad, longitud, anchura y espesor se determina en los planos de Proyecto.

El metal de base es acero dulce con un alargamiento en rotura mayor o igual que el 18%. Estas armaduras serán galvanizadas.

Las armaduras podrán ser lisas o con resaltes según se determine en Proyecto. Las primeras e obtendrán directamente de bobinas galvanizadas en continuo mientras que las segundas serán laminadas "ex profeso" y se galvanizarán en caliente por inmersión.

2.6.4.1.3 Juntas

Las juntas verticales serán de espuma de poliuretano de células abiertas. En el caso de que la obra pueda permanecer inundada temporalmente se utilizarán juntas verticales tipo "textil no tejido" pegadas a las escamas en sustitución de las juntas de poliuretano. Las juntas horizontales entre escamas son tiras de corcho aglomerado con resina epoxi.

2.6.4.1.4 Relleno

Además de las características generales de cualquier relleno recogidas en el Apartado 2.3, deberá cumplir una serie de condiciones mecánicas y físico–químico–biológicas.

- Condiciones mecánicas:

El terreno de relleno será válido cuando el porcentaje de muestra ensayada que pasa por el tamiz 0,08 mm sea inferior al 15%.

Cuando el porcentaje citado en el caso anterior sea mayor del 15% el terreno seguirá siendo válido en los dos casos siguientes:

- Cuando el porcentaje en peso que pasa por el tamiz de 0,015 mm sea menor del 10%.
- Cuando el porcentaje anterior esté comprendido entre el 10% y el 20% y el ángulo de rozamiento suelo–armadura sea mayor o igual que 22º, para armaduras lisas, y que 25º para armaduras con resaltes.

- Condiciones físico–químico–biológicas:

Los materiales a utilizar en el relleno deberán cumplir las limitaciones que aparecen en el cuadro adjunto.

CARACTERÍSTICAS	AMBIENTE	
	Seco	Saturado
Resistividad (ohm · cm)	1.000	3.000
Ph	Entre 5 y 10	
Cloruro (Cl–) (p.p.m.)	200	100
Sulfatos (SO4=) (p.p.m.)	1.000	500
Sulfuros (S=) (p.p.m.)	300	100
Bacterias aerobias (DBO) (p.p.m.)		20
Bacterias aerobias (conteo bacterias/g. de suelo)		10
Materia orgánica (C) (p.p.m.)	100	100

2.6.4.2 Control de Calidad

2.6.4.2.1 Materiales Metálicos

Los aspectos relacionados con la durabilidad que deberán controlarse, bien sea en la recepción o exigiendo un certificado de control en fábrica por un organismo capacitado, serán los siguientes:

- Aspecto y adherencia del recubrimiento galvánico.
- Espesor medio del recubrimiento y su uniformidad.
- En relación con las propiedades mecánicas:
- Carga de rotura

- Elongabilidad mínima en rotura

2.6.4.2.2 Escamas de hormigón

Los aspectos mecánicos se controlarán según lo usual para elementos prefabricados de hormigón, recogido en el Apartado correspondiente del presente Pliego.

Desde el punto de vista estético se controlará el buen aspecto superficial, sin reparaciones, manchas, coqueras, etc. Igualmente se controlarán las dimensiones geométricas para el buen montaje de la piel.

2.6.4.2.3 Relleno

El control del relleno se realizará en tres fases: Una primera de aceptación del préstamo; una fase de recepción de las diferentes partidas (cada 500 m^3 o tongada) del material, para verificar que éstas se atienen a las condiciones en base a las cuales se aceptó el préstamo y una última sobre la colocación del relleno.

Las propiedades relacionadas con el potencial corrosivo que hay que controlar para aceptación del préstamo son:

- Resistividad.
- pH.
- Contenido en sulfatos y cloruros si la resistividad es inferior a 5000 ohm. ·cm.
- Contenido en sulfuros totales si se detecta presencia cualitativa de éstos.
- Contenido en materia orgánica.
- Actividad biológica si la obra va a estar sumergida y es importante.

Las mecánicas son:

- Granulometría.
- Ángulo de rozamiento interno, o de rozamiento suelo–armadura, si la granulometría no es concluyente.

Los relacionados con la puesta en obra serán:

- Densidad y humedad óptima Próctor.

Los ensayos de recepción a lo largo de la obra deberán fijarse a la vista de los ensayos de aceptación del préstamo. Cuando alguna característica tenga valores cercanos a los límites convendrá establecer su control periódico. La Dirección de Obra podrá restringir los ensayos de recepción a resistividad y pH entre los físico–químicos y granulometría para los mecánicos, relacionando las otras características con las medidas en estos ensayos.

2.7 HORMIGONES Y SUS COMPONENTES

2.7.1 Definición

Se definen como hormigones, los materiales formados por mezcla de cemento, árido grueso, árido fino y agua, con o sin la incorporación de aditivos o adiciones, que desarrolla sus propiedades por endurecimiento de la pasta de cemento (cemento y agua).

Los hormigones cumplirán las condiciones exigidas en la "Instrucción de Hormigón Estructural EHE" en vigor y en el PG-3.

2.7.2 Áridos para hormigones

2.7.2.1 Generalidades

Para la fabricación de hormigones pueden emplearse áridos gruesos (gravas) y áridos finos (arenas), según UNE-EN 12620, rodados o procedentes de rocas machacadas, así como escorias siderúrgicas enfriadas por aire según UNE-EN 12620 y, en general, cualquier otro tipo de árido cuya evidencia de buen comportamiento haya sido sancionado por la práctica y se justifique debidamente.

En el caso de áridos reciclados, se seguirá lo establecido en la EHE. También en el caso de áridos ligeros, se deberá cumplir lo indicado en la EHE, y en particular, lo establecido en UNE-EN 13055-1.

Cuando no se tengan antecedentes sobre la naturaleza de los áridos o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas de las ya sancionadas por la práctica, se realizarán ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrográficos, físicos o químicos, según convenga en cada caso.

En el caso de utilizar áridos siderúrgicos (como, por ejemplo, escorias siderúrgicas granuladas de alto horno), se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos inestables.

Dada su peligrosidad, sólo se permite el empleo de áridos con una proporción muy baja de sulfuros oxidables.

Será de obligado cumplimiento lo especificado en el artículo 28º de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

2.7.2.2 Designación y tamaños de los áridos

Los áridos se designarán, de acuerdo con el siguiente formato:

d/D – IL

Dónde:

d/D Fracción granulométrica, comprendida entre un tamaño mínimo, d, y un tamaño máximo, D, en mm.

I/L Forma de presentación: R, rodado; T, triturado (de machaqueos); M. mezcla.

Preferentemente, se indicará también la naturaleza del árido (C, calizo; S, silíceo; G, granito; O, ofita; B, basalto; D, dolomítico; Q, traquita; I, fonolita; V. varios; A, artificial; R, reciclado) en cuyo caso la designación sería:

d/D – IL – N

En la fase de proyecto, a efectos de la especificación del hormigón, es necesario únicamente establecer para el árido su tamaño máximo en mm., de acuerdo con 39.2 (donde se denomina TM) y, en su caso, especificar el empleo de árido reciclado y su porcentaje de utilización.

- Arena o árido fino: Árido o fracción del mismo que pasa por un tamiz de 4 mm de luz de malla (tamiz 4 UNE EN 933-2).
- Árido grueso o grava: Árido o fracción del mismo que resulta retenido por el tamiz 4 (UNE EN 933-2) y cuyo tamaño máximo sea menor que las dimensiones siguientes:
  - 0,8 de la distancia horizontal libre entre vainas o armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo mayor que 45º con la dirección de hormigonado.
  - 1,25 de la distancia entre un borde de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo no mayor que 45º con la dirección de hormigonado.
  - 0,25 de la dimensión mínima de la pieza, excepto en los casos siguientes:
    - ~ Losa superior de los forjados, donde el tamaño máximo del árido será menor que 0,4 veces el espesor mínimo.
    - ~ Piezas de ejecución muy cuidada (caso de prefabricación en taller) y aquellos elementos en los que el efecto pared del encofrado sea reducido (forjados que se encofran por una sola cara), en cuyo caso será menor que 0,33 veces el espesor mínimo.
- Árido total o árido: el que por sí solo o por mezcla posee las proporciones de arena y grava necesarias para la fabricación de un tipo de hormigón.

Requisitos generales de los tamaños máximo *D* y mínimo *d*

Árido		Porcentaje que pasa (en masa)				
		2 *D*	1,4 *D* [a]	*D* [b]	*d*	*d*/2 [a]
Árido grueso	$D > 11{,}2$ y $D/d > 2$	100	98 a 100	90 a 99	0 a 15	0 a 5
	$D \leq 11{,}2$ ó $D/d \leq 2$	100	98 a 100	85 a 99	0 a 20	0 a 5
Árido fino	$D \leq 4$ y $d = 0$	100	95 a 100	85 a 99	—	—

a) Como tamices 1,4*D* y *d*/2 se tomarán de la serie elegida o el siguiente tamaño del tamiz más próximo de la serie.
b) El porcentaje en masa que pase por el tamiz *D* podrá ser superior al 99 %, pero en tales casos el suministrador deberá documentar y declarar la granulometría representativa, incluyendo los tamices *D*, *d*, *d*/2 y los tamices intermedios entre *d* y *D* de la serie básica más la serie 1, o de la serie básica más la serie 2. Se podrán excluir los tamices con una relación menor a 1,4 veces el siguiente tamiz más bajo.

2.7.2.3 Suministro y almacenamiento de los áridos

Los áridos se transportarán y acopiarán de manera que se evite su segregación y contaminación, debiendo mantener las características granulométricas de cada una de sus fracciones hasta su incorporación a la mezcla.

El suministrador de los áridos garantizará documentalmente el cumplimiento de las especificaciones establecidas en la EHE, hasta la recepción de estos.

Cada carga de árido irá acompañada de una hoja de suministro en la que figuren como mínimo el nombre del suministrador, el nº de serie de la hoja de suministro, el nombre de la cantera, la fecha de

entrega, el nombre del peticionario, el tipo, cantidad y designación de árido así como la identificación del lugar de suministro.

2.7.2.4 Control de Calidad

Los áridos cumplirán las condiciones físico - químicas, físico - mecánicas y de granulometría y forma establecidas en la EHE en vigor

El Contratista controlará la calidad de los áridos para que sus características se ajusten a las especificaciones mencionadas más las contenidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Los ensayos justificativos de todas las condiciones especificadas se realizarán:

- Antes de comenzar la obra si no se tienen antecedentes de los mismos.
- Al variar las condiciones de suministro.

Por otra parte, y con la periodicidad mínima siguiente, se realizarán los siguientes ensayos:

- Por cada quinientos (500) metros cúbicos o fracción o una vez cada quince (15) días.
  - Un ensayo granulométrico y módulo de finura (NTL-150).
  - Un ensayo de contenido de material que pasa por el tamiz 0,080 UNE 7050:1997 (UNE-EN 933-10:2001 y UNE-EN 933-1:1998).
- Una vez cada quince (15) días y siempre que las condiciones climatológicas hagan suponer una posible alteración de las características.
  - Un ensayo de contenido de humedad (ASTM C566).
- Una vez cada dos (2) meses.
  - Un ensayo de contenido de materia orgánica (UNE-EN 1744-1:1999).
- Una vez cada seis (6) meses.
  - Un ensayo de contenido de partículas blandas (UNE 7134) únicamente en el árido grueso.
  - Un ensayo de contenido de terrones de arcilla (UNE 7133).
  - Un ensayo de contenido de materiales ligeros (UNE-EN 1744-1:1999).
  - Un ensayo de contenido de azufre (UNE-EN 1744-1:1999).
  - Un ensayo de resistencia al ataque de los sulfatos (UNE-EN 1367-2:1999).
  - Un ensayo de reactividad a los álcalis (UNE 83121:1990).
  - Un ensayo de determinación de la forma de las partículas (UNE-EN 933-4:2000) únicamente para el árido grueso.
  - Un ensayo de resistencia a la abrasión (NTL-149).
  - Un ensayo de estabilidad de las escorias siderúrgicas cuando éstas se emplean como árido fino.
  - Un ensayo de resistencia a la abrasión (NTL-149) únicamente para hormigones con árido antiabrasivo.

2.7.3 Cementos

2.7.3.1 Definición

Se denominan cementos o conglomerantes hidráulicos a aquellos productos que, amasados con agua, fraguan y endurecen sumergidos en este líquido, y son prácticamente estables en contacto con él.

2.7.3.2 Condiciones Generales

Todo cemento a emplear en obra habrá de cumplir cuanto se establece en la EHE vigente y en la Vigente "Instrucción para la Recepción de cementos (RC-16", aprobada por REAL DECRETO 256/2016 del 10 de junio

Además, cumplirá la Reglamentación en vigor y Normas UNE que se reseñan en Anexo al citado R.D. 256/2016.

Se exigirá la marca "AENOR" en los cementos.

En general los cementos a utilizar en proyecto cumplirán las condiciones siguientes:

- La expansión en la prueba de autoclave habrá de ser inferior al siete por mil (0,7%).
- El contenido de cal total libre en el cemento (óxido cálcico más hidróxido cálcico), determinado según el método de ensayo (ASTM C114), deberá ser inferior al uno con dos por ciento (1,2%) del peso total.
- El contenido de aluminio tricálcico (C3A) no excederá del seis por ciento (6%) del peso del cemento.
- El contenido de silicato tricálcico (C3S) no excederá del cincuenta por ciento (50%) del peso del cemento.
- Es admisible sustituir la condición anterior por la siguiente: la suma del contenido en el cemento de aluminato tricálcico (C3A) y de silicato tricálcico (C3S) no excederá del cincuenta y ocho por ciento (58%) del peso del cemento. Presentará un contenido en Ferroaluminato Tetracálcico FAC4 tal que la suma de los contenidos de AC3 y FAC4 sea inferior al 18%.
- El cálculo de los contenidos de C3A y C3S se hará por el concepto de la composición potencial del cemento.
- Las resistencias del mortero normal de cemento en ensayos realizados de acuerdo con el Pliego de Condiciones para recepción de Conglomerantes Hidráulicos, deberán alcanzar a los veintiocho días (28) y sobre el noventa por ciento (90%) de las probetas, una resistencia no inferior a cuatrocientos kilogramos por centímetros cuadrados (400 Kg/cm²).
- El cemento habrá de tener características homogéneas durante la ejecución de cada obra, y no deberá presentar desviaciones en sus resistencia, a la rotura por compresión a los veintiocho días (28), superiores al diez por ciento (10%) de la resistencia media del noventa por ciento (90%) de las probetas ensayadas, eliminando el cinco por ciento (5%) de los ensayos que hayan dado resistencias más elevadas, y el cinco por ciento (5%) de los ensayos correspondientes a las resistencias más bajas.
- El número mínimo de resultados de ensayos para aplicar la anterior prescripción será de treinta (30).
- La norma anterior relativa a la regularidad de la resistencia a compresión puede sustituirse por la equivalencia siguiente:
  - El coeficiente de dispersión (desviación media cuadrática relativa) de los resultados de rotura a compresión a veintiocho (28) días, considerados como mínimo treinta (30) resultados, no será superior a seis centésimas (0,06).
  - La temperatura del cemento a su llegada a la obra no será superior a sesenta grados centígrados (60º), ni a cincuenta grados centígrados (50º) en el momento de su empleo.

2.7.3.3 Clasificación y Características

El cemento deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las características que se exigen al mismo en el Artículo 31º de la EHE-08.

Podrán utilizarse aquellos cementos que cumplan las siguientes condiciones:

- Ser conformes con la reglamentación especifica vigente
- Cumplan las limitaciones de uso establecidas en la Tabla 26 de la EHE-08

- Pertenezcan a la clase resistente 32,5 o superior

En la tabla 26, las condiciones de utilización permitida para cada tipo de hormigón, se deben considerar extendidas a los cementos blancos y a los cementos con características adicionales (de resistencia a sulfatos y al agua de mar, de resistencia al agua de mar y de bajo calor de hidratación) correspondientes al mismo tipo y clase resistente que aquellos.

Cuando el cemento se utilice como componente de productos de inyección adherente se tendrá en cuenta lo prescrito en el artículo 35.4.2 de la EHE-08.

El empleo de cemento de aluminato de calcio deberá ser objeto, en cada caso, de estudio especial, exponiendo las razones que aconsejan su uso y observándose las especificaciones contenidas en el Anejo nº 3, de la EHE

Tabla 26
Tipos de cemento utilizables

Tipo de hormigón	Tipo de cemento
Hormigón en masa	Cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C Cementos para usos especiales ESP VI-1
Hormigón armado	Cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C y CEM V/B
Hormigón pretensado	Cementos comunes de los tipos CEM I y CEM II/A-D, CEM II/A-V, CEM II/A-P y CEM II/A-M(V,P)

Se tendrá en cuenta lo expuesto en 31.1 de la EHE-08 en relación con el contenido total de ion cloruro para el caso de cualquier tipo de cemento, así como con el contenido de finos en el hormigón, para el caso de cementos con adición de filer calizo.

Se consideran cementos de endurecimiento lento los de clase resistente 32,5N, de endurecimiento normal los de clases 32,5R y 42,5N y de endurecimiento rápido los de clases 42,5R, 52,5N y 52,5R.

En la tabla A.4.3.4. se recogen los cementos recomendados para su uso en la fabricación de hormigones destinados a la construcción de estructuras para el transporte de agua que no formen parte de los cuerpos de las presas.

TABLA A.4.3.3

Aplicación	Cementos recomendados
Presas de hormigón vibrado	Cementos comunes de los tipos CEM II/A, CEM III/A, CEM III/B y CEM IV/A.
Presas de hormigón compactado	Cementos comunes de los tipos CEM III, CEM IV y CEM V; Cementos para usos especiales ESP VI-1; Cementos especiales de muy bajo calor de hidratación VLH III, VLH IV y VLH V; y Cementos de escoria de horno alto de baja resistencia inicial L.

TABLA A.4.5

Tipos de cementos en función de las clases de exposición

Clase de exposición	Tipo de proceso (agresividad debida a)	Cementos recomendados
I	Ninguno	Todos los recomendados según la aplicación prevista.
II	Corrosión de las armaduras de origen diferente de los cloruros	CEM I, cualquier CEM II (preferentemente CEM II/A), CEM III/A y CEM IV/A.
III (*)	Corrosión de las armaduras por cloruros de origen marino	Muy adecuados los cementos CEM II/S, CEM II/V (preferentemente los CEM II/B-V), CEM II/P (preferentemente los CEM II/B-P), CEM II/A-D, CEM III, CEM IV (preferentemente los CEM IV/A) y CEM V/A.
IV	Corrosión de las armaduras por cloruros de origen no marino	Preferentemente, los CEM I y CEM II/A y, además, los mismos que para la clase de exposición III.
Q (**)	Ataque al hormigón por sulfatos	Los mismos que para la clase de exposición III.
Q	Lixiviación del hormigón por aguas puras, ácidas, o con CO_2 agresivo	Los cementos comunes de los tipos CEM II/P, CEM II/V, CEM II/A-D, CEM II/S, CEM III, CEM IV y CEM V.
Q	Reactividad álcali-árido	Cementos de bajo contenido en alcalinos (***) (óxidos de sodio y de potasio) en los que $(Na_2O)eq = Na_2O\ (\%) + 0{,}658\ K_2O\ (\%) < 0{,}60$.

(*) En esta clase de exposición es necesario cumplir las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia al agua de mar (MR), tal y como establece la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

(**) En esta clase de exposición es necesario cumplir las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia a los sulfatos (SR), en el caso de la clase específica Qb o Qc, tal y como establece el articulado de esta Instrucción. En los casos en que el elemento esté en contacto con agua de mar será necesario cumplir las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia al agua de mar (MR).

(***) También son recomendables los cementos citados en la tabla A.4.2 para hormigones con áridos potencialmente reactivos (que necesitarían cementos con bajo contenido en alcalinos).

2.7.3.4 Recepción y almacenamiento

El cemento para hormigón, mortero o inyecciones será suministrado por el Contratista. El cemento debe estar libre de grumos, clinker no cocido, fragmentos de metal u otro material extraño. Además no debe haber sufrido ningún daño cuando se vaya a usar en el hormigón En la recepción se comprobará que el cemento no llega excesivamente caliente. Si se trasvasa mecánicamente, se recomienda que su temperatura no exceda de 70º C. Si se descarga a mano, su temperatura no excederá de 40º C (o de la temperatura ambiente más 5º C, si ésta resulta mayor). De no cumplirse los límites citados, deberá comprobarse mediante ensayo que el cemento no presenta tendencia a experimentar falso fraguado.

Cuando se reciba cemento ensacado, se comprobará que los sacos son los expedidos por la fábrica, cerrados y sin señales de haber sido abiertos.

El cemento ensacado se almacenará en local ventilado, defendido de la intemperie y de la humedad del suelo y paredes. El cemento a granel se almacenará en silos o recipientes que lo aíslen totalmente de la humedad.

Si el periodo de almacenamiento de un cemento es superior a un mes, antes de su empleo, se comprobará que sus características continúan siendo adecuadas, realizando el ensayo de fraguado, el de resistencia a flexotracción y a compresión a tres y siete días, sobre muestras representativas que incluyan terrones si se hubiesen formado.

2.7.3.5 Control de calidad

Cada entrega de cemento en obra, vendrá acompañada del documento de garantía de la fábrica, en el que figurará su designación, por el que se garantiza que cumple las prescripciones relativas a las características físicas y mecánicas y a la composición química establecida.

Si la partida resulta identificable a juicio de la Dirección Facultativa, al documento de garantía se agregarán otros con los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio de la fábrica. Para comprobación de la garantía, la Dirección Facultativa ordenará la toma de muestras y realización de ensayos.

El número de muestras a tomar será:

- uno por cada cien (100) toneladas, si la partida resulta identificable.
- uno por cada veinticinco (25) toneladas o por cada embarque, en caso contrario.

Sobre cada muestra se realizarán los siguientes ensayos:

- Químicos: Pérdida al fuego, residuo insoluble, óxido magnésico y trióxido de azufre.
- Físicos: Finura de molino, tiempos de fraguado, expansión y resistencia a flexotracción y compresión.

Los ensayos serán realizados por el laboratorio homologado que indique la Dirección Facultativa y el abono de los mismos corresponderá al Contratista, que no tendrá derecho a ninguna contraprestación económica, al incluir el precio del cemento en los costos de los ensayos aquí exigidos.

2.7.4 Agua

2.7.4.1 Definición

En general, podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Se prohíbe expresamente el empleo de agua de mar o salina análoga para el amasado o curado del hormigón armado o pretensado, salvo estudios especiales. Si podrán utilizarse para hormigones sin armaduras. En este caso deberán utilizarse cementos MR o SR.

Será prescriptivo el Artículo 27º de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.

2.7.4.2 Equipos

La maquinaria y los equipos empleados en el amasado de morteros u hormigones tendrán que conseguir una mezcla adecuada de todos los componentes con el agua.

2.7.4.3 Criterios de aceptación y rechazo

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas y salvo justificación especial de que no alteran perjudicialmente las propiedades de los hormigones, deberán cumplir las condiciones siguientes:

- Exponente de hidrogeno pH (UNE 7234) > 5
- Sustancias disueltas (UNE 7130) < 15 gramos por litro (15.000 p.p.m.)
- Sulfatos, expresado en SO4 (UNE 7131) excepto para el cemento SR en que se eleva este limite a 5 gramos por litro (5.000 p.p.m.) $\leq$ 1 gramo por litro (1.000 p.p.m.)
- Ion cloruro CI (UNE 7178) $\leq$ 1 gramo por litro (1.000 p.p.m.)
  - Para hormigón pretensado < 1 gramo por litro (1.000 p.p.m.)
  - Para hormigón armado u hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración < 3 gramo por litro (3.000 p.p.m.)
- Hidratos de carbono (UNE 7132) = 0
- Sustancias orgánicas solubles en éter (UNE 7235) $\leq$ 15 gramo por litro (15.000 p.p.m.)

Con respecto al contenido del ión cloruro, se tendrá en cuenta lo prescrito en la EHE.

2.7.4.4 Recepción

Cuando no se posean antecedentes de su utilización en obras de hormigón, o en caso de duda, el control de calidad de recepción del agua de amasado, se efectuará realizando los ensayos especificados en el apartado anterior.

El incumplimiento de los valores admisibles considerará al agua como no apta para amasar mortero u hormigón, salvo justificación técnica documentada de que no perjudica apreciablemente las propiedades exigibles al mismo, ni a corto ni a largo plazo.

2.7.5 Aditivos para morteros y hormigones

2.7.5.1 Definición

Los aditivos son productos que, incorporados al hormigón o el mortero en una proporción igual o menor del cinco por ciento (5 por 100) del peso del cemento, antes del amasado, durante el mismo y/o posteriormente en el transcurso de un amasado suplementario, producen las modificaciones deseadas de sus propiedades habituales, de sus características, o de su comportamiento, en estado fresco y/o endurecido.

La designación de los aditivos se hará de acuerdo con lo indicado en la UNE EN 934-2:2010.

2.7.5.2 Aditivos

Se consideran fundamentalmente los cinco tipos de aditivos que se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 29.2
Tipos de aditivos

Tipo de aditivo	Función principal
Reductores de agua / Plastificantes	Disminuir el contenido de agua de un hormigón para una misma trabajabilidad o aumentar la trabajabilidad sin modificar el contenido de agua.
Reductores de agua de alta actividad / Superplastificantes	Disminuir significativamente el contenido de agua de un hormigón sin modificar la trabajabilidad o aumentar significativamente la trabajabilidad sin modificar el contenido de agua.
Modificadores de fraguado / Aceleradores, retardadores	Modificar el tiempo de fraguado de un hormigón.
Inclusores de aire	Producir en el hormigón un volumen controlado de finas burbujas de aire, uniformemente repartidas, para mejorar su comportamiento frente a las heladas.
Multifuncionales	Modificar más de una de las funciones principales definidas con anterioridad.

Los aditivos de cualquiera de los cinco tipos descritos anteriormente deberán cumplir la UNE-EN 934-2

En los documentos de origen, figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en la UNE-EN 934-2, así como el certificado del fabricante que garantice que el producto satisface los requisitos prescritos en la citada norma, el intervalo de eficacia (proporción a emplear) y su función principal de entre las indicadas en la tabla anterior.

Salvo indicación previa en contra de la Dirección Facultativa, el Suministrador podrá emplear cualquiera de los aditivos incluidos en la Tabla 29.2 de la EHE-08. La utilización de otros aditivos distintos a los contemplados en este artículo, requiere la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

La utilización de aditivos en el hormigón, una vez en la obra y antes de su colocación en la misma, requiere de la autorización de la Dirección Facultativa y el conocimiento del Suministrador de Hormigón.

La utilización de cualquier otro aditivo no contemplado en esta tabla, requerirá la aprobación previa de la Dirección Facultativa

2.7.5.3 Materiales

La Dirección Facultativa fijará los tipos, las características y dosificaciones de los aditivos que sean necesarios para modificar las propiedades del mortero u hormigón, en caso de ser requerido su empleo.

No se utilizará ningún tipo de aditivo modificador de las propiedades de morteros y hormigones sin la aprobación previa y expresa de la Dirección Facultativa.

2.7.5.4 Equipos

La maquinaria y equipos necesarios para la dosificación, mezcla y homogeneización de los aditivos en morteros y hormigones serán los adecuados para que dichas operaciones se lleven a cabo correctamente.

2.7.5.5 Ejecución

Será de aplicación todo lo prescrito en el apartado 281.4 del artículo 281 del PG-3.

En los hormigones armados o pretensados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro cálcico ni productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

En los elementos pretensados mediante armaduras ancladas exclusivamente por adherencia, no podrán utilizarse aditivos que tengan carácter de aireantes.

El aditivo tendrá una consistencia tal que su mezcla sea uniforme y homogénea en la masa del mortero y hormigón.

2.7.5.6 Condiciones de suministro

Si los aditivos poseen un distintivo reconocido o un CC-EHE, ambos en el sentido expuesto en la EHE, cada partida acreditará que está en posesión del mismo.

Si los aditivos no poseen un distintivo reconocido o un CC-EHE, cada partida irá acompañada de su correspondiente documentación, las instrucciones de uso y un certificado, realizado por un laboratorio acreditado, donde figurarán expresamente los datos especificados en el apartado 281.5.1 del artículo 281 del PG-3.

Además, en los documentos de origen, figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en la UNE EN 934-2:2002, así como el certificado de garantía del fabricante de que las características y especialmente el comportamiento del aditivo, agregado en las proporciones y condiciones previstas, son tales que produce la función principal deseada sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón, ni representar peligro para las armaduras.

2.7.5.6.1 Envasado y etiquetado

Los aditivos se transportarán y almacenarán de manera que se evite su contaminación y que sus propiedades no se vean afectadas por factores físicos o químicos. El fabricante suministrará el aditivo correctamente etiquetado según la UNE EN 934-6:2002.

2.7.5.6.2 Especificaciones de la unidad terminada

Se cumplirán los requisitos contenidos en la UNE EN 934-2:2002.

2.7.5.6.3 Recepción

La Dirección Facultativa exigirá la presentación del expediente donde figuren las características y valores obtenidos en los aditivos a utilizar, de acuerdo con lo especificado en el apartado 281.5 del PG-3, o bien, el documento acreditativo de su certificación.

El control de recepción de los aditivos se llevará a cabo según se especifica en el apartado 281.7 del artículo 281 del PG-3.

2.7.5.7 Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de los aditivos para morteros y hormigones para que sus características se ajusten a lo indicado en este Pliego, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en la Instrucción EHE.

Antes de comenzar la obra, se comprobará en todos los casos el efecto del aditivo sobre las características de calidad del hormigón. Tal comprobación se realizará mediante los ensayos previos del hormigón citados en el Apartado 2.7.7.14. del presente Pliego. Igualmente se comprobará mediante los oportunos ensayos de laboratorio la ausencia en la composición del aditivo de compuestos químicos que puedan favorecer la corrosión de las armaduras.

Durante la ejecución se vigilará que el tipo y la marca del aditivo utilizado sean los aceptados por la Dirección de la Obra. El Contratista tendrá en su poder el Certificado del Fabricante de cada partida que certifique el cumplimiento de los requisitos indicados en los documentos señalados en el primer párrafo del presente apartado.

2.7.6 Adiciones a emplear en hormigones

2.7.6.1 Definición

Adiciones son aquellos materiales inorgánicos, puzolánicos o con hidraulicidad latente que, finamente divididos, pueden ser añadidos al hormigón con el fin de mejorar alguna de sus propiedades o conferirle características especiales.

En hormigón pretensado podrá emplearse adición de cenizas volantes cuya cantidad no podrá exceder del 20% del peso de cemento, o humo de sílice cuyo porcentaje no podrá exceder del 10% del peso del cemento.

2.7.6.2 Materiales

El humo de sílice es un subproducto que se origina en la reducción de cuarzo de elevada pureza con carbón en hornos eléctricos de arco para la producción de silicio y ferrosilicio.

Las cenizas volantes son los residuos sólidos que se recogen por precipitación electrostática o por captación mecánica de los polvos que acompañan a los gases de combustión de los quemadores de centrales termoeléctricas alimentadas por carbones pulverizados.

2.7.6.3 Condiciones del suministro

El suministrador de la adición la identificará y garantizará documentalmente el cumplimiento de las características especificadas a continuación, según que la adición empleada sea ceniza volante o humo de sílice.

Para las cenizas volantes o el humo de sílice suministrados a granel se emplearán equipos similares a los utilizados para el cemento.

2.7.6.3.1 Prescripciones y ensayos de las cenizas volantes

Las cenizas volantes no podrán contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras. Además deberán cumplir las siguientes especificaciones de acuerdo con la UNE EN-1-2:2006:

- Anhídrido sulfúrico (SO), según la UNE EN 196-2:2006 ≤3,0%
- Cloruros (Cl-), según la UNE EN 196-2:2006 ≤0,10%
- Oxido de calcio libre, según la UNE EN 451-1:2006 ≤1%
- Pérdida al fuego, según la UNE EN 196-2:2006 ≤5,0%
- Finura, según la UNE EN 451-2:95
- Cantidad retenida por el tamiz 45 µ m ≤40%
- Índice de actividad, según la UNE EN 196-1:2005
- A los 28 días >75%
- A los 90 días >85%
- Expansión por método de las agujas, UNE EN 196-3:2005 <10 mm
- La especificación relativa a la expansión sólo debe tenerse en cuenta si el contenido en óxido de calcio libre supera el 1% sin sobrepasar el 2,5%.

Los resultados de los análisis y de los ensayos previos estarán a disposición de la Dirección Facultativa.

2.7.6.3.2 Prescripciones y ensayos del humo de sílice

El humo de sílice no podrá contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras. Además, deberá cumplir las siguientes especificaciones:

- Óxido de silicio (SiO), según la UNE EN 196-2:2006 ≥85%
- Cloruros (CL) según la UNE 80217 < 0,10%
- Pérdida al fuego, según la UNE EN 196-2:2006 <5%
- Índice de actividad, según la UNE EN 13263-1 >100%

Los resultados de los análisis y de los ensayos previos estarán a disposición de la Dirección Facultativa.

2.7.6.3.3 Almacenamiento

Las adiciones se almacenarán en recipientes y silos impermeables que los protejan de la humedad y de la contaminación, los cuales estarán perfectamente identificados para evitar posibles errores de dosificación.

2.7.6.3.4 Condiciones de utilización

Se podrán utilizar cenizas volantes o humo de sílice como adición en el momento de la fabricación del hormigón, únicamente cuando se utilice cemento tipo CEM I.

En estructuras de edificación, en elementos no pretensados, la cantidad máxima de cenizas volantes adicionadas no excederá del 35% del peso de cemento, mientras que la cantidad máxima de humo de sílice adicionado no excederá del 10% del peso de cemento.

No se utilizará ningún tipo de adición sin la aprobación previa y expresa de la Dirección Facultativa, quien exigirá la presentación de ensayos previos favorables.

Para la utilización de las cenizas volantes y el humo de sílice además se seguirán las indicaciones de la UNE 83414:1990 EX y UNE 83460-2:2005.

Las adiciones se dosificarán en peso, empleando básculas y escalas distintas de las utilizadas en los áridos. La tolerancia en peso de adiciones será del ± 3 por 100.

2.7.6.3.5 Recepción

La central de hormigonado llevará a cabo el control de recepción de los diferentes suministros para comprobar que las posibles variaciones de su composición no afectan al hormigón fabricado con las mismas.

No se utilizarán suministros de adiciones que no lleguen acompañados de un certificado firmado de garantía del suministrador.

Antes de comenzar la obra se realizarán en un laboratorio oficial u oficialmente acreditado los ensayos especificados en los apartados anteriores. La determinación del índice de actividad resistente se realizará con cemento de la misma procedencia que el previsto para la ejecución de la obra.

Al menos cada tres meses de obra se realizarán las siguientes comprobaciones sobre las adiciones: trióxido de azufre, pérdida por calcinación y finura para las cenizas volantes y pérdida por calcinación y contenido de cloruros para el humo de sílice, con el fin de comprobar la homogeneidad del suministro.

2.7.7 Hormigones

2.7.7.1 Definición y generalidades

Se definen como hormigones, los materiales formados por mezcla de cemento, árido grueso, árido fino y agua, con o sin la incorporación de aditivos o adiciones, que desarrolla sus propiedades por endurecimiento de la pasta de cemento (cemento y agua).

Los hormigones cumplirán las condiciones exigidas en la "Instrucción de Hormigón Estructural EHE" y en el artículo 610 del PG-3.

2.7.7.2 Composición y tipología de hormigones

El cemento a emplear en la fabricación de hormigones cumplirá las especificaciones del artículo 2.7.3. del presente Pliego.

El agua para amasado y curado del hormigón cumplirá lo especificado en el artículo 2.7.4. Los áridos a emplear cumplirán lo prescrito en el artículo 2.7.2.

Los aditivos y adiciones cumplirán las condiciones establecidas en los artículos 2.7.5 y 2.7.6. del presente Pliego.

Los hormigones se tipificarán de acuerdo con el siguiente formato (lo que deberá reflejarse en los planos de proyecto y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto):

T - R / C / TM / A

Donde:

- T Indicativo que será HM en el caso de hormigón en masa, HA en el caso de hormigón armado y HP en el de pretensado.
- R Resistencia característica especificada, en N/mm².
- C Letra inicial del tipo de consistencia, tal y como se define en 31.5 de la EHE-08.
- TM Tamaño máximo del árido en milímetros, definido en 28.3 de la EHE-08.
- A Designación del ambiente, de acuerdo con 8.2.1 de la EHE-08.

En cuanto a la resistencia característica especificada, se recomienda utilizar la siguiente serie:

20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100

En la cual las cifras indican la resistencia característica especificada del hormigón a compresión a 28 días, expresada en N/mm².

La resistencia de 20 N/mm² se limita en su utilización a hormigones en masa.

El hormigón que se prescriba deberá ser tal que, además de la resistencia mecánica, asegure el cumplimiento de los requisitos de durabilidad (contenido mínimo de cemento y relación agua/cemento máxima) correspondientes al ambiente del elemento estructural, reseñados en la EHE.

2.7.7.3 Hormigones reciclados

Hormigón reciclado (HR) es el hormigón fabricado con árido grueso reciclado procedente del machaqueo de residuos de hormigón.

Para su aplicación en hormigón estructural, se recomienda limitar el contenido árido grueso reciclado al 20% en peso sobre el contenido total del árido grueso. Con esta limitación, las propiedades finales del hormigón reciclado apenas se ven afectadas en relación a las que presenta un hormigón convencional, siendo necesaria, para porcentajes superiores, la realización de estudios específicos y experimentación complementaria en cada aplicación.

El árido reciclado puede emplearse tanto para hormigón en masa como hormigón armado de resistencia característica no superior a 40 N/mm^2, quedando excluido su empleo en hormigón pretensado.

En el caso de hormigones reciclados con un porcentaje de árido reciclado menor o igual al 20%, los valores característicos del peso propio se obtienen a partir de los mismos valores de densidades que establece la instrucción:

- Hormigón en masa 2.300 Kg/ m^2
- Hormigón armado 2.500 Kg/ m^2

Para porcentajes de árido grueso reciclado superiores al 20%, la densidad resultante del hormigón reciclado es inferior a la de un hormigón convencional por la menor densidad que presenta el árido reciclado, a causa del mortero que permanece adherido al árido natural. Cuanto mayor es el porcentaje de árido reciclado utilizado menor será la densidad del hormigón. Así, para sustituciones totales del árido grueso, los descensos se sitúan entre el 5-15% de la densidad de hormigón convencional.

Los tipos de cementos utilizados en la fabricación de hormigones con áridos reciclados serán los mismos que se emplean en un hormigón convencional para las mismas aplicaciones.

La combinación de árido grueso natural y reciclado ha de satisfacer las especificaciones recogidas en la Instrucción.

En general se emplearán para los áridos reciclados los métodos de ensayo incluidos en la Instrucción.

Se considera que los áridos reciclados obtenidos a partir de hormigones estructurales sanos, o bien de hormigones de resistencia elevada, son adecuados para la fabricación del hormigón reciclado estructural, aunque deberá comprobarse que cumplen las especificaciones exigidas en los siguientes apartados.

Las partidas de árido reciclado deben disponer de un documento de identificación de los escombros a origen que incluya los siguientes aspectos:

- Naturaleza del material (hormigón en masa, armado, mezcla de hormigón, etc.),
- Planta productora del árido y empresa transportista del escombro,
- Presencia de impurezas (cerámico, madera, asfalto),
- Detalles sobre su procedencia (origen o el tipo de estructura de la que procede),
- Cualquier otra información que resulte de interés (causa de la demolición, contaminación de cloruros, hormigón afectado por reacciones álcali-árido, etc.)

Los áridos reciclados se designarán con el formato que se recoge en la Instrucción EHE.

El tamaño mínimo permitido de árido reciclado es de 4 mm.

Será de aplicación todo lo recogido en la vigente EHE en el anejo de Recomendaciones para el uso de hormigones reciclados.

2.7.7.4 Hormigón ligero

Se define como hormigón ligero estructural (HLE) aquel hormigón de estructura cerrada, cuya densidad aparente, medida en condición de seco hasta peso constante, es inferior a 2.000 kg/m3 y que contiene una cierta proporción de árido ligero, tanto natural como artificial. Se excluye a los hormigones celulares, tanto de curado estándar como curados en autoclave.

Es importante resaltar que la densidad aparente (o peso unitario) en el estado fresco es superior al del hormigón de árido normal y depende del grado de saturación del árido ligero y del contenido de agua de amasado.

Para el caso de hormigones ligeros estructurales, la resistencia mínima se establece en 15 o 20 N/mm2 en tanto que la resistencia máxima depende del tipo de árido ligero que se trate y del diseño particular de la mezcla. Si bien existen aplicaciones de hormigones ligeros de alta resistencia, la resistencia máxima del hormigón ligero estructural considerado en este Anejo se limita a 50 N/mm2.

Las características mecánicas del hormigón con árido ligero (deformación última, módulo de deformación longitudinal, resistencia a tracción), para una misma resistencia a compresión dependen en gran medida de la densidad de éste, siendo mayores conforme aumenta la densidad en seco del hormigón ligero.

En cuando a la resistencia característica indicada se empleará la misma serie que para hormigón convencional con la resistencia especificada en N/mm2:

HLE – 25, HLE – 30, HLE – 35, HLE – 40, HLE – 45 y HLE – 50

Este tipo de hormigones deben cumplir todo lo recogido en la vigente EHE.

2.7.7.5 Características

Las características mecánicas de los hormigones empleados en estructuras cumplirán las condiciones impuestas en el artículo 39 de la Instrucción EHE.

Cada tipo de hormigón empleado deberá cumplir con la resistencia a compresión a los 28 días de edad especificada en proyecto, excepto en aquellas obras en las que el hormigón no vaya a ser sometido a

solicitación los tres primeros meses desde su puesta en obra, en cuyo caso podrá referirse la resistencia a compresión a los 90 días de edad.

2.7.7.6 Dosificación del hormigón

La dosificación se llevará a cabo respetando las limitaciones siguientes:

- La cantidad mínima de cemento por metro cúbico de hormigón y la máxima relación agua/cemento serán las siguientes:

Tabla 37.3.2.a
Máxima relación agua/cemento y mínimo contenido de cemento

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición												
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E
Máxima relación a/c	Masa	0,65	—	—	—	—	—	—	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,50
	Armado	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,50
	Pretensado	0,60	0,60	0,55	0,45	0,45	0,45	0,45	0,50	0,45	0,45	0,55	0,50	0,50
Mínimo contenido de cemento (kg/m³)	Masa	200	—	—	—	—	—	—	275	300	325	275	300	275
	Armado	250	275	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300
	Pretensado	275	300	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300

- La cantidad máxima de cemento por metro cúbico de hormigón será de 400 kg. Sólo bajo la autorización expresa del Ingeniero Director podrá superarse dicho límite.

El Contratista realizará ensayos previos en laboratorio para establecer la dosificación, con objeto de conseguir que el hormigón resultante cumpla con las condiciones que se le exigen en la Instrucción EHE, a menos que pueda acreditar documentalmente que los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos pueda conseguir un hormigón que posea las condiciones exigidas.

2.7.7.7 Resistencia del hormigón frente al ataque por sulfatos

En el caso de existencia de sulfatos, el cemento poseerá la característica adicional de resistencia a los sulfatos, según la vigente instrucción para la recepción de cementos, siempre que su contenido sea igual o mayor que 600 mg/l en el caso de aguas, o igual o mayor que 3000 mg/kg en el caso de suelos.

En el caso de que un elemento estructural armado esté sometido a un ambiente que incluya una clase general del tipo IIIb o IIIc, o bien que un elemento de hormigón en masa se encuentre sumergido o en zona de carrera de mareas, el cemento a emplear deberá tener la característica adicional de resistencia al agua de mar, según - la vigente instrucción para la recepción de cementos

2.7.7.8 Fabricación y transporte a obra del hormigón.

2.7.7.8.1 Fabricación

En la ejecución de hormigones se atendrá el Contratista a todo lo dispuesto en la vigente Instrucción EHE y a las órdenes concretas que, para la debida aplicación de la misma dicte en cada caso el Ingeniero Director.

El hormigón se hará forzosamente con máquina. Si el hormigón ha de ser amasado a pie de obra, el Contratista instalará en el lugar de trabajo una hormigonera del tipo aprobado, equipada con dispositivo para la regularización y medición del agua, capaz de producir una mezcla de hormigón homogéneo de color uniforme. El volumen de material mezclado por amasado, no ha de exceder los tres cuartos (3/4) de la capacidad nominal de la hormigonera.

El tiempo de amasado no será inferior a un minuto en hormigonera de setecientos cincuenta (750) litros o inferior.

2.7.7.8.2 Transporte

El hormigón se transportará desde la hormigonera al lugar del vertido, tan rápidamente como sea posible según métodos aprobados por el Ingeniero Director y que no acusen segregación o pérdida de ingredientes. Se depositará tan cerca como sea posible de su colocación final, para evitar manipulaciones ulteriores.

Si la fabricación de la mezcla se efectúa en una instalación central que abastezca obras próximas, el transporte del hormigón podrá efectuarse por medio de camiones, cuya capacidad no podrá ser aprovechada en más del 80% de la cifra que suministre el fabricante del equipo. El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media, salvo que se utilicen aditivos retardadores de fraguado. Dicho tiempo límite podrá disminuirse, en su caso, cuando el fabricante del hormigón considere necesario establecer en su hoja de suministro un plazo inferior para su puesta en obra. Durante todo el período de permanencia de la mezcla en el camión, debe funcionar constantemente el sistema de agitación.

El transporte del hormigón por tubería con el uso de bomba de hormigón está autorizado siempre y cuando no se produzcan segregaciones, a juicio del Ingeniero Director.

2.7.7.9 Puesta en obra del hormigón

2.7.7.9.1 Colocación

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen un principio de fraguado.

No se colocarán en obra capas o tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

No se efectuará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad de la Dirección de Obra, una vez que se hayan revisado las armaduras ya colocadas en su posición definitiva.

El hormigonado de cada elemento se realizará de acuerdo con un plan previamente establecido en el que deberán tenerse en cuenta las deformaciones previsibles de encofrados y cimbras.

Se tendrá especial cuidado en evitar el desplazamiento de armaduras, conductos de pretensado, anclajes y encofrados, así como el producir daños en la superficie de estos últimos, especialmente cuando se permita la caída libre del hormigón.

2.7.7.9.2 Compactación

La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante procedimientos adecuados a la consistencia de las mezclas y de manera tal que se eliminen los huecos y se obtenga un perfecto cerrado de la masa, sin que llegue a producirse segregación. El proceso de compactación deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie y deje de salir aire.

Cuando se utilicen vibradores de superficie el espesor de la capa después de compactada no será mayor de 20 centímetros.

La utilización de vibradores de molde o encofrado deberá ser objeto de estudio, de forma que la vibración que se transmita a través del encofrado sea la adecuada para producir una correcta compactación, evitando la formación de huecos y capas de menor resistencia.

El revibrado del hormigón deberá ser objeto de aprobación por parte de la Dirección de Obra.

La utilización en obra de hormigones autocompactantes solo se podrán ejecutar tras la expresa autorización de la Dirección Facultativa.

2.7.7.10 Juntas de hormigonado

Las juntas de hormigonado, se situarán en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión, y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas, con dicho fin, de las zonas en las que la armadura esté sometida a fuertes tracciones. Se les dará la forma apropiada que asegure una unión lo más íntima posible entre el antiguo y el nuevo hormigón.

Cuando haya necesidad de disponer juntas de hormigonado no previstas en el proyecto se dispondrán en los lugares que apruebe la Dirección de Obra, y preferentemente sobre los puntales de la cimbra. No se reanudará el hormigonado de las mismas sin que hayan sido previamente examinadas y aprobadas, si procede, por la Dirección de Obra.

Si el plano de una junta resulta mal orientado, se demolerá la parte de hormigón necesaria para proporcionar a la superficie la dirección apropiada.

Antes de reanudar el hormigonado, se retirará la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto y se limpiará la junta con toda suciedad o árido que haya quedado suelto. En cualquier caso, el procedimiento de limpieza utilizado no deberá producir alteraciones apreciables en la adherencia entre la pasta y el árido grueso.

Expresamente se prohíbe el empleo de productos erosivos en la limpieza de juntas.

Se prohíbe hormigonar directamente sobre o contra superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas. En este caso deberán eliminarse previamente las partes dañadas por el hielo.

2.7.7.11 Hormigonado en condiciones especiales

2.7.7.11.1 Hormigonado en tiempo frío

La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5ºC.

Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados.

En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados.

En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento de hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material. En el caso de que se produzca algún tipo de daño, deberán realizarse los ensayos de información necesarios para estimar la resistencia realmente alcanzada, adoptándose, en su caso, las medidas oportunas.

El empleo de aditivos aceleradores de fraguado o aceleradores de endurecimiento o, en general, de cualquier producto anticongelante específico para el hormigón requerirá una autorización expresa, en cada caso, de la Dirección de Obra. Nunca podrán utilizarse productos susceptibles de atacar a las armaduras, en especial los que contienen ión cloro.

2.7.7.11.2 Hormigonado en tiempo caluroso

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón y para reducir la temperatura de la masa. Estas medidas deberán acentuarse para hormigones de resistencias altas.

Para ello los materiales constituyentes del hormigón y los encofrados o moldes destinados a recibirlo deberán estar protegidos del soleamiento.

Una vez efectuada la colocación del hormigón se protegerá éste del sol y especialmente del viento, para evitar que se deseque.

Si la temperatura ambiente es superior a 40ºC o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten medidas especiales.

2.7.7.12 Curado del hormigón

Durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado. Este se prolongará durante el plazo necesario en función del tipo y clase del cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente.

El curado podrá realizarse manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón, mediante riego directo que no produzca deslavado.

El curado del hormigón se realizará con aportación de agua y, sólo en casos excepcionales y previa aprobación por escrito de la D.O., se podrá utilizar productos filmógenos.

2.7.7.13 Acabado de superficies

Las superficies vistas de las piezas o estructuras, una vez desencofradas o desmoldeadas, no presentarán coqueras o irregularidades que perjudiquen al comportamiento de la obra o a su aspecto exterior.

Cuando se requiera un particular grado o tipo de acabado por razones prácticas o estéticas, se especificarán los requisitos directamente o bien mediante patrones de superficie.

En general, para el recubrimiento o relleno de las cabezas de anclaje, orificios, entalladuras, cajetines, etc., que deba efectuarse una vez terminadas las piezas, se utilizarán morteros fabricados con masas análogas a las empleadas en el hormigonado de dichas piezas, pero retirando de ellas los áridos de tamaño superior a 4 mm. Todas las superficies de mortero se acabarán de forma adecuada.

2.7.7.14 Control de calidad

El control de materiales y el control de la ejecución se realizarán según lo dispuesto en los capítulos XVI y XVII de la Instrucción EHE, respectivamente.

Para los lotes correspondientes a elementos de hormigón pretensado, el control se realizará determinando la resistencia de al menos seis (6) amasadas por lote. De cada una de estas amasadas se extraerán al menos nueve (9) probetas y se comprobará la resistencia a cuarenta y ocho (48) horas (dos (2) probetas), siete (7) días (dos (2) probetas) y veintiocho (28) días (tres (3) probetas), guardándose dos (2) probetas para estudiar la evolución de la resistencia del hormigón a mayor plazo si fuese necesario.

Se realizará la rotura de probetas necesarias de forma a asegurar una resistencia del hormigón de al menos veintiocho (28) MPa para poder realizar el tesado completo.

En los lotes correspondientes a elementos de hormigón armado, el control se realizará determinando la resistencia de al menos cuatro (4) amasadas por lote. De cada amasada se extraerá al menos siete (7) probetas y se comprobará su resistencia a siete (7) días (dos (2) probetas), veintiocho (28) días (tres (3) probetas) quedando dos (2) probetas para estudiar la evolución de la resistencia del hormigón a mayor plazo si fuese necesario.

2.8 MORTEROS Y LECHADAS

2.8.1 Definición

2.8.1.1 Mortero

Se puede definir como el material de construcción constituido por la mezcla de un ligante y cargas mineral inertes, naturales o artificiales.

2.8.1.2 Mortero hidráulico

Se puede definir como el material de construcción constituido por la mezcla de un conglomerante hidráulico, agua y arenas naturales o artificiales (cargas minerales inertes).

Los conglomerantes hidráulicos más utilizados son los cementos en general, aunque también se confeccionan morteros de cal y de cal+cemento, estos últimos denominados «bastardos».

2.8.1.3 Lechada de cemento

Se define la lechada de cemento, como la pasta muy fluida de cemento y agua, y eventualmente adiciones, utilizada principalmente para inyecciones de terrenos, cimientos, túneles, etc.

2.8.2 Componentes del mortero

2.8.2.1 Cementos

Los cementos que se utilicen para la fabricación de morteros, deberán cumplir las prescripciones impuestas por la vigente INSTRUCCION PARA LA RECEPCION DE CEMENTOS (RC-16). La elección del tipo de cemento y su dosificación estarán determinados por las características del trabajo a realizar.

2.8.2.2 Cales

Las cales podrán ser aéreas o hidráulicas. Existe la Norma UNE-ENV 459-1:2011.

2.8.2.3 Arenas

Se entiende por arena o «árido fino», el árido o fracción que pasa por un tamiz de 5 mm de luz de malla (tamiz 5 UNE 7050). Son materiales inertes, naturales o artificiales, que no participan en el fraguado y endurecimiento, pero sí en las propiedades físicas y químicas del mortero endurecido.

Como arenas se pueden utilizar las naturales, rocas trituradas, escorias siderúrgicas adecuadas así como cualquier material que se adapte a lo dispuesto en la vigente INSTRUCCIÓN DE HORMIGON ESTRUCTURAL (EHE).

2.8.2.4 Aguas

En general podrá utilizarse cualquier tipo de agua, tanto para el amasado del mortero como para su curado, siempre que cumpla con lo prescrito en la vigente EHE, en base a la Norma UNE-EN 480-1:1998.

2.8.3 Otros componentes del mortero

La vigente EHE también considera como componentes del hormigón los aditivos y adiciones, siempre que su presencia esté justificada mediante ensayos. Por analogía se puede hacer extensiva esta consideración a los morteros.

2.8.3.1 Aditivos

Son sustancias o productos, en estado sólido o líquido, que incorporadas al mortero antes de, o durante el amasado (o durante un amasado adicional), en una proporción inferior al 5% del peso del cemento, producen la modificación deseada, en estado fresco y/o endurecido, de alguna de sus características, propiedades habituales o comportamiento.

2.8.3.2 Adiciones

Los aditivos son productos que, incorporados al hormigón o el mortero en una proporción igual o menor del cinco por ciento (5 por 100) del peso del cemento, antes del amasado, durante el mismo y/o posteriormente en el transcurso de un amasado suplementario, producen las modificaciones deseadas de sus propiedades habituales, de sus características, o de su comportamiento, en estado fresco y/o endurecido.

2.8.3.3 Clasificación y definiciones

Los diferentes tipos de aditivos y sus aplicaciones serán los contemplados en las Normas UNE-EN 197-1:2011, UNE-EN 450, UNE-EN 934-2.

2.8.4 Propiedades de los morteros

2.8.4.1 Mortero fresco

- Docilidad: Facultad de ser manejado, transportado y colocado fácilmente sin que pierda homogeneidad.
- Consistencia: Facilidad para deformarse, plasticidad.
- Retención de agua: Es la capacidad de retención de agua suficiente para su curado.
- Cohesión: Es la oposición a la segregación o separación de los componentes por gravedad.
- Densidad: La densidad expresada en kg/m 3 es el cociente de la masa (m) en kg y el volumen (v) en m 3 que ocupa el mortero fresco cuando se introduce y compacta en un recipiente de una capacidad dada.
- Contenido de aire: Es la cantidad de aire contenida en un volumen determinado, expresada en %.

2.8.4.2 Mortero endurecido

- Durabilidad: Es el tiempo durante el cual el mortero cumple con la función para que fue previsto, en definitiva es su «vida útil». En cualquier caso la «durabilidad» está íntimamente relacionada con la impermeabilidad.
- Resistencias a flexión y compresión: Por lo general elevadas resistencias mecánicas indican una buena calidad.
- Adherencia: La adherencia dependerá en gran medida del tipo y características del soporte.
- Resistencia a la abrasión: Indica la dureza superficial y por tanto la resistencia al desgaste.

2.8.5 Clases de morteros

La Norma UNE-EN 998-2:2018 establece la siguiente clasificación en función de las resistencias a compresión:

Clase Resistencia a la Comprensión en N/mm2

M1 1

M 2,5 2,5

M 5 5

M 7,5 7.5

M 10 10

M 12,5 12.5

M 15 15

M 20 20

M 30 30

En función del uso se prescriben las siguientes clases resistentes:

UNIDAD DE OBRA	TIPO	PIEZAS	MORTERO
FÁBRICAS	Tabiquería, Particiones	• LHS • LHD	M-5
	Fábrica no resistente revestida. Cerramientos	• Bloque cerámico • Bloque cerámico de arcilla aligerada • Ladrillo perforado o macizo • Bloque de hormigón • Piedra	M-5 M-7,5
	Fábrica vista. Cerramientos	• Ladrillos cara vista • Bloques cara vista • Piedra	M-5 M-7,5 absorción (2) c ≤ 0,4 para Juntas tipo J1(3) c ≤ 0,2 para Juntas tipo J2(3)
	Fábrica resistente no armada	• Bloque cerámico • Bloque cerámico de arcilla aligerada • Ladrillo perforado o macizo • Bloque de hormigón • Piedra	M-7,5
	Fábrica armada	• Bloque cerámico • Bloque cerámico de arcilla aligerada • Ladrillo perforado o macizo • Bloque de hormigón	M-7,5 Iones cloruro < 0,1 %

UNIDAD DE OBRA	TIPO	PIEZAS	MORTERO
	Fábrica de alta resistencia	• Bloque de hormigón • Bloque cerámico • Ladrillo perforado o macizo	M-10 o superior
SOLADOS (4) (5)	Pieza a pieza	• Piezas de terrazo • Baldosas de cemento	M-7,5 M-10
	Extensión simple	Solados de baja intensidad de tráfico con: • Piezas de terrazo • Baldosas de cemento • Materiales pétreos absorbentes	M-2,5
	Extensión simple (6)	Solados de media y alta intensidad de tráfico con: • Piezas de terrazo • Baldosas de cemento • Materiales pétreos absorbentes	M-5
	Extensión con adhesivos cementosos	• Piezas Cerámicas • Materiales pétreos poco absorbentes	M-7,5
	Extensión con adhesivos no cementosos	• Parquet pegado • Linóleo • PVC • Moquetas • Goma	M-7,5 M-10

(1) Para evitar roturas frágiles de los muros, la resistencia a compresión del mortero no debe ser superior al 0,75 de la resistencia normalizada de las piezas.
(2) Coeficiente de absorción de agua por capilaridad según Norma UNE-EN 998-1: c (Kg./m2 ·min0,5).
(3) Designación de Juntas según CTE DB HS-1 Fachadas.
(4) Las baldosas cerámicas se recibirán conforme a los materiales indicadosen la Norma UNE-EN 12004:2001.
(5) En el caso de morteros retardados el tiempo máximo de retraso será de 8 h.
(6) La adherencia se confía a una interfase producida por la aplicación sobre el mortero fresco de un espolvoreado de cemento en polvo o lechada de cemento.

2.8.6 Ensayos sobre mortero

La dirección de Obra podrá solicitar al Contratista la ejecución de los siguientes ensayos:

2.8.6.1 Determinación de la consistencia

La consistencia del mortero se determinará por medio de la mesa de sacudidas, según la Norma UNE 83258:2005.

2.8.6.2 Determinación de la densidad aparente

La densidad del mortero fresco se determinará conforme a lo especificado en la Norma UNE-EN 1015-6:1999.

2.8.6.3 Determinación del contenido de aire

El contenido de aire se determinará según el método de ensayo indicado en la Norma UNE-EN 1015-7:1999.

2.8.6.4 Determinación del tiempo de fraguado

El tiempo de fraguado se determinará de acuerdo con la Norma UNE-EN 480-2:2007.

2.8.6.5 Determinación de las resistencias a flexión y compresión

Las resistencias a flexión y compresión del mortero endurecido se determinarán de acuerdo con el método de ensayo especificado en la Norma UNE-EN 1015-11:2000.

2.8.6.6 Determinación de la adherencia

La adherencia de un mortero endurecido, a un determinado soporte, se determinará conforme a la Norma UNE-EN 1015-12:2000.

2.8.6.7 Determinación del coeficiente de agua por absorción capilar

Se realizará según la Norma experimental UNE 83-825.

2.8.6.8 Resistencia a la abrasión

La resistencia a la abrasión del mortero endurecido se determinará mediante el abrasímetro TABER y el método de ensayo correspondiente.

2.8.7 Fabricación de los morteros

Los morteros serán suficientemente plásticos para rellenar los espacios en que hayan de usarse, y no se retraerán de forma tal que pierdan contacto con la superficie de apoyo.

La mezcla será tal que, al apretarla, conserve su forma una vez que se le suelta, sin pegarse ni humedecer las manos.

La proporción, en peso en las lechadas, del cemento y el agua podrá variar desde el uno por ocho (1/8) al uno por uno (1/1), de acuerdo con las características de la inyección y la presión de aplicación. En todo caso, la composición de la mezcla deberá ser aprobada por el Director de Obra para cada uso.

Los aditivos y adiciones en estado sólido (polvo) se añadirán a la mezcla seca y los líquidos se incorporarán conjuntamente con el agua de amasado.

El amasado se realizará preferiblemente con amasadora o mezcladora de mortero o de hormigón hasta conseguir un producto uniforme. El tiempo de mezclado será 1 minuto como mínimo por cada m 3 de mortero. Cuando el amasado sea a mano se hará sobre una plataforma impermeable y limpia, realizándose como mínimo tres batidos. El conglomerante se mezcla en seco con la arena añadiéndose después el agua.

2.8.8 Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de los morteros a emplear en las obras para que sus características se ajusten a lo señalado en el presente Pliego y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La dosificación y los ensayos de los morteros de cemento deberán ser presentados por el Contratista al menos siete (7) días antes de su empleo en obra para su aprobación por la Dirección de Obra.

Al menos semanalmente se efectuarán los siguientes ensayos:

- Un ensayo de determinación de resistencia a compresión según el apartado 2.8.6.5 de este Pliego.
- Un ensayo de determinación de consistencia según el apartado 2.8.6.1. de este Pliego.

Al menos trimestralmente se efectuará el siguiente ensayo:

- Una (1) determinación de variación volumétrica según ASTM C-827.

2.9 MADERA

2.9.1 Condiciones generales

La madera para entibaciones, apeos, andamios, encofrados, demás medios auxiliares y carpintería de armar, deberá cumplir las condiciones siguientes:

- Proceder de troncos sanos apeados en sazón.
- Haber sido desecada, por medios naturales o artificiales durante el tiempo necesario hasta alcanzar el grado de humedad preciso para las condiciones de uso que se destine.
- No presentar signo alguno de putrefacción, atronaduras, carcomas o ataque de hongos.
- Estar exenta de grietas, lupias y verrugas, manchas o cualquier otro defecto que perjudique su solidez y resistencia. En particular, contendrá el menor número posible de nudos, los cuales, en todo caso, tendrán un espesor inferior a la séptima parte (1/7) de la menor dimensión de la pieza.
- Tener sus fibras rectas y no reviradas o entrelazadas y paralelas a la mayor dimensión de la pieza.
- Presentar anillos anulares de aproximada regularidad, sin excentricidad de corazón ni entrecorteza.
- Dar sonido claro por percusión.

No se permitirá en ningún caso el empleo de madera sin descortezar ni siquiera en las entibaciones y apeos.

Las dimensiones y forma de la madera serán, en cada caso, las adecuadas para garantizar la resistencia de los elementos de la construcción en madera; cuando se trate de construcciones de carácter definitivo se ajustarán a las definidas en los Planos o a las aprobadas por el Director.

La madera de construcción escuadrada será al hilo, cortada a sierra y de aristas vivas y llenas.

2.9.2 Madera para entibaciones y medios auxiliares

2.9.2.1 Ámbito de aplicación

La madera para entibaciones y medios auxiliares será la destinada a las entibaciones en obras subterráneas en zanjas y pozos, en apeos, cimbras, andamios y en cuantos medios auxiliares para la construcción se utilicen en las obras a que se refiere este proyecto.

2.9.2.2 Condiciones generales

Además de los estipulado en el apartado 2.9.1 de este Pliego, la madera para entibaciones y medios auxiliares deberá tener dimensiones suficientes para la seguridad de la obra y de las personas.

La madera para entibaciones y medios auxiliares poseerá una durabilidad natural al menos igual a la que presenta el pino "sylvestris".

Se emplearán maderas sanas, con exclusión de alteraciones por pudrición aunque serán admisibles alteraciones de color, como el azulado en las coníferas.

La madera para entibaciones y medios auxiliares deberá estar exenta de fracturas por compresión.

Las tensiones de trabajo máximas admisibles paralelamente a las fibras serán las siguientes:

MADERA	TRACCION (Kp/cm2)	COMPRESION (Kp/cm2)	TANGENCIAL (Kp/cm2)
Roble y haya	100	80	10
Pino	100	60	10
Abeto y chopo	80	50	8

2.9.3 Madera para encofrados y cimbras

2.9.3.1 Ámbito de aplicación.

Madera para encofrados y cimbras será utilizada para la construcción de encofrados en obras de hormigón o de mortero.

2.9.3.2 Condiciones generales.

Además de lo estipulado en el presente Pliego, la madera para encofrados tendrá la suficiente rigidez para soportar sin deformaciones perjudiciales las acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse en la puesta en obra y vibrado del hormigón.

La madera para encofrados será preferiblemente de especies resinosas y de fibra recta.

Según sea la calidad exigida a la superficie del hormigón las tablas para el forro o tablero de los encofrados será:

- machihembrada
- escuadrada con sus aristas vivas y llenas, cepillada y en bruto.

Solo se emplearán tablas de madera cuya naturaleza y calidad o cuyo tratamiento o revestimiento garantice que no se producirán ni alabeos ni hinchamiento que puedan dar lugar a fugas del material fino del hormigón fresco o a imperfecciones en los paramentos.

Las tablas para forros o tableros de encofrados estarán exentas de sustancias nocivas para el hormigón frescos y endurecido o que manchen o coloreen los paramentos

2.9.4 Características.

2.9.4.1 Características físicas.

- El contenido de humedad de la madera determinado según la Norma UNE -EN 13183-1:2002 no excederá del quince por ciento (15%).
- El peso específico determinado según la Norma UNE 56531:1977, estará comprendido entre 0,40 y 0,60 t/cm3.
- La higroscopicidad calculada según la Norma UNE 56532:1977, será normal.
- El coeficiente de contracción volumétrica, determinado según la Norma UNE 56533:1977, estará comprendido entre 0,35 y 0,55 por 100.

2.9.4.2 Características mecánicas.

- La resistencia a compresión, determinada según la Norma UNE 56535, será:
- Característica o axial fmk > 300 kg/cm2.
- Perpendicular a las fibras > 300 kg/cm2.
- La resistencia a la flexión estática, determinada según la Norma UNE 56537, será:

- Cara radial hacia arriba > 300 kg/cm2.
- Cara radial hacia el costado > 25 kg/cm2.

Con este mismo ensayo y midiendo la fecha a rotura, se determinará el módulo de elasticidad que no será inferior a noventa mil. (90.000 kg/cm2).

- La resistencia a la tracción, determinada según la Norma UNE 56538, será:
- Paralelo a las fibras > 399 kg/cm2.
- Perpendicular a las fibras > 25 kg/cm2.
- La resistencia a la herida en dirección paralela a las fibras, determinada según la Norma UNE 56539, será superior a quince (15) kg/cm2.
- La resistencia a esfuerzo cortante en dirección perpendicular a las fibras, será superior a cincuenta (50) kg/cm2.

2.9.5 Recepción.

Queda a criterio de la Dirección Facultativa la clasificación del material en lotes de control a la decisión sobre los ensayos de recepción a realizar.

2.9.6 Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de la madera a emplear en la obra para que cumpla con las características señaladas en los apartados 2.9.4.1 y 2.9.4.2 del presente Pliego, así como las indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La Dirección de Obra deberá autorizar la utilización de la madera destinada a las distintas zonas de la obra.

2.10 ENCOFRADOS, APEOS Y CIMBRAS

2.10.1 Encofrados

2.10.1.1 Definición

Se define como encofrado el elemento destinado al moldeo "in situ" de hormigones.

2.10.1.2 Tipos de encofrado y características

El encofrado puede ser de madera o metálico, según el material que se emplee. Por otra parte, el encofrado puede ser fijo o deslizante. A su vez, puede ser recuperable o perdido, entendiéndose por esto último el que queda embebido dentro del hormigón.

2.10.1.2.1 De madera

La madera que se utilice para encofrados deberá cumplir las características del Apartado 2.9 del presente Pliego.

2.10.1.2.2 Encofrados con paneles modulares con acabado fenólico

Los aceros y materiales metálicos para encofrados deberán cumplir las características del Apartado 2.11.3 del presente Pliego.

Los módulos o paneles modulares serán de estructura metálica con forro fenólico de 22 mm. de espesor. La unión del forro fenólico al marco metálico se realizará mediante tornillos con cabeza a la gota de cera.

El cerramiento de espacios residuales se realizará con elementos de compensación unidos mediante correas a la estructura metálica de los paneles.

La unión entre paneles se ejecutará con cerrojos que permitan la correcta alineación y estanqueidad de juntas. También, de cara a garantizar la impermeabilidad de la obra de fábrica durante la ejecución de los muros a dos caras se deberá asegurar que los anclajes utilizados para la unión de los paneles sean estancos.

La colocación de tapes se realizará mediante anclajes de borde que impidan el desplazamiento del elemento.

En aquellos elementos o depósitos en los que se prevea que los paramentos de hormigón vayan a estar en contacto con agua, sea esta residual, industrial o limpia, se considera imprescindible conseguir la total estanqueidad.

Ésta sólo se consigue empleando sistemas de arriostramiento entre los paneles de encofrado que no utilicen los habituales tubos de plástico, a través de los cuales se introduce una barra diwidag y que posteriormente se fijan con placas de anclaje y tuercas de mariposa a los paneles. Una vez hormigonado el muro se retira la barra y se sella el tubo empleado tapones de corcho (interior) y de plástico (exterior) recibidos con mortero. Esta solución acarrea problemas de estanquidad, al producirse filtraciones por el interior de los tubos por la mala colocación de los tapones o la utilización de productos de sellado no adecuados o mal colocados. Así mismo, se pueden llegar a producir filtraciones por el exterior, entre el tubo y el hormigón debido a la mala adherencia entre ambos materiales.

Por lo indicado, queda terminantemente prohibida la utilización de estos sistemas de arriostramiento de encofrados, debiendo elegirse otros, que no empleen tubos de PVC y que aseguren la estanqueidad final de los elementos construidos.

El Contratista deberá proponer a la Dirección de Obra, para su aprobación, un sistema que asegure la total estanquidad de los muros una vez hormigonados y que pasará por la utilización de un sistema a base de barras Dywidag que atraviesen el muro, arriostrando los encofrados, pero que no vayan alojadas en el interior de una vaina de plástico, sino en contacto directo con el hormigón.

Estas barras quedarán perdidas en el hormigón y dispondrán además de un sistema de estanqueidad que quedará situado en el centro del muro y que ofrecerán una mayor resistencia a la filtración de agua a través de la junta entre hormigón y barra Dywidag.

El sistema de fijación de las barras a los encofrados será a base de conos de anclaje, que permitirán la correcta fijación y arriostramiento de los encofrados durante las labores previas al hormigonado del muro y que posteriormente se retirarán de éste, una vez el hormigón haya fraguado y se haya procedido al desencofrado.

Las consolas de trabajo se anclarán a los travesaños horizontales y verticales de los marcos metálicos mediante operación rápida y simple y llevarán incorporado el sistema de seguridad.

El izado de los paneles se realizará con ganchos de elevación de seguridad.

2.10.1.2.3 Deslizantes

El Contratista, en caso de utilizar encofrados deslizantes someterá a la Dirección de Obra, para su aprobación, la especificación técnica del sistema que se propone utilizar.

2.10.1.3 Control de calidad

Cualquiera que sea el tipo de encofrado que se emplee, cumplirán con las consideraciones del PG-3.

Serán aplicables los Apartados 2.9 y 2.11 para los correspondientes materiales que constituyen el encofrado.

Los encofrados a utilizar en las distintas partes de la obra deberán contar con la autorización escrita de la Dirección de Obra.

2.10.2 Apeos y cimbras

2.10.2.1 Características y condiciones generales

Se definen como apeos y cimbras las estructuras provisionales que tienen por objeto sustentar el peso propio de los encofrados y del hormigón fresco y las sobrecargas de construcción, ajustándose a la forma principal de la estructura, hasta que el proceso de endurecimiento del hormigón se haya desarrollado de forma tal que la estructura descimbrada sea capaz de resistir por si misma las citadas acciones. También quedan incluidas en la definición las cimbras que actúen directamente de encofrados

El proyecto de la cimbra ha de especificar la naturaleza, características, dimensiones y capacidad resistente de cada uno de sus elementos y del conjunto. La Dirección de Obra ha de aprobar el proyecto de la cimbra.

Salvo prescripción en contrario, las cimbras y apeos deberán ser capaces de resistir el peso total propio y el del elemento completo sustentado, así como otras sobrecargas accidentales que pueden actuar sobre ellas.

Los elementos que forman la cimbra han de ser suficientemente rígidos y resistentes para soportar, sin deformaciones superioras a las admisibles, las acciones estáticas y dinámicas que comporta el hormigonado.

Tolerancias de deformaciones para el hormigonado:

- Movimientos locales de la cimbra <= 5 mm
- Movimientos del conjunto (L=luz) <= L/1000

En las obras de hormigón pretensado, la disposición de la cimbra ha de permitir las deformaciones que se derivan del tesado de las armaduras activas y ha de resistir la subsiguiente redistribución del peso propio del elemento hormigonado.

Cuando la estructura de la cimbra sea metálica, sus diferentes elementos han de estar sujetos con tornillos o bien soldados. Para la utilización de estructuras desmontables, en las que la resistencia en los nudos esté confiada solamente al rozamiento de collares, se requerirá la aprobación previa de la Dirección de Obra.

Las presiones transmitidas al terreno no han de producir asentamientos perjudiciales para el sistema de hormigonado previsto.

Los arriostrados han de tener la menor rigidez posible, compatible con la estabilidad de la cimbra, y se han de retirar los que se puedan antes del tesado de las armaduras, si la estructura se hade pretensar.

La cimbra ha de tener una carrera suficiente para poder realizar las operaciones del descimbrado.

2.10.2.2 Cimbra autoportante

El Contratista propondrá al Director de la Obra un diseño concreto de la cimbra, (con Memoria, Anejo de Cálculo y Planos) siguiendo las orientaciones de los planos de Proyecto.

La rigidez de la cimbra será tal que la máxima flecha elástica en el centro de cada vano de ésta, bajo la totalidad del peso del hormigón fresco, no supere 1 cm o lo indicado en planos.

Las cimbras y la disposición de los apeos, se construirán según los planos de detalle preparados por el Contratista, previa aprobación de la Dirección de Obra, si procede, estando calculada y firmada por un técnico competente. La aprobación de la cimbra no supone conformidad con los cálculos resistentes de la misma, ya que la responsabilidad de estos últimos es exclusiva delContratista.

Cuando por necesidad del tráfico viario existente no sea posible ejecutar la cimbra cuajada para permitir el paso del citado tráfico, se ejecutará cimbra diáfana mediante pórticos ejecutados con perfiles de acero laminado.

2.10.2.3 Elementos de arriostramiento

Los elementos horizontales deberán soportar su peso propio y las acciones exteriores, (viento, etc.) y una fuerza horizontal de tracción o compresión indicada en planos.

Los elementos verticales deberán soportar su peso propio, las acciones exteriores y arriostrar convenientemente a los elementos horizontales. Se cimentará superficialmente a una tensión que no supere las tensiones admisibles del terreno sobre el que se apoya.

Los elementos de amarre de todo el sistema garantizarán su correcto funcionamiento.

2.10.2.4 Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de los materiales a emplear en los apeos y cimbras, de acuerdo con lo especificado en el presente Pliego, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en las Normas e Instrucciones vigentes.

Si las cimbras y apeos son de madera será vigente el Apartado 2.9.3 del presente Pliego, y si son metálicas el 2.11.

2.11 ACERO Y MATERIALES METÁLICOS

2.11.1 Acero en armaduras

El acero a emplear en armaduras pasivas para hormigón cumplirá las condiciones del artículo 32 y 33 de la "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)" y estará formado por barras corrugadas, mallas electrosoldadas o armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

2.11.1.1 Barras corrugadas para hormigón estructural

2.11.1.1.1 Definición

Las barras corrugadas de acero a utilizar en hormigón estructural, cumplirán con lo establecido para dichas barras en la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE.

Los diámetros nominales de las barras corrugadas se ajustarán a la serie siguiente:

6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 32 y 40 mm.

La designación simbólica de estos productos se hará de acuerdo con lo indicado en la EHE-08.

2.11.1.1.2 Materiales

Las características de las barras corrugadas para hormigón estructural cumplirán con las especificaciones indicadas en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, así como en la UNE 36068:2011 y UNE 36065:2011.

Las barras no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.

La sección equivalente no será inferior al noventa y cinco y medio por ciento (95,5 por 100) de su sección nominal.

Las barras corrugadas llevarán grabadas las marcas de identificación establecidas en el Apartado 12 de la UNE 36068:2011, relativas al tipo de acero (geometría del corrugado), país de origen (el indicativo correspondiente a España es el número 7) y marca del fabricante (según el código indicado en el Informe Técnico UNE 36811:1998 IN).

Dado que la instrucción EHE solo contempla aceros soldables, el fabricante indicará los procedimientos y condiciones recomendadas para realizar, cuando sea necesario, lassoldaduras.

2.11.1.1.3 Suministro

Si los aceros poseen un marcado CE, cada partida acreditará que está en posesión del mismo, así como del certificado específico de adherencia y del certificado de garantía del fabricante que justifiquen que el acero cumple las exigencias contenidas en la EHE. El fabricante adjuntará, si la Dirección Facultativa se lo solicita, copia de los resultados de los ensayos de producción de la partidasuministrada.

Si los productos no poseen un marcado CE, cada partida irá acompañada de los resultados de los ensayos correspondientes a su composición química, características mecánicas y características geométricas, efectuados por un organismo de los citados en el Artículo 1º de la EHE-98 para otorgar el CC-EHE. Además, irán acompañadas del certificado específico de adherencia.

La garantía de calidad de las barras corrugadas será exigible en cualquier circunstancia al Contratista.

2.11.1.1.4 Almacenamiento

Las barras corrugadas se almacenarán de forma que no estén expuestas a excesiva oxidación, separadas del suelo y de manera que no se manchen de grasa, polvo, tierra o cualquier otra materia perjudicial para su buena conservación y posterior adherencia.

2.11.1.1.5 Recepción

Para llevar a cabo la recepción de las barras corrugadas se realizarán ensayos de control de calidad según lo especificado en el artículo 88 de la EHE. Las condiciones de aceptación o rechazo serán las indicadas en el apartado 88.5 de la citada Instrucción.

La Dirección Facultativa, siempre que lo estime oportuno, podrá identificar y verificar la calidad y homogeneidad de los materiales acopiados.

2.11.1.2 Mallas electrosoldadas

2.11.1.2.1 Definición

Las mallas electrosoldadas estarán fabricadas con elementos de acero (barras o alambre corrugados) cruzados ortogonalmente entre sí y unidos en sus puntos de contacto con soldadura eléctrica.

La designación de las mallas electrosoldadas se hará de acuerdo al apartado 5.2 de la UNE-EN 10080:2006.

2.11.1.2.2 Materiales

Los elementos que componen las mallas electrosoldadas podrán ser barras corrugadas o alambres corrugados. Las barras cumplirán las especificaciones del apartado anterior del presente Pliego. Los alambres cumplirán las especificaciones de adherencia y las características mecánicas indicadas en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Los alambres y barras no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.

La sección equivalente de los alambres y barras no será inferior al noventa y cinco y medio por ciento (95,5 por 100) de su sección nominal.

2.11.1.2.3 Suministro

Cada paquete llegará al punto de suministro (obra, taller de ferralla o almacén) con una etiqueta de identificación conforme a lo especificado en la UNE-EN 10080:2006. Las barras o los alambres que constituyen las mallas electrosoldadas llevarán grabadas las marcas de identificación, de acuerdo con los Informes Técnicos UNE 36811:1998 IN y UNE 36812:1996 IN para barras y alambres corrugados respectivamente, relativas al tipo de acero (geometría del corrugado), país de origen (el indicativo correspondiente a España es el número 7) y marca del fabricante (según el código indicado en los citados Informes).

Si los aceros poseen un marcado CE, cada partida acreditará que está en posesión del mismo, así como del certificado específico de adherencia y del certificado de garantía del fabricante que justifiquen que el acero cumple las exigencias contenidas en la EHE. El fabricante adjuntará, si la Dirección Facultativa se lo solicita, copia de los resultados de los ensayos de producción de la partida suministrada.

Si los productos no poseen un marcado CE, cada partida irá acompañada de los resultados de los ensayos correspondientes a su composición química, características mecánicas y características

geométricas, efectuados por un organismo de los citados en el Artículo 1º de la EHE-98 para otorgar el CC-EHE. Además, irán acompañadas del certificado específico de adherencia.

La garantía de calidad de las mallas electrosoldadas será exigible en cualquier circunstancia al Contratista.

2.11.1.2.4 Almacenamiento

Las mallas electrosoldadas se almacenarán de forma que no estén expuestas a excesiva oxidación, separadas del suelo y de manera que no se manchen de grasa, polvo, tierra o cualquier otra materia perjudicial para su buena conservación y posterior adherencia.

2.11.1.2.5 Recepción

Para llevar a cabo la recepción de las mallas electrosoldadas se realizarán ensayos de control de calidad según lo especificado en el artículo 88 de la EHE. Las condiciones de aceptación o rechazo serán las indicadas en el apartado 88.5 de la citada Instrucción.

La Dirección Facultativa, siempre que lo estime oportuno, podrá identificar y verificar la calidad y homogeneidad de los materiales acopiados.

2.11.1.3 Armaduras básicas electrosoldadas en celosía

2.11.1.3.1 Definición

Armaduras básicas electrosoldadas en celosía, a los efectos de esta Instrucción, son aquellas que cumplen los requisitos técnicos prescritos en la UNE 36739:95 EX.

La armadura básica electrosoldada en celosía es un producto formado por un sistema de elementos (barras o alambres), con una estructura espacial y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica por un proceso automático.

Se compone de un elemento longitudinal superior, dos elementos longitudinales inferiores y dos elementos transversales de conexión que forman la celosía. Todos los elementos están constituidos por barras o alambres, que deben ser corrugados en el caso de los elementos superior e inferiores, y pueden ser lisos o corrugados en el caso de los elementos de conexión.

2.11.1.3.2 Materiales

Los elementos que conforman las armaduras básicas electrosoldadas en celosía cumplirán los requisitos indicados en el artículo 32.2 de la EHE cuando se trate de barras corrugadas y los contenidos en la tabla 32.3 cuando se trate de alambres, lisos o corrugados. Los alambres corrugados deberán cumplir, además, las condiciones de adherencia especificadas en 32.2 de la EHE.

2.11.1.3.3 Suministro

Los paquetes de armaduras deben llegar al punto de suministro (obra, taller de ferralla o almacén) identificados conforme a lo que se especifica en la UNE 36739:95 EX.

Las barras o alambres que constituyen los elementos de las armaduras básicas electrosoldadas en celosía, deberán llevar grabadas las marcas de identificación de acuerdo con el apartado 5.3 de la UNE-EN 10080, como se establece en el artículo 32.2 y 32.3 de la Instrucción EHE.

2.11.1.3.4 Control de calidad

Las armaduras se ajustarán a la designación y características mecánicas indicadas en los planos de Proyecto, y deben llevar grabadas las marcas de identificación definidas en la Instrucción EHE.

El Contratista deberá aportar certificado del suministrador de cada partida que llegue a obra, en los que se garanticen las características del material.

Para el transporte de barras de diámetros hasta diez (10) milímetros, podrán utilizarse rollos de un diámetro mínimo interior igual a cincuenta (50) veces el diámetro de la barra.

Las barras de diámetros superiores, se suministrarán sin curvatura alguna, o bien dobladas ya en forma precisa para su colocación.

Para la puesta en obra, la forma y dimensiones de las armaduras serán las señaladas en los Planos. Cuando en éstos no aparezcan especificados los empalmes o solapes de algunas barras, su distribución se hará de forma que el número de empalmes o solapes sea mínimo, debiendo el Contratista, en cualquier caso, realizar y entregar al Director de las obras los correspondientes esquemas de despiece.

Se almacenarán de forma que no estén expuestas a una oxidación excesiva, separados del suelo y de forma que no se manchen de grasa, ligante, aceite o cualquier otro producto que pueda perjudicar la adherencia de las barras al hormigón.

El doblado de las armaduras se realizará según lo especificado en el PG-3, así como en la Instrucción EHE.

El control de calidad se realizará a nivel normal. Se realizarán dos (2) ensayos de doblado-desdoblado cada veinte (20) t de acero colocado, verificándose así mismo la sección equivalente. Cada cincuenta (50) t se realizarán ensayos para determinar las características mecánicas (límite elástico y rotura).

2.11.2 Acero especial a emplear en armaduras pretensadas o postensadas

2.11.2.1 Definición, clasificación y características

Se define como acero especial a emplear en armaduras pretensadas o postensadas el acero de alta resistencia que se tensa fuertemente para introducir esfuerzos de compresión en los elementos de una estructura, normalmente de hormigón.

Se denominan armaduras activas a las de acero de alta resistencia mediante las cuales se introduce la fuerza del pretensado.

Sus elementos constituyentes pueden ser: alambres, barras o cordones. La definición de estos elementos es la siguiente:

- Alambre: Producto de sección maciza, procedente de un estirado en frío o trefilado de alambrón, que normalmente se suministra en rollo.
- Barra: Producto de sección maciza, que se suministra solamente en forma de elementos rectilíneos.
- Cordón de 2 o 3 alambres: Conjunto formado por dos o tres alambres de igual diámetro nominal, todos ellos arrollados helicoidalmente, con el mismo paso y el mismo sentido de torsión, sobre un eje ideal común (véase la UNE 36094:1997).
- Cordón de 7 alambres: Conjunto formado por siete alambres de igual diámetro nominal d, arrollados helicoidalmente, con igual paso y en el mismo sentido de torsión, alrededor de un alambre central recto cuyo diámetro estará comprendido entre 1,02 d y 1,05 d (véase la UNE 36094:1997).

Se denomina "tendón" al conjunto de las armaduras paralelas de pretensado que, alojadas dentro de un mismo conducto, se consideran en los cálculos como una sola armadura. En el caso de armaduras pretesas, recibe el nombre de tendón cada una de las armaduras individuales.

2.11.2.2 Control de Calidad

Tanto los alambres, como las barras y cordones cumplirán las prescripciones definidas en el artículo 34 de la instrucción EHE así como las condiciones de suministro, almacenaje y manipulación, expresadas en la misma instrucción y el P.P.T.P.

2.11.3 Aceros laminados en estructuras metálicas

2.11.3.1.1 Características

Se consideran comprendidos dentro de esta denominación todos los laminados, aceros comunes al carbono o aceros de baja aleación fabricados por cualquiera de los procedimientos usuales: convertidos ácido o básico, conversión por soplado con oxígeno (proceso L.D., etc.), Martin-Siemens, horno eléctrico.

Los laminados de acero a utilizar en la construcción de estructuras, tanto en sus elementos estructurales como en los de unión cumplirán las condiciones exigidas en el Código Técnico de la Edificación con las limitaciones establecidas en él. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares destacará aquellos casos que exijan especiales características y proporcionará la información necesaria que determine las calidades de acero apto para tales usos.

La estructura del acero será homogénea, conseguida por un buen proceso de fabricación y por un correcto laminado, estando exenta de defectos que perjudiquen a la calidad del material.

Los productos laminados tendrán superficie lisa sin defectos superficiales de importancia que afecten a su utilización. Las irregularidades superficiales como rayados, pliegues y fisuras serán reparados mediante adecuados procedimientos previo consentimiento de la Dirección de Obra.

Serán admisibles los defectos superficiales cuando, suprimidos por esmerilado, el perfil en cuestión cumpla las tolerancias exigidas.

Los productos laminados deberán ser acopiados por el Contratista en parque adecuado, clasificados por series y clases de forma que sea cómodo el recuento, pesaje y manipulación en general. El tiempo de permanencia a intemperie quedará limitado por la condición de que una vez eliminado el óxido superficial antes de su puesta en obra, los perfiles cumplan las especificaciones de la tabla de tolerancia. El Contratista deberá evitar cualquier tipo de golpe brusco sobre los materiales y tomar las necesarias precauciones a fin de que durante la manipulación que haya de efectuarse, ningún elemento sea sometido a esfuerzos, deformaciones o trato inadecuado.

2.11.3.1.2 Control de Calidad

El Contratista controlará la calidad del acero laminado para estructuras metálicas de acuerdo con lo especificado en el presente Pliego, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en el Código Técnico de la Edificación.

El Contratista presentará los resultados oficiales de análisis químicos sobre colada o productos pertenecientes al muestreo de la producción a que corresponda la partida de suministro. De no resultar posible la consecución de estos datos, la Dirección de Obra podrá exigir con cargo al Contratista la realización de análisis químicos de determinación de proporciones de carbono, fósforo y azufre.

El Contratista presentará los resultados de los ensayos oficiales de determinación de características mecánicas, pertenecientes al muestreo de la producción a que corresponda la partida de suministro. De no resultar posible la consecución de estos datos, la Dirección de Obra podrá exigir con cargo al Contratista la realización de los ensayos pertinentes que se llevarán a cabo de acuerdo con lo detallado en el Código Técnico de la Edificación.

En aquellos casos en que se solicite un acero con características de buena soldabilidad, se llevarán a cabo un número mínimo de 10 ensayos de plegado sobre soldadura depositada, por cada lote de 10 t o parte de material suministrado, de acuerdo con la Norma DIN 17.100, página 9.

De no existir prescripción al respecto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, las tolerancias en dimensiones y en peso serán las establecidas en las tablas de tolerancias del Código Técnico de la Edificación.

2.11.4 Acero para embebidos

2.11.4.1 Características

Todos los materiales serán de la mejor calidad y estarán libres de toda imperfección, picaduras, inclusión de escorias, costras de laminación, etc., que puedan dañar la resistencia, durabilidad y apariencia, y estarán de acuerdo con los Planos y Pliego General y Particular.

Previamente a su colocación, todas las piezas de acero serán galvanizadas por inmersión en caliente.

Los elementos de acero que aparecen en los diferentes embebidos serán de las siguientes calidades:

2.11.4.1.1 Chapas

ASTM-A-36

ASTM-A-181, grado 7I

S275 JR/JO

S335 JR/JO

2.11.4.1.2 Pernos de anclaje

ATM-A-36

ASTM-A-449

ASTM-A-193, grado 7B

ASTM-A-307, grado A

S275 JR/JO

F - 112

F - 113

F - 127

Acero clase 8.8

2.11.4.1.3 Tuercas y arandelas

ASTM-A-194, grado 2H

Acero clase 4.6

Acero clase 5.6

F - 115

2.11.4.1.4 Tubería de acero en muros

ASTM-A-106

ASTM-A-53

ASTM-A-211

2.11.4.2 Control de Calidad

El Contratista controlará la calidad del acero para embebidos para que se ajuste a las características indicadas en el Apartado 2.11.4.1 del presente Pliego, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en las Normas e Instrucciones señaladas.

El Contratista presentará los resultados oficiales del análisis químico sobre colada o productos pertenecientes al muestreo de la producción a que corresponda la partida de suministro: de no resultar posible la consecución de estos datos la Dirección de Obra, podrá exigir con cargo al Contratista la realización de análisis químicos de determinación de proporciones de carbono, fósforo y azufre.

El Contratista presentará los resultados de los ensayos oficiales de determinación de características mecánicas, pertenecientes al muestreo de la producción a que corresponda la partida de suministro: de no resultar posible la consecución de estos datos la Dirección de Obra podrá exigir con cargo al Contratista, la realización de los ensayos pertinentes que se llevarán a cabo de acuerdo con lo detallado en el Código Técnico de la Edificación.

Por otra parte la Dirección de Obra determinará los ensayos necesarios para la comprobación de las características citadas. Estos ensayos serán abonados al Contratista, salvo en el caso de que sus resultados demuestren que no cumplen las Normas anteriormente reseñadas y siendo entonces de cuenta del Contratista.

2.11.5 Acero forjado

2.11.5.1 Clasificación y características

Se define como acero forjado el que ha sufrido una modificación de su forma y de su estructura, mediante la acción de un trabajo mecánico de forja, realizado a temperatura superior a la de recristalización.

El acero a emplear en piezas forjadas será suave del tipo F-112, soldable únicamente con técnicas especiales.

Previa autorización del Director de Obra podrá utilizarse el acero común Siemens del tipo F-622, que es perfectamente soldable.

Los dos tipos de acero reseñados presentarán los siguientes porcentajes:

TIPO	CARBONO	MANGANESO	SILICIO	AZUFRE	FÓSFORO	FÓSFORO MÁS AZUFRE
F-112	0.20-0.30	0.40-0.70	0.15-0.30	0.00-0.04	0.00-0.04	0.00-0.09
F-622	0.20±0.05	0.40±0.10	0.00-0.20	0.00-0.04	0.00-0.06	

Los dos tipos de acero reseñados presentarán las siguientes características:

TIPO	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (KGF/CM2)	LÍMITE ELÁSTICO APARENTE	ALARGAMIENTO DE ROTURA (%)	RESILIENCIA (KGF/CM2)	DUREZA BRINELL
F-112	4.800-5.500	3.000-3.500	24 – 18	18 – 13	135 – 160
F-622 lamin.	5.000±500	--	25	--	126 – 156
F-662 recoc.	4.600±500	--	27	--	114 – 143

Todas las piezas de acero forjado que se utilicen en estructuras deberán ser recocidas después de la forja.

2.11.5.2 Control de Calidad

El Contratista controlará la calidad del acero forjado para que sus características se ajusten a lo señalado en el Apartado 2.11.5.1 del presente Pliego, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en la Normativa vigente.

Se prestará un especial cuidado a las dimensiones de las piezas de acero forjado, pudiendo la Dirección de Obra rechazar aquéllas, que en su opinión, no cumplan con las dimensiones requeridas.

2.11.6 Acero inoxidable

2.11.6.1 Características

El acero inoxidable a emplear en obras de saneamiento en ambientes de aguas o vapores de aguas residuales, será acero austenítico del tipo F3434 (UNE EN 10088) AISI 316. En otros ambientes será válido el AISI 304 (UNE EN 10088).

Las piezas de acero inoxidable se marcarán con señales indelebles, para evitar confusiones en su empleo.

La composición química del acero reseñado se ajustará a los valores que a continuación se adjuntan, respetando las tolerancias establecidas para este tipo de material en la norma UNE EN 10088.

- Carbono: 0,08 % máximo.
- Silicio: 1,00 % máximo.
- Manganeso: 2,00 % máximo.
- Níquel: 10-14 %.
- Cromo: 16-18 %.
- Azufre: 0,03 % máximo.
- Fósforo: 0,045 % máximo.
- Molibdeno: 2,00-3,00 %.

Asimismo, presentará las siguientes características mecánicas:

- F3634.
- X6CrNiMo 17-12-03.
- Dureza HB máxima: 193
- Límite elástico para remanente 0,2 %: 210 N/mm2.
- Límite elástico para remanente 1 %: 250 N/mm2.
- Resistencia a rotura: 490/690 N/mm2.
- Al min.

- barra 5<d<160: 40
- produc. planos, 0,5<a<3: 33
- produc. planos, 3<a<30: 40

2.11.6.2 Control de Calidad

El Contratista controlará la calidad del acero inoxidable para que sus características se ajusten a lo indicado en el Apartado 2.11.6.1 del presente Pliego, del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en la Normativa Vigente.

2.11.7 Acero moldeado

2.11.7.1 Características

Se define como acero moldeado al de cualquier clase, que recibe forma vertiéndolo en un molde adecuado cuando el metal está todavía líquido.

El acero moldeado será de constitución uniforme, de grano fino y homogéneo, sin poros, y no presentará grietas ni defecto alguno debido a impurezas.

El acero moldeado que haya de utilizarse para elementos de aparatos de apoyo, cumplirá las siguientes condiciones:

- La resistencia característica será superior a cinco mil quinientos kilogramos por centímetro cuadrado (5.500 kg/cm2).
- El alargamiento de rotura será igual o superior al catorce por ciento (14%).

2.11.7.2 Control de Calidad

El Contratista controlará la calidad del acero moldeado para que sus características se ajusten a lo indicado en el apartado 2.11.7.1 del presente Pliego, a las del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y a la Normativa Vigente.

Cuando el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares exija la comprobación de la ausencia de coqueras y defectos internos se utilizarán métodos magnéticos, ultrasónicos o radiográficos. La periodicidad de los ensayos será, asimismo, fijada en el P.P.T.P.

2.11.8 Elementos de unión de las estructuras metálicas

2.11.8.1 Características

Los elementos y piezas de unión a emplear en las estructuras metálicas cumplirán según su naturaleza, las condiciones especificadas en el Código Técnico de la Edificación.

La forma y dimensiones de los elementos de unión a utilizar en cada caso, estarán definidos en los Planos y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, que definirán igualmente cualquier elemento de unión no comprendido en las Normas citadas.

2.11.8.2 Control de Calidad

El Contratista controlará la calidad de los roblones y tornillos para que sus características se ajusten a lo señalado en el presente Pliego, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en el Código Técnico de la Edificación.

2.11.9 Acero en entramados metálicos

2.11.9.1 Características

El acero para entramados metálicos será acero laminado de la misma calidad que el acero para estructuras metálicas definido en el Apartado 2.11.3.1.1 del presente Pliego.

El acero será sometido a un tratamiento contra la oxidación. Este tratamiento, salvo indicación en otro sentido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o por la Dirección de Obra, será un galvanizado por inmersión en caliente.

2.11.9.2 Control de Calidad

Todas las placas llegarán a obra numeradas y etiquetadas con indicación del plano correspondiente a su posición.

El Contratista controlará la calidad del acero empleado en entramados metálicos para que sus características se ajusten a lo indicado en el presente Pliego, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en la Normativa Vigente.

El Contratista presentará los resultados oficiales de análisis químicos sobre colada de la producción a que corresponda la partida de suministro y de los ensayos de determinación de características mecánicas pertenecientes al muestreo de la producción a que corresponda la partida. De no resultar posible la consecución de estos datos, la Dirección de Obra podrá exigir, con cargo al Contratista, la realización de análisis químicos de determinación de proporciones de carbono, fósforo y azufre y de ensayos mecánicos pertinentes que se llevará a cabo de acuerdo con lo detallado en el Código Técnico de la Edificación.

La Dirección de Obra podrá ordenar la realización de ensayos mecánicos sobre un entramado, con la distancia entre apoyos que estime oportuna. Estos ensayos podrán ser suplidos por los ensayos realizados en las mismas condiciones por el Fabricante.

2.11.10 Alambre para atar

2.11.10.1 Características

Las armaduras de atado estarán sustituidas por los atados de nudo y alambres de cosido y se realizarán con alambres de acero (no galvanizado) de 1 mm. de diámetro.

El acero tendrá una resistencia mínima a la rotura a tracción de treinta y cinco (35) kilogramos por milímetro cuadrado y un alargamiento mínimo de rotura del 4%.

2.11.10.2 Control de Calidad

Las características geométricas se verificarán una vez por cada lote de diez toneladas o fracción, admitiéndose tolerancias en el diámetro de 0,1 mm.

Los ensayos de tracción se realizarán según la Norma UNE-EN ISO 6892-1:2010. El número de ensayos será de uno por cada lote de 10 toneladas o fracción.

Por cada lote de diez toneladas o fracción y por cada diámetro se realizará un ensayo de doblado-desdoblado en ángulo recto, según la Norma UNE 7469:1999. Se considerará aceptable si el número de plegados obtenidos es igual o mayor que tres.

2.11.11 Electrodos para soldar

2.11.11.1 Condiciones generales

Los electrodos a emplear en soldadura manual al arco eléctrico serán de una de las calidades estructurales definidas a continuación.

Las condiciones que deben satisfacer los electrodos especiales no incluidos entre los reseñados, así como las varillas y fundentes destinados a operaciones de soldeo automático con arco sumergido, se fijarán en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares en el que, asimismo, se señalarán los procedimientos de comprobación de las uniones ejecutadas.

Los electrodos deberán preservarse de la humedad, y en especial los de revestimiento básico, los cuales deberán emplearse completamente secos.

No se emplearán electrodos de alta penetración en uniones de fuerza.

Para soldar armaduras de acero corrugado se emplearán exclusivamente electrodos básicos de bajo contenido en hidrógeno.

2.11.11.2 Forma y dimensiones

La longitud y diámetro de los electrodos serán dados por la siguiente tabla, con una tolerancia del tres por ciento (3%) en más o menos, para el diámetro, y de dos milímetros (2 mm.) en más o menos para la longitud.

Diámetro del alma (mm.)	1,2	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6	8	10
Electrodo sencillo	15	22,5	35	35	25 o 45					
Electrodo con sujeción en el centro	30	45	45	45						

En toda la longitud revestida, que será igual a la total menos veinticinco milímetros (25 mm.) (con una tolerancia de cinco milímetros (5 mm.) en más o menos) el revestimiento deberá tener una sección uniforme y concéntrica con el alma.

La diferencia entre la suma del diámetro del alma y del espesor máximo del revestimiento y la suma del diámetro del alma y del espesor mínimo del revestimiento, no deberá ser superior al tres por ciento (3%) de la primera.

2.11.11.3 Características del material de aportación

La resistencia a la tracción y la resistencia del material de aportación serán iguales o superiores a los valores correspondientes del metal base.

Se ajustarán a los límites mínimos que se indican en la tabla siguiente:

CALIDAD DE ELECTRODO	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (KGF/CM2)	ALARGAMIENTO DE ROTURA (%)	RESILIENCIA (KGF/CM2)
Intermedia estructural	4.400	22 - 26	5 - 7
Estructural ácida	4.400	26	7
Estructural básica	4.400	26	16
Estructural orgánica	4.400	22 - 26	7 - 9
Estructural rutilo	4.400	22 -26	7 - 9
Estructural titanio	4.400	22 - 26	7 - 9

Para espesores de chapas superiores a 25 mm. Se emplearán electrodos de recubrimiento básico.

Igualmente se emplearán electrodos de recubrimiento básico para soldar elementos de acero S335 JR/JO.

2.11.11.4 Control de Calidad

Se efectuarán ensayos de rotura a tracción, de alargamiento, resiliencia y químicos de acuerdo con la Norma UNE-14022:2010.

La cantidad de ensayos será de 1 por cada lote de electrodos, definiendo como tal:

- El conjunto de electrodos producidos de una misma combinación de colada de metal y revestimiento
- La cantidad de electrodos de un tipo y tamaño producida en un período continuo de 24 horas, sin exceder de 20 toneladas.

2.11.12 Fundición dúctil

2.11.12.1 Definición

Se define como fundición nodular o dúctil aquella en la que el carbono cristaliza en nódulos una vez de hacerlo en láminas.

2.11.12.2 Características

La fundición dúctil a emplear en las obras de saneamiento tendrá las siguientes características:

- Tensión de rotura: 43 Kg/mm2.
- Deformación mínima en rotura: 10 %.

2.11.12.3 Control de Calidad

El Contratista controlará la calidad de la fundición para que sus características se ajusten a lo indicado en el Apartado 2.11.12.2 del presente Pliego, del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en la Normativa Vigente.

2.12 GALVANIZADOS POR INMERSION EN CALIENTE

2.12.1 Condiciones generales

Para el recubrimiento de galvanizado por inmersión en cinc fundido, se aplicarán las Normas de la American Society for Testing Materials.

- Composición del baño de cinc fundido

  - Cinc superior al 99,5%
  - Hierro inferior al 0,04%
  - Plomo inferior al 0,05%
  - Cadmio 0,00%

- Cantidad de la capa de cinc

La cantidad de cinc depositada será nunca inferior a 500 g/m2.

La medición del espesor de la capa de zinc que indica el valor de la capa protectora se efectuará mediante un MIDROTEST.

- Comprobación de la adherencia

Se efectuará mediante percusión con un martillo de acero de 212 g. con cantos redondeados, después de un recorrido de aproximadamente 90º desde la posición vertical hasta la del choque sobre la pieza de prueba, colocada en el plano horizontal.

El radio de giro del martillo alrededor del pivote será de 300 mm.

La prueba consistirá en 2 o más golpes formando impactos separados por lo menos 6 mm y con un eje común. Ninguna parte del impacto habrá de estar a distancia inferior a 12 mm del borde del objeto. La capa de cinc no debe saltar ni levantarse en el espacio comprendido entre los impactos, no tomándose, sin embargo, en consideración ninguna grieta de menos de 1,5 mm de longitud.

2.12.2 Material a emplear

Para la galvanización en caliente se utilizarán lingotes de cinc bruto de primera fusión, cuyas características responderán a tal fin en la Norma UNE-EN 1774:1998.

2.12.3 Características de recubrimiento

2.12.3.1 Aspecto

El aspecto de la superficie galvanizada será homogénea y no presentará discontinuidad en la capa de cinc.

En aquellas piezas en las que la cristalización de recubrimiento sea visible a simple vista, se comprobará que aquélla presenta un aspecto regular en toda la superficie.

2.12.3.2 Adherencia

No se producirá ningún desprendimiento al someter la pieza galvanizada al ensayo de adherencia indicado en el apartado 2.12.1.

2.12.3.3 Masa de cinc por unidad de superficie

Realizada la determinación de acuerdo con lo indicado en la Norma EN-ISO 1461:2010 la cantidad de cinc depositada por unidad de superficie será como mínimo de seiscientos gramos por metro cuadrado (600 gr/m2), en doble exposición.

2.12.4 Espesor del revestimiento

Mínimo 80 micras.

2.12.5 Continuidad del revestimiento de cinc

Realizado el ensayo de acuerdo con lo indicado en la Norma UNE 7183:1964 el recubrimiento aparecerá continuo y uniforme, y el metal base no se pondrá al descubierto en ningún punto después de haber sido sometida la pieza a cinco (5) inmersiones.

2.12.6 Toma de muestras

La toma de muestras se efectuará de acuerdo con la Norma ASTM A-444.

2.13 ELEMENTOS METÁLICOS AUXILIARES

2.13.1 Cerramientos

Las vallas de cerramiento con malla galvanizada de doble torsión, se instalarán para impedir el acceso no controlado de vehículos, peatones y animales, en los tramos definidos en proyecto.

La malla estará fabricada con alambres de acero de alta resistencia y galvanizado que le confiera una larga duración.

Los postes serán todos de acero galvanizado de 1,2 mm de espesor.

Las dimensiones de los postes verticales serán las que figuran en los planos del proyecto, y la base de los postes tendrá forma atrompetada para su mejor fijación.

El hormigón a utilizar en cimiento será del tipo HM-20, que cumplirá las especificaciones de ejecución y colocación para hormigones que figura en este Pliego.

La cabeza superior de los postes estará cerrada mediante un tapón de material plástico. El alambre se galvanizará en caliente mediante inmersión en baño de cinc fundido, obtenido por métodos electrolíticos, con un contenido mínimo en peso de cinc del noventa y nueve con noventa y cinco por ciento (99,95%).

El peso del recubrimiento de cinc no será inferior a ciento noventa gramos por metro cuadrado (190 gr/m2).

La adherencia y uniformidad del recubrimiento se comprobará mediante el ensayo MELC 8,06.

Las pletinas para sujetar la malla a los postes de anclaje serán de acero galvanizado, previamente perforadas y soldadas al poste. Las grapas de fijación serán galvanizadas o inoxidables.

2.13.2 Cadenas de seguridad

Las cadenas de seguridad serán del tipo y dimensiones definidas en los Planos del Proyecto.

Las cadenas de acero templado serán galvanizadas por inmersión en caliente previamente a su colocación en obra.

Las cadenas de acero inoxidable se construirán con material del tipo S 240 A, según la nomenclatura utilizada en el Eurocódigo 3.

Las rebabas producidas por las soldaduras serán eliminadas quedando la unión lisa y redondeada.

Las cadenas de seguridad serán sometidas a ensayos de tracción y deberán resistir al menos los siguientes esfuerzos:

- Esfuerzo rotura 30 KN
- Esfuerzo Ensayo 15 KN

2.13.3 Pasamanos y barandillas

Tendrán la forma y dimensiones definidas en los Planos de Proyecto, pudiendo ser de sección maciza o tubular.

Después de su fabricación, los pasamanos y barandillas de acero templado y aluminio serán galvanizadas por inmersión en caliente o anodizadas, según corresponde al tipo de material a emplear.

2.13.4 Escaleras

Las escaleras tendrán la forma y dimensiones definidas en los Planos del Proyecto.

Las escaleras de acero templado y aluminio serán galvanizadas por inmersión en caliente o anodizadas según corresponda al tipo de material a emplear.

Las escaleras de acero inoxidable estarán constituidas a partir de acero tipo S 240 A, según la nomenclatura utilizada en el Eurocódigo 3.

2.13.5 Pates

Comprende este artículo los pates o elementos fijos de acceso fabricados en acero y protegidos por una cubierta de polipropileno.

Los pates serán de acero liso con resistencia 65 kg/mm2 y calidad S275 JR.

Los pates deberán cumplir la norma europea EN-13101.

Los pates deberán cumplir lo dispuesto en el RD 486/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, sobre todo en lo relativo a las dimensiones mínimas de los pates.

El revestimiento protector de los pates contra los ataques exteriores será un material polimérico termoplástico perteneciente al grupo de las Poliolefinas (polipropileno) virgen. Este material deberá cumplir las condiciones de resistencia al desgaste, inalterabilidad al medio en que se coloque, ser imputrescible y compatible con los materiales que le afectan (hormigón y acero), según especifican las Normas UNE de ensayo de materiales plásticos.

En cualquier caso deberán soportar una fuerza de doscientos cincuenta kilopondios (250 kp) sin que se aprecien fisuras o defectos en el pate o fisuras en el hormigón de la sección donde se fija, colocada en el punto en que pueda producir los máximos esfuerzos.

La distancia entre pates será igual o inferior a 30 cm.

Se prohíbe expresamente el empleo de pates de aluminio sin recubrir.

2.14 ELEMENTOS DE FUNDICIÓN

2.14.1 Definición y características

Todos los elementos de este material a emplear en obra serán de tipo nodular o dúctil, definido en 2.11.12.

2.14.2 Marcos y tapas de registro

Los marcos y tapas para pozos de registro deberán tener la forma, dimensiones e inscripciones definidas en los Planos del Proyecto, con una abertura libre no menor de 710 mm para las tapas circulares.

Las tapas a colocar en viales deberán resistir una carga de tráfico de al menos 40 toneladas sin presentar fisuras.

Las tapas deberán ser estancas a la infiltración exterior. A fin de evitar el golpeteo de la tapa sobre el marco debido al peso del tráfico, el contacto entre ambos se realizará por medio de un anillo de material elastomérico que, además de garantizar la estanqueidad de la tapa, absorberá las posibles irregularidades existentes en la zona de apoyo.

Las zonas de apoyo de marcos y tapas serán mecanizadas admitiéndose como máximo una desviación de 0,2 mm.

Todos los elementos se suministrarán pintados por inmersión u otro sistema equivalente utilizando compuestos de alquitrán (Norma BS 4164), aplicados en caliente o, alternativamente, pintura bituminosa (Norma BS 3416) aplicada en frío.

Previamente a la aplicación de cualquiera de estos productos, las superficies a revestir estarán perfectamente limpias, secas y exentas de óxido.

Todas las tapas deberán llevar un marcado efectuado de forma clara y duradera, donde se indicará:

- UNE-EN 124-5:2015, como indicación de la Norma Europea UNE 41-300.
- Clase a la que corresponde.
- Nombre del fabricante.
- Referencia de marca o certificación.

Todas las tapas llevarán un dispositivo de acerrojado y el diseño será tal que la superficie sea antideslizante.

Los cercos de las tapas se fijarán, mediante tuerca y contratuerca, a los anclajes embebidos en la parte superior de la arqueta o pozo de registro. Se nivelarán cuidadosamente de modo que las tapas queden enrasadas con el pavimento, y posteriormente se rellenará el espacio bajo los cercos con un mortero sin retracción.

La reposición del pavimento alrededor de la tapa se hará de modo que quede perfectamente acabado contra el marco de la misma, sin dejar huecos.

2.14.3 Control de calidad

Los ensayos de resistencia se realizarán de acuerdo a la norma UNE-EN 124-5:2015.

Asimismo, la aceptación de los elementos de fundición estará condicionada a la presentación de los correspondientes certificados de ensayos realizados por Laboratorios Oficiales.

2.15 TUBERÍAS DE HORMIGON EN MASA O ARMADO

2.15.1 Normativa y características generales y Materiales

2.15.1.1 Características comunes

Las tuberías cumplirán la reglamentación vigente, y su diseño se ajustará a las características que se especifican a continuación, y que en líneas generales siguen las normas UNE 127.916/ UNE- EN 1.916 para los tubos de hormigón en masa y armado).

Las materias primas utilizadas en la fabricación de los tubos, cumplirán la EHE vigente.

2.15.1.1.1 Cemento

En la elección del tipo de Cemento, se tendrá especialmente en cuenta la agresividad del efluente y del terreno. Salvo condición expresa de la Dirección de Obra, se utilizarán cementos resistentes a los sulfatos y al agua de mar cumplirá la RC 08 o sus posteriores actualizaciones.

2.15.1.1.2 Agua

Se empleará agua limpia y libre de materias nocivas, tanto en suspensión como en disolución.

Se exigirán las condiciones de la Instrucción EHE 08 o sus posteriores actualizaciones.

No se podrá emplear agua que tenga un contenido de sales disueltas mayor de dos gramos por litro (2 g/l).

2.15.1.1.3 Árido

La granulometría será suficientemente continua para conseguir una gran compacidad del hormigón, y deberá ser aprobada por la Dirección de Obra.

El árido empleado para la fabricación del hormigón de los tubos será preferentemente calizo para aumentar la alcalinidad de la mezcla si bien se puede emplear arena silícea, siempre que se alcance la alcalinidad mínima exigida.

Se procederá a un lavado previo de los áridos, si la Dirección de Obra lo considera conveniente.

El tamaño máximo del árido se limita a 20 mm. o 3/4 de la separación entre espiras, cualquiera que sea menor.

El contenido de finos (fracción que pasa por el tamiz nº 200 ASTM) en el árido fino no podrá superar el 3% en peso, pudiendo admitirse un porcentaje mayor, si su procedencia es del machaqueo de piedra caliza, siempre que el equivalente de arena sea superior a 85.

El contenido de sulfatos en los áridos expresados en SO_3 se limitará al 0,4% del peso total del árido.

2.15.1.1.4 Aditivos en el hormigón

Se podrá añadir al hormigón de los tubos moldeados, únicamente un plastificante que facilite su colocación en el interior de los moldes.

La naturaleza del plastificante será tal que no disminuya la resistencia del hormigón ni presente peligro de corrosión de armaduras.

El fabricante presentará la documentación necesaria para demostrar que se cumplen las condiciones anteriores.

Se prohíbe la utilización de productos que lleven cloro en su composición.

2.15.1.1.5 Acero en las armaduras

El acero empleado en las armaduras para la fabricación de los tubos, cumplirá las condiciones exigidas en la Instrucción EHE 08 o sus actualizaciones posteriores.

Se empleará acero B500T para la armadura principal y B400S para la armadura longitudinal.

Para garantizar la aptitud para el soldeo se limita el contenido de carbón equivalente a 0,5.

La armadura principal tendrá forma de hélice y deberá ser circular, no admitiéndose la elíptica.

La armadura longitudinal estará soldada a la transversal en los puntos de contacto, e irá colocada a intervalos regulares con un diámetro mínimo de 6 mm, y nº mínimo de longitudinales a colocar en función del diámetro de fabricación:

- 12 longitudinales.- Desde DN 300 mm hasta DN 800 mm
- 24 longitudinales.- Desde DN 1.000 mm hasta DN 1.600 mm
- 36 longitudinales.- Desde DN 1800 mm hasta DN 3000 mm

La cuantía de la armadura será mayor del 20% de la transversal para tubos de longitud mayor de 3 metros y de diámetro menor de 1 metro.

La armadura longitudinal mantendrá su continuidad en la transición del fuste a la campana, bien por doblado de las barras longitudinales o bien por unión de un elemento especial soldado a la jaula principal.

En toda la longitud del enchufe y la campana se colocará una armadura de refuerzo con una cuantía igual a la armadura principal, es decir, del 100%, en los tubos armados con doble armadura se realizará en ambas el refuerzo.

La separación entre espiras vendrá marcada por las cuantías mínimas de armado, no pudiendo ser nunca menor de 20 mm ni mayor de 100 mm. para tubería de hasta 100mm. de espesor de pared y pudiendo ser hasta 150mm. para tuberías mayores e iguales de 100mm. de espesor de pared.

Recubrimientos.

El recubrimiento de la armadura exterior no será menor de 25 mm, para tuberías de espesor de pared mayor o igual de 60 mm, pudiendo bajar a 19mm en las de espesor inferior.

Para la armadura interior, se aumentarán los valores anteriores en 10mm (espesor de sacrificio), siendo los recubrimientos mínimos de 35 mm para tuberías de espesor mayor o igual que 60mm, y de 29mm para las de espesor inferior. Dependiendo del espesor del tubo esta exigencia puede disminuir el canto útil de la armadura inferior; en este caso se deberá aumentar la cuantía de la armadura en la cantidad necesaria.

En espesores superiores a 60 mm en los que sea necearia la colocación de doble armadura según exigencias de diseño de clase de tubería y no sea posible exigir los recubrimientos anteriores, se solicitará autorización a la D.O para reducir dichos espesores cumpliendo en todo caso los espesores mínimos definidos por la EHE.

El recubrimiento de la armadura deberá ser garantizado mediante la colocación de separadores de plástico.

Si en algún punto se debiera colocar algún elemento metálico con un recubrimiento menor de 19 mm., será de acero inoxidable.

La última espira deberá ser paralela al borde del tubo, e irá separada 25 mm de los mismos.

2.15.1.1.6 Hormigón

Los hormigones y sus componentes elementales, además de las condiciones de este pliego, cumplirán las de la instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado EHE 08 o posteriores actualizaciones.

El hormigón empleado en la fabricación de los tubos será tal que el tubo, una vez fabricado, presente un aspecto perfectamente compacto y exento de poros y cumpliendo además los parámetros siguientes:

Cantidad de cemento > 360 kg/m3 de hormigón compactado.

Absorción ≤ 6%. ANEXO F EN-1.916.

Alcalinidad del hormigón ≥ 0,85 La alcalinidad de un material se define como la cantidad de ácido que una masa de ese material puede neutralizar, comparada con la capacidad neutralizante del CO3Ca frente a ese ácido. Se determina por el procedimiento recogido en el capítulo 7 del Concrete Pipe Handbook, American Concrete Pipe Association.

Relación agua/cemento de la mezcla < 0,45.

Contenido ión Cloro (Cl-) en la mezcla < 0,3% de la cantidad de cemento en peso.

Los hormigones que se empleen en los tubos se ensayarán con una serie de seis probetas como mínimo diariamente, cuyas características serán representativas del hormigón producido en la jornada. Estas probetas se curarán por los mismos procedimientos que se empleen para curar lostubos.

2.15.1.1.7 Juntas de goma

- Definición y Características Generales

Se entiende por junta de goma el sistema de unión mediante un aro de goma alojado adecuadamente, de dos tubos lindantes de manera que quede asegurada la estanqueidad.

Las juntas de goma cumplirán lo establecido en la NORMA UNE EN 681-1, cumpliendo las siguientes características mínimas:

Características	Método	Unidades	Valores
Dureza	ISO – 48	IRHD	50 ± 5
Resistencia a la Tracción	ISO – 37	Mpa	> 9
Alargamiento de Rotura	ISO – 37	%	> 375
Deformación permanente (24 h. a 70ºC)	ISO – 815	%	< 20
Deformación remanente (72 h. a 23º C)	ISO – 815	%	< 12
Deformación remanente (72 h. a -10ºC)	ISO – 815	%	< 40
Cambio de Volumen en Agua (7 días a 70º)	ISO – 1817	%	-1 a + 8
Resistencia al Ozono	ISO 1431 – 1		Sin grietas
Envejecimiento en aire caliente (7 días a 70º C)			
Cambio de Dureza	ISO – 48	IRHD	-5 a +8

Características	Método	Unidades	Valores
Cambio Resistencia a la Tracción	ISO – 37	%	> 20
Cambio alargamiento a la Rotura	ISO – 37	%	-30 a +10

Todas las superficies de la junta, superiores o inferiores, en las que la goma pueda apoyarse deberán ser libres, lisas de resaltos, grietas, fracturas o imperfecciones que puedan afectar negativamente al funcionamiento de la junta.

El diseño de la junta será tal que resista las fuerzas provocadas por la compresión de la goma una vez montada sin que aparezcan grietas o fracturas durante los ensayos oportunos.

La goma será el único elemento del que depende la flexibilidad y estanqueidad de la junta. La goma será un anillo continuo que se colocará cómodamente en el espacio anular entre las superficies de solape de la junta, para conseguir un sellado flexible y estanco.

La forma del enchufe debe garantizar que la posición de la goma y su deformación, una vez enchufados los tubos, coincide con la indicada en el cálculo y diseño de la junta. Por tanto no se admite el tipo de junta rodante.

La junta de goma, una vez instalada en obra, deberá:

- Asegurar la estanqueidad
- Mantener sus características sin que el peso del tubo produzca deformaciones que le puedan alterar.
- Mantener sus características en las alternancias aire agua a que estará sometida.
- Resistir la agresividad de las aguas residuales urbanas con mezcla de industriales.

- Diseño

El diseño de la junta proporcionará, una vez montada según las instrucciones del fabricante, una estanqueidad total dentro del rango correspondiente de giro admisible, desplazamiento longitudinal y esfuerzo cortante actuando sobre ella.

Las características de la junta deberán permitir, como mínimo, los siguientes movimientos:

DIAMETRO NOMINAL	DEFLEXION ANGULAR MINIMA	DESPLAZAMIENTO RECTO MINIMO (MM.)
300 - 600	2º	20
700 - 1.200	1º	20
1.200 - 1.800	0,5º	20
1.800	Lo establecerá el fabricante	

Por lo tanto el fabricante propondrá un diseño de junta totalmente detallado incluyendo:

- Dimensiones y formas de los extremos de los tubos.
- Forma, dimensiones y dureza de los aros de goma.

La junta podrá ser de enchufe y campana a media madera. Bajo nivel freático, el extremo macho del tubo, irá MECANIZADO, alojando la junta de goma en una acanaladura, garantizando así la estanqueidad de la unión y evitando que la junta se pueda desmontar por presión de agua por el exterior.

- Dimensiones y juntas

El aro de goma utilizado no se estirará más de un 20% de su longitud inicial una vez montado en el enchufe.

El espacio anular entre las superficies de apoyo de la goma con la junta montada y centrada, no será mayor del 75% del espesor de la goma descomprimida utilizada, incluyendo las tolerancias del fabricante del tubo y de la junta.

El fabricante justificará que se cumplen estas limitaciones utilizando en cada caso las dimensiones del enchufe y la campana que resulten más desfavorables.

Para el cálculo de la deformación de las juntas de goma tóricas se utilizará el diámetro deformado obtenido así:

$$Dd = \frac{Di}{\sqrt{1 + x}}$$

Siendo:

Dd = diámetro deformado

Di= diámetro inicial del diseño

x = tanto por ciento de deformación de la goma en diseño, dividido por cien

La conicidad de la superficie interior de la campana o caja y de la superficie exterior del enchufe o espiga en las que se apoya la goma durante el montaje, excepto dentro de la acanaladura, se limita a 2º grados medidos respecto del eje longitudinal del tubo.

La junta permitirá un giro de los tubos por apertura en un punto exterior de la junta de al menos 12 mm. más que en la posición de alineación recta.

- Tolerancias

Cada junta de goma será fabricada para proporcionar el volumen de goma requerido por el diseño de junta del fabricante de tubos con una tolerancia de ± 3% para espesores de la sección de goma menores o iguales a 13 mm. y del ± 1% para espesores iguales o mayores a 25 mm. Para espesores intermedios la tolerancia varía linealmente.

Las tolerancias admisibles para la anchura del espacio anular para las superficies de apoyo de la goma, se establecen en ± 10% del espesor de la goma descomprimida utilizada y con un máximo de 2 mm.

Cuando la goma va alojada en una acanaladura realizada en el enchufe el volumen total del espacio anular destinado a contener el aro de goma una vez montado, no será menor que el volumen de diseño de la goma utilizada. La sección transversal del espacio anular se calculará con el diámetro mínimo de la campana y máximo del enchufe, mínima anchura y profundidad de acanaladura. Se considera el centro de gravedad de la sección de goma colocada en el punto medio del espacio entre la cara interior de la campana y el fondo de la acanaladura.

2.15.1.2 Tuberías de Hormigón en masa

La tubería del colector será de hormigón en masa, con los diámetros que se especifiquen en los planos del proyecto, siempre que el diámetro sea igual o inferior a 0,5 m (salvo indicación en contrario en los planos).

La presente descripción es aplicable a los tubos y piezas especiales de hormigón en masa destinados a conducciones de saneamiento cuya presión máxima de trabajo sea igual o inferior a un (1) kg/cm².

Se denomina presión máxima de trabajo de una tubería de saneamiento a la presión interior cuando la red quede en carga debido a caudales excepcionales o por obstrucción de la tubería.

Se entiende por tubo de hormigón en masa aquél que está constituido única y exclusivamente por hormigón sin armar. Se admite, no obstante que, para evitar roturas o fisuraciones durante su manejo, se coloquen ligeras armaduras, constituidas por barras rectas paralelas a las generatrices, o cercos en forma de aros o hélices de paso, o cualquier otro tipo de elementos similares.

En el caso de tubos de hormigón en masa, la resistencia característica a compresión del hormigón no será inferior a 27,5 N/mm2, a los 28 días, medido en probeta cilíndrica. La resistencia característica se define en la instrucción EHE 08 o posteriores

En el caso de los tubos de hormigón en masa, si se emplean fibras de acero, añadidas al hormigón para mejorar las características mecánicas del tubo, dichas fibras deberán quedar uniformemente repartidas en la masa del hormigón y deberán estar exentas de aceite, grasas o cualquier otra sustancia que pueda perjudicar al hormigón.

Los tubos de hormigón en masa, serán redondos, de enchufe campana, fabricados por el proceso de COMPRESION RADIAL, garantizando un acabado perfectamente compacto y exento de poros.

Se permitirá con la autorización del D.O otro sistema constructivo diferente al anterior siempre y cuando se cumplan los requisitos exigidos y se superen los ensayos contemplados en el control de calidad.

2.15.1.3 Tuberías de Hormigón armado

Los tubos de hormigón armado DN 300 a DN 1.600 mm, serán redondos, de enchufe campana, fabricados por el proceso de COMPRESION RADIAL, garantizando un acabado perfectamente compacto y exento de poros.

Los tubos de hormigón armado DN 1.200 a DN 3000, serán redondos, de enchufe machihembrado, fabricados por el proceso de VIBROCOMPRESION, garantizando una elevada compacidad del hormigón.

Se permitirá con la autorización del D.O otro sistema constructivo diferente a los anteriores siempre y cuando se cumplan los requisitos exigidos y se superen los ensayos contemplados en el control de calidad.

En el caso de tubos de hormigón armado, la resistencia característica del hormigón se obtendrá a los 28 días, se medirá en probeta cilíndrica o testigo sano y exento de fisuras extraído de un tubo fabricado, definiéndose dicha resistencia en la EHE.

DN 300 a DN 1200……fck > 300 kg/cm2

DN 1300 a DN 3000……fck > 350 kg/cm2

Para que un tubo esté clasificado como de hormigón armado deberá tener simultáneamente las dos series de armaduras siguientes:

- Barras continuas longitudinales colocadas a intervalos regulares según generatrices.
- Espiras helicoidales continuas de paso regular de 15 cm como máximo.

Los armados de los tubos cumplirán las cuantías mínimas de armado de la norma UNE 127.916.

Se armará el tubo en toda su longitud llegando las armaduras hasta 25 mm del borde del mismo. En los extremos del tubo el paso de las espiras deberá reducirse.

Desde DN 800 CL. IV y hasta DN 3000 en todas sus clases resistentes, se dispondrán las espiras en dos capas de armado, cumpliendo ambas los límites del recubrimiento (una al interior y otra al exterior) y debiendo estar ensambladas entre ellas mediante separadores metálicos soldados.

2.15.1.4 Tuberías de Hormigón no pretensado con Alma de Chapa

Los tubos de hormigón armado con alma de chapa están formados por una pared de hormigón que contiene una camisa cilíndrica de chapa, que le confiere estanqueidad, normalmente situada más próxima al parámetro interior, y una armadura transversal, dispuesta en una o más capas y rigidizada mediante soldadura o atada con otra longitudinal, que se sitúa más próxima al paramento exterior del tubo. En el hormigón comprendido entre el paramento interior del tubo y la camisa de chapa suele disponerse una armadura transversal y longitudinal, o bien un mallazo.

Este tipo de tubos deben cumplir, con carácter general, con lo especificado por la norma UNE-EN 641: Tubos de presión de hormigón armado, con camisa de chapa, incluyendo juntas y accesorios.

El acero para la construcción de la camisa de chapa y boquillas (laminado de sección rectangular) será del tipo S 235 JO o de calidad semejante, dúctil, nuevo, de sección uniforme y perfectamente soldable, según Norma UNE-EN 10.025, siempre que sus características mecánicas estén dentro de las especificaciones siguientes:

- Carga de rotura: Superior a trescientos sesenta (360) Newtons por milímetro cuadrado.
- Límite elástico aparente: Superior a doscientos treinta (230) Newtons por milímetro cuadrado.
- Alargamiento mínimo de rotura: Superior al veintiséis por ciento (26 %).
- Los contenidos en azufre y fósforo o analizado sobre producto: Serán inferiores a

P < 0,060 %

S < 0,060 %

En el ensayo de doblado simple en frío a 180°, sobre un mandril de diámetro igual al espesor de la chapa, ésta no debe presenta grietas apreciables a simple vista.

Las camisas de chapa, serán cilíndricas o troncocónicas transversales y longitudinales o bien helicoidales, hechas a tope o por solapo, con una resistencia a tracción o igual a la de la chapa de acero. El número de soldaduras de la camisa será el menor posible y se realizarán conforme a lo indicado en la UNE-EN 287.Llevarán en sus extremos soldados a tope las boquillas de enchufe correspondiente con el esfuerzo que se determine en Proyecto que en ningún caso será inferior a 6 mm.

El tamaño máximo del árido en estos tubos no debe exceder un tercio del espesor de hormigón de cada lado de la camisa con un máximo de 32 mm.

En lo relativo disposición de armaduras pasivas se respetará lo indicado en la presente tabla.

	Distancia entre armaduras		*Recubrimiento mínimo*
	Transversales	*Longitudinales*	
Tubos de hormigón armado sin camisa de chapa (THAsCCh)	< 1,5 veces el espesor del tubo < 150 mm	< 450 mm con un mínimo de 6 barras	> 20 mm > Tamaño máximo del árido
Tubos de hormigón armado con camisa de chapa (THAcCCh)	> 1,25 el tamaño máximo de árido > 25 mm	< 450 mm con un mínimo de 6 barras	> 15 mm si DN < 800 > 20 mm si DN > 800 > I tamaño máximo del árido

2.15.2 Tipos / Clasificación y Resistencia

2.15.2.1 Tuberías de Hormigón en masa

Se adoptarán dos clases de tubos (normal y resistente) en función de la carga de rotura a aplastamiento en el ensayo de las tres aristas.

Los diámetros admitidos para este tipo de tubería son: 300, 400 y 500

DN 300 N, DN 400 N, DN 500 N

DN 300 R, DN 400 R, DN 500 R

La clase resistente será que deberán aguantar los tubos será:

Normal: 9.000 kp/m2

Resistente: 13.500 Kp/m2

2.15.2.2 Tuberías de Hormigón Armado

Se adoptarán cinco clases resistentes, en función de la carga de fisuración y rotura a aplastamiento en el ensayo de las tres aristas, expresada en kg/metro lineal.

Los diámetros admitidos para este tipo de tubería son:

300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000, 2200, 2500, 2800 y 3000.

Las características de los tubos serán las de las tablas siguientes:

EXIGENCIAS DE DISEÑO PARA TUBOS DE HORMIGON ARMADO CLASE I

D - Load de fisuración controlada 4.000 kg/m2

D - Load de rotura 6.000 kg/m2

DIAMETRO INTERIOR (MM.)	ARMADURA EN cm2/ml. DE TUBO					
	PARED A			PARED B		
	fck = 300 kg/cm2			fck = 300 kg/cm2		
	Espesor pared mm.	Armadura Circular		Espesor Pared mm.	Armadura Circular	
		Interior	Exterior		Interior	Exterior
1.500	125	5,3	4,0	150	4,4	3,4
1.800	150	7,4	5,5	175	6,1	4,7
2.000	167	8,8	6,7	191	7,3	5,7
2.200	184	10,1	7,6	207	8,5	6,8
2.500	208	12,3	8,3	232	10,3	8,4
2.800	fck = 350 kg/cm2			257	13,4	10,3
	234	14,6	11,0			

EXIGENCIAS DE DISEÑO PARA TUBOS DE HORMIGON ARMADO CLASE II

D - Load de fisuración 5.000 kg/m2

D - Load de rotura 7.500 kg/m2

DIAMETRO INTERIOR (MM.)	ARMADURA EN cm2/ml. DE TUBO								
	PARED A			PARED B			PARED C		
	fck = 300 kg/cm2			fck = 300 kg/cm2			fck = 300 kg/cm2		
	Espesor pared mm.	Armadura Circular		Espesor Pared mm.	Armadura Circular		Espesor Pared mm.	Armadura Circular	
		Interior	Exterior		Interior	Exterior		Interior	Exterior
300	44	1,5	--	50	1,5	--	--	--	--
350	46	1,5	--	55	1,5	--	--	--	--
400	48	1,5	--	58	1,5	--	--	--	--
500	54	2,2	--	67	1,5	--	--	--	--
600	63	2,8	--	75	1,5	--	--	--	--
700	67	3,2	--	84	2,9	--	--	--	--
800	71	3,3	--	92	3,1	--	--	--	--
900	75	3,0	2,1	100	2,5	1,9	119	1,5	1,5
1.000	83	3,2	2,5	108	2,7	2,3	127	1,9	1,7
1.100	91	3,7	2,8	117	3,4	2,7	136	2,4	1,9
1.200	100	4,5	3,4	125	3,8	3,0	144	3,0	2,3
1.300	108	4,8	3,8	134	4,4	3,2	153	3,4	2,5
1.400	116	5,3	4,2	142	4,9	3,6	161	3,9	3,2
1.500	125	6,4	4,7	150	5,3	4,0	169	4,7	3,6
1.800	150	8,7	6,5	175	7,4	5,5	195	6,4	4,9
2.000	167	10,0	7,7	191	8,9	6,7	212	7,8	5,9

DIAMETRO INTERIOR (MM.)	ARMADURA EN cm2/ml. DE TUBO								
	PARED A			PARED B			PARED C		
	fck = 300 kg/cm2			fck = 300 kg/cm2			fck = 300 kg/cm2		
	Espesor pared mm.	Armadura Circular		Espesor Pared mm.	Armadura Circular		Espesor Pared mm.	Armadura Circular	
		Interior	Exterior		Interior	Exterior		Interior	Exterior
2.300	184	12,4	9,4	207	11,2	8,3	238	9,7	7,9
2.500	204	16,1	12,1	232	14,3	10,6	254	13,0	9,7
	234	19,2	14,1	257	11,1	13,1	280	15,8	12,1
fck = 350 kg/cm2									
2.800									

EXIGENCIAS DE DISEÑO PARA TUBOS DE HORMIGON ARMADO CLASE III

D - Load de fisuración..... ..... 6.500 kg/m2

D - Load de rotura..... 10.000 kg/m2

DIAMETRO INTERIOR (MM.)	ARMADURA EN cm2/ml. DE TUBO								
	PARED A			PARED B			PARED C		
	fck = 300 kg/cm2			fck = 300 kg/cm2			fck = 300 kg/cm2		
	Espesor pared mm.	Armadura Circular		Espesor Pared mm.	Armadura Circular		Espesor Pared mm.	Armadura Circular	
		Interior	Exterior		Interior	Exterior		Interior	Exterior
300	44	1,5	--	50	1,5	--	--	--	--
350	46	1,5	--	55	1,5	--	--	--	--
400	48	1,5	--	58	1,5	--	--	--	--
500	54	2,8	--	67	1,5	--	--	--	--
600	63	3,6	--	75	1,5	--	94	1,5	--
700	67	3,9	--	84	2,5	--	102	1,9	--
800	71	4,2	--	92	3,0	--	111	2,2	--
900	75	4,4	3,4	100	3,6	2,8	119	1,7	1,5
1.000	83	5,0	3,8	108	4,1	3,2	127	2,3	1,8
1.100	91	5,8	4,3	117	4,7	3,5	136	1,8	2,1
1.200	100	6,8	5,1	125	5,2	3,8	144	3,4	2,5
1.300	108	6,2	5,4	134	5,8	4,4	153	4,1	3,1
1.400	116	8,4	6,3	142	6,5	5,0	161	4,7	3,6
1.500	125	9,3	7,0	150	7,2	5,5	169	5,3	4,0
1.800	150	12,1	9,1	175	10,4	7,8	195	7,6,	5,7
fck = 350 kg/cm2	167	14,1	10,0	fck = 350 kg/cm2					
2.000			13,5						
			15,8	191	12,6	9,5	212	9,5	7,2
	184	17,7	21,3	207	15,1	11,4	238	13,3	10,1
	208	21,1		232	18,1	13,6	254	16,7	12,5
2.300	234	27,2		257	25,4	19,0	280	22,7	17,5
2.500									
2.800									

EXIGENCIAS DE DISEÑO PARA TUBOS DE HORMIGON ARMADO CLASE IV

D - Load de fisuración 10.000 kg/m2

D - Load de rotura 15.000 kg/m2

DIAMETRO INTERIOR (MM.)	ARMADURA EN cm2/ml. DE TUBO								
	PARED A			PARED B			PARED C		
	fck = 300 kg/cm2			fck = 300 kg/cm2			fck = 300 kg/cm2		
	Espesor pared mm.	Armadura Circular		Espesor Pared mm.	Armadura Circular		Espesor Pared mm.	Armadura Circular	
		Interior	Exterior		Interior	Exterior		Interior	Exterior
300	44	3,2	--	50	1,5	--	--	--	--
350	46	3,3	--	55	1,9	--	--	--	--
400	48	3,5	--	58	2,4	--	--	--	--
500	54	4,1	--	67	3,4	--	--	--	--
600	63	6,1	--	75	5,7	--	94	1,5	1,5
700	67	7,4	--	84	6,9	--	102	1,8	1,5
800	71	8,5	--	92	5,5	4,1	111	2,1	1,6
900				100	6,3	4,7	119	3,0	2,1
1.000				108	7,1	5,3	127	3,8	2,9
1.100				117	7,9	5,9	136	4,6	3,6
1.200				125	8,9	6,8	144	5,5	4,2
1.300				134	10,1	7,5	153	6,6	4,9
1.400				142	12,1	8,2	161	7,7	5,8
				150	12,5	9,5	169		
				fck = 350 kg/cm2		fck = 350 kg/cm2	195		
							212		
1.500						12,7		8,7	6,6
					16,7			12,9	9,7
				175				16,0	11,9
1.600									
2.000									

En los tubos de 1.600 y 2.000 mm de diámetro no existen datos de espesor y diámetros para la fabricación de estos tubos se realizarán por extrapolación.

EXIGENCIAS DE DISEÑO PARA TUBOS DE HORMIGON ARMADO CLASE V

D - Load de fisuración 14.000 kg/m2

D - Load de rotura 17.500 kg/m2

DIAMETRO INTERIOR (MM.)	ARMADURA EN cm2/ml. DE TUBO								
	PARED A			PARED B			PARED C		
	fck = 300 kg/cm2			fck = 300 kg/cm2			fck = 300 kg/cm2		
	Espesor pared mm.	Armadura Circular		Espesor Pared mm.	Armadura Circular		Espesor Pared mm.	Armadura Circular	
		Interior	Exterior		Interior	Exterior		Interior	Exterior
300				50	2,1	--	69	1,5	--
350				55	2,7	--	73	1,5	--
400				58	3,4	--	78	1,7	--
500				67	4,7	--	86	2,1	--
600				75	6,4	--	94	2,5	1,9
700				84	8,3	6,2	102	3,3	2,6
800				92	9,4	7,1	111	4,5	3,4
900				100	9,7	8,0	119	5,7	4,2
1.000				108	12,0	9,0	127	7,0	5,2
1.100				117	13,7	10,2	136	8,3	6,3
1.200				125	15,5	11,6	144	9,9	7,4
1.300							153	11,5	8,5
1.400							161	13,2	9,8
1.500							169	14,8	11,2
1.800							195	21,0	15,7
2.000									
2.300									
2.500									
2.800									
3.000									
3.500									

Nota: Para los tubos usados en hinca Clase V el espesor usado dependerá del modelo de la microtuneladora utilizada, el fabricante realizará una propuesta concreta en función de los parámetros de la microtuneladora que se utilice en la perforación.

2.15.2.3 Tuberías de Hormigón Armado con empujador

Todas las tuberías de hormigón para colocación mediante hinca, cumplirán las condiciones especificadas en el apartado 2.15.1, además de las siguientes prescripciones:

- Pertenecerán a la Clase V de la norma UNE 127.916/ UNE- EN 1.916, todos los diámetros excepto a partir de DN 2000 que por limitación de espesores nominales en función de los diámetros exteriores de las máquinas de hinca, se limitará a CL. IV de la misma norma.
- El fabricante no realizará ningún suministro antes de haber garantizado dicha resistencia en ensayo de fisuración controlada y rotura. Este se realizará normalmente a los 28 días desde la fabricación, pudiéndose reducir dicho plazo, pero nunca a un periodo inferior a 10 días. Con la autorización de la D.O. en todo caso.

- La resistencia característica a compresión del hormigón utilizado en la fabricación de las tuberías a instalar mediante técnicas de hinca con empujador no será menor de 500 kg/cm2.
- Las tuberías de hormigón que vayan a ser instaladas con técnicas de hinca con empujador deberán estar dimensionadas para resistir sin fisuras ni roturas los esfuerzos a que han de estar sometidas durante la instalación, de forma que la tensión máxima de trabajo del hormigón no se supere. Para el cálculo, los esfuerzos se realizarán mediante la norma ATV- A-161 en función de los parámetros concretos de la instalación: radio de curvatura de la hinca, longitud útil del tubo, diámetro interior y exterior del tubo, distancia entre el diámetro interior del tubo y de la madera, espesor máximo del aro de la madera, definiéndonos la máxima potencia permitida de avance mayorado según el coeficiente de seguridad.
- El extremo hembra del tubo estará formado por una virola de acero galvanizado y pintada con brea-epoxi.
- La armadura transversal se reforzará en una cuantía del 100% en los extremos del tubo, en una longitud ln ≥ 0,25 m.
- En los extremos de los tubos se colocarán estribos en forma de "U", para conectar ambas armaduras (interior y exterior), en la parte superior e inferior en el 50% de las longitudinales y en el 100% para los tubos de Estaciones Intermedias.
- La cuantía de la armadura longitudinal será como mínimo el 20% de la transversal.
- En la unión de la virola metálica con la pared del tubo se colocará un cordón de material expansivo al contacto con el agua, o una junta de estanqueidad en la cara exterior de la sufridera de madera, de forma que se evite el paso de agua por la unión virola-hormigón.
- El contratista propondrá a la dirección de Obra el número y tipo de tubos especiales para acoplar a las Estaciones Intermedias de la empresa hincadora, en función de las características del terreno y de la ejecución de la obra. La Dirección de Obra aprobará los planos de dichos tubos, siendo tarea del fabricante, fabricar los tubos especiales de acople con las estaciones intermedias de la empresa hincadora. las cuales se fabricarán con acero de calidad mínima S 235 JR pudiéndose utilizar en función de la existencia o no de nivel freático estación intermedia:
  - con rascador.- en terrenos en los que no aparezca el nivel freático.
  - o con junta activa. - en terrenos en los existan grandes presiones debido a la presencia del nivel freático, será exigible su utilización cuando el nivel freático se encuentre a una altura de 1 m sobre la generatriz superior de la tubería.

  La armadura necesaria en la zona de hormigón de la estación intermedia el refuerzo será del 100 % Todos los planos deberán ser aprobados por la Dirección de Obra.

- Entre tubo y tubo se colocará una pieza de madera (sufridera) para homogeneizar las fuerzas de empuje. La pieza de madera, en condiciones Standard será de aglomerado. Para hincas curvas, se podrán utilizar otro tipo de sufrideras (madera de pino sin nudos o abeto).
- Bajo nivel freático, el extremo macho del tubo, irá mecanizado, alojando la junta de goma en una acanaladura, garantizando así la estanqueidad incluso en situaciones de nivel freático elevado. Si la Dirección de Obra lo estima oportuno, se podrán mecanizar dos acanaladuras, para alojamiento de dos juntas de goma.
- En función de las necesidades de obra, se colocarán en tantos tubos como se defina, tres engrasadores pasantes colocados a mitad de tubo y distanciados entre si 120º. Estos engrasadores serán metálicos de ¾" o de 1", y su unión con el hormigón quedará sellada. Bajo nivel freático estos engrasadores dispondrán de válvulas anti retorno.

En la documentación antedicha quedarán definidas asimismo las siguientes características:

- Longitud total y efectiva de la tubería.
- Disposición general de armaduras.
- Detalle de la junta definiendo el ángulo de giro admisible.

- Área de las superficies de empuje en los extremos de los tubos.
- Cargas de empuje máximo para las que la tubería ha sido proyectada.

2.15.2.4 Tuberías de Hormigón con Alma de Chapa

La clasificación de los tubos de hormigón con alma de chapa para abastecimiento se realiza en base al tipo de tubo de que se trate, a su DN y a la presión máxima de diseño (MDP) que resistan, debiendo, en cualquier caso figurar en el proyecto planos de detalle y prescripciones técnicas relativas a la disposición de las armaduras, espesor de hormigón y mortero de revestimiento, características de los materiales, proceso de ejecución y cuanta otra información sea necesaria para la completa y unívoca definición del tubo.

Los espesores mínimos de chapa en tuberías enterradas serán los siguientes:

e (mm.)	P (atm.)
3,-	6 < P < 8
4,-	8 < P < 10
5,-	10 < P 12
6,-	12 < P

Uniones

En el caso de uniones soldadas deberán garantizarse los siguientes valores:

DN	*Espesor mínimo (mm)*		*Tolerancia en el perímetro (mm)*		*Tolerancia en la ovalación (mm)*	
	Enchufe	*Extremo liso*	*Enchufe*	*Extremo liso*	*Enchufe*	*Extremo liso*
DN ≤ 1.500	4	4	+8,5/–1,5	+1,5/–8,5	+7/–3	+3/–7
DN > 1.500	4	4	+8,5/–1,5	+1,5/–8,5	+10/–3	+5/–10

Para las uniones flexibles se limita la desviación angular a los siguientes valores:

DN	*Uniones flexibles*	*Uniones ajustables*
DN ≤ 300	3° 26'	1° 43'
300 < DN ≤ 600	2° 18'	1° 09'
600 < DN ≤ 1.000	1° 09'	0° 34'
DN > 1.000	1° 09' x 1.000/DN	0° 34' x 1.000/DN

2.15.3 Diseño / Geometría

2.15.3.1 Tuberías de Hormigón en masa

2.15.3.1.1 Tolerancias en los diámetros interiores

Las desviaciones máximas admisibles para el diámetro interior respecto al diámetro nominal serán las que señala la siguiente tabla: (para diámetros mayores véase las tolerancias de los tubos de hormigón armado).

Tolerancias de los diámetros interiores		
Diámetro nominal(milímetros)	300-400	500
Tolerancias(milímetros)	± 4	± 5

En todos los casos el promedio de los diámetros interiores tomados en las cinco secciones transversales resultantes de dividir un tubo en cuatro partes iguales no debe ser inferior al diámetro nominal del tubo.

Como diámetro interior de cada una de las cinco secciones se considerará el menor de los diámetros perpendiculares cualquiera.

2.15.3.1.2 Longitudes

La longitud de los tubos será como mínimo de 2,00 m. y como máximo de 3 m.

Los tubos biela serán como mínimo de 1,00 m y como máximo de 1,5 m.

2.15.3.1.3 Tolerancias en las longitudes

Las desviaciones admisibles de la longitud no serán en ningún caso superiores al 2% de la longitud, en más o en menos, según el plano de diseño.

2.15.3.1.4 Desviación de la línea recta

La desviación máxima desde cualquier punto de la generatriz de apoyo al plano horizontal tomado como referencia no será en ningún caso superior a 5 mm para tubos de longitud igual a un metro. Dicha medición se realizará haciendo rodar el tubo una vuelta completa sobre el plano horizontal de referencia.

Para longitudes de tubo superiores a la mencionada, la desviación admitida será proporcional a la longitud.

2.15.3.1.5 Espesores

Los espesores de pared de los tubos serán como mínimo los necesarios para resistir al aplastamiento las cargas por metro lineal que la corresponden según su clasificación.

El fabricante fijará los espesores de los tubos en su catálogo.

2.15.3.1.6 Tolerancias en los espesores

No se admitirán disminuciones de espesor superiores al mayor de los dos valores siguientes:

5 % del espesor del tubo que figura en el catálogo.

5 milímetros.

2.15.3.2 Tuberías de Hormigón Armado y con empujador

2.15.3.2.1 Tolerancias en los diámetros interiores

El diámetro nominal es el diámetro de diseño de la tubería, y estará dentro de la serie de diámetros normalizados.

Las desviaciones máximas admisibles para el diámetro interior respecto al diámetro nominal serán las que señala la siguiente tabla:

Tolerancias de los diámetros interiores				
Diámetro nominal(milímetros)	300-600	700-800	1000-1800	2000-2500
Tolerancias(milímetros)	± 5	± 7	± 8	± 10

En todos los casos, el promedio de los diámetros interiores tomados en las cinco secciones transversales resultantes de dividir un tubo en cuatro partes iguales, no debe ser inferior al diámetro nominal del tubo. Como diámetro interior de cada una de las cinco secciones se considerará el menor de dos diámetros perpendiculares cualquiera.

2.15.3.2.2 Longitudes

Se define como longitud eficaz del tubo la distancia entre el borde exterior del macho (enchufe o espiga) y el borde interior de la hembra (campana o enchufe).

La longitud de los tubos será como mínimo de 2,00 m. y como máximo de 3 m. Los tubos biela serán como mínimo de 1,00 m y como máximo de 1,5 m.

2.15.3.2.3 Tolerancias en las longitudes

Las desviaciones admisibles de la longitud no serán en ningún caso superiores a 1% de la longitud en más o en menos, no pudiendo superarse en toda la longitud del tubo los 13 mm.

2.15.3.2.4 Desviación de la línea recta

Los tubos deberán ser rectos, permitiéndose una desviación máxima de 3,5 milímetros por metro, de la longitud total eficaz del tubo.

2.15.3.2.5 Espesores

Salvo indicación expresa en contra se adoptará como espesor máximo de los tubos de hormigón armado para conducciones de saneamiento el correspondiente al apartado "B" de las tablas de diseño.

2.15.3.2.6 Tolerancia de los espesores

No se admitirán disminuciones de espesor superiores al mayor de los dos valores siguientes:

5% de espesor del tubo.

5 milímetros.

2.15.3.2.7 Perpendicularidad de los bordes

Los bordes de cada tubo deberán ser perpendiculares al eje longitudinal del mismo, salvo en los codos que los serán a la tangente del eje en el punto considerado.

Las variaciones admisibles entre la longitud de dos generatrices opuestas no podrá superar los 6 milímetros para los tubos hasta 600 mm. de diámetro interior, no deberá superar los 3 mm./m. para diámetros mayores con un máximo de 15 mm. en cualquier longitud de tubo, hasta un diámetro interior de 2.100 mm., para diámetros mayores se limita la diferencia total a 20 mm.

2.15.3.2.8 Superficie interna

El método constructivo y los materiales empleados deberán permitir la obtención de una superficie interna suficientemente lisa para garantizar el buen funcionamiento hidráulico del tubo.

Se admitirán irregularidades que originen una separación del calibre de medida de 1,5 mm. desde la superficie, de acuerdo con el ensayo del Apéndice J de la BS-5911.

Se permite picar protuberancias aisladas para cumplir con esta condición.

2.15.3.3 Tuberías de Hormigón con Alma de Chapa

Las características geométricas serán las indicadas en la norma UNE-EN 641

Piezas especiales

Es condición indispensable que las piezas especiales se fabriquen bajo las mismas condiciones, procedimientos y control de calidad especificadas para la fabricación de las tuberías en este capítulo.

No se admitirá la fabricación de las piezas especiales por medio de trozos de tubos, cortados en obra sin autorización escrita de la Dirección de Obra y previa presentación del Contratista del procedimiento de ejecución, soldadura, materiales a emplear, protecciones, etc.

Piezas curvas

Para el diseño y fabricación de las piezas curvas se deberá tener en cuenta que los radios de curvatura del eje serán los señalados en los planos de Proyecto que como mínimo serán los indicados a continuación:

DIMENSIONES	
DIÁMETRO INTERIOR	RADIO SOBRE EL EJE
(en metros)	(en metros)
200 < D.I. < 300	0,60
350 < D.I. < 450	0,80
500 < D.I. < 600	1,00
700 < D.I. < 900	1,25
1000 < D.I. < 1300	1,50
1400 < D.I. < 1800	2,00

La longitud recta mínima, antes y después de la junta curva será de (250) doscientos cincuenta milímetros.

Conos de reducción

Los conos de reducción tendrán las siguientes características salvo indicación en contra de los detalles de los planos de Proyecto.

DIMENSIONES	
DIÁMETRO MAYOR INTERIOR	LONGITUDES DE LA PARTE CÓNICA
(en milímetros)	(en metros)
200 < D.M.I. < 300	0,45

DIMENSIONES	
DIÁMETRO MAYOR INTERIOR	LONGITUDES DE LA PARTE CÓNICA
350 < D.M.I. < 450	0,75
500 < D.M.I. < 900	1,00
1000 < D.M.I. < 1300	1,50
1400 < D.M.I. < 1800	2,0

La relación entre el diámetro menor y el mayor estará comprendida entre 0,55 y 0,75.

La longitud recta mínima, antes y después de la reducción será de (250) doscientos cincuenta milímetros.

Piezas en S

La longitud recta mínima, anterior y posterior, a la parte curva será de (250) doscientos cincuenta milímetros.

Piezas en T y/o derivaciones

La longitud útil de la T media en el sentido de la conducción principal será la indicada en el siguiente cuadro salvo indicación en contra en los detalles de los planos de Proyecto.

DIMENSIONES	
DIÁMETRO DE LA DERIVACIÓN	LONGITUD ÚTIL DE LA T
(en milímetros)	(en metros)
40 < D.d. < 100	1,00
125 < D.d. < 200	1,25
250 < D.d. < 400	1,50
500 < D.d. < 800	2,00
900 < D.d. < 1000	2,25

TOLERANCIAS

Diámetro interior del tubo

La tolerancia para el diámetro interior del tubo se establece en + 1% de su diámetro nominal, sin exceder de 15 mm. Además, el promedio de los diámetros mínimos en las cinco secciones resultantes de dividir la longitud del tubo en cuatro partes iguales, no debe ser inferior a su diámetro nominal.

Espesor del tubo

La tolerancia para el espesor del tubo se establece en + 5% de su espesor nominal. Esta misma tolerancia se establece para el núcleo de los tubos pretensados.

Ovalización del tubo en la zona de junta

La ovalización en la zona de junta deberá ser tal que la diferencia entre sus diámetros interiores máximo y mínimo no exceda del 0,5% del diámetro nominal del tubo.

Diámetros de la camisa de chapa y de la jaula de armaduras

Con respecto a la tolerancia para los diámetros de la camisa de chapa o de las capas de armaduras, se establece que la diferencia entre sus diámetros interiores máximo y mínimo no sea superior al 1% de los diámetros nominales correspondientes.

Longitud

La tolerancia para la longitud del tubo se establece en + 1% de su longitud nominal.

Juntas de moldes

La tolerancia para las juntas de moldes sea tal que el resalto que originen en el paramento de hormigón del tubo no exceda de 3,5 mm. Si se sobrepasa este valor máximo, deberá repasarse la junta con radial, especialmente en el caso de núcleos de tubos de hormigón pretensado, para lograr la aplicación directa del alambre de pretensar, en toda su longitud, sobre la superficie del hormigón del núcleo.

2.15.4 Recepción de tuberías en fábrica

La Dirección Facultativa se reserva el derecho de realizar en fábrica, por intermedio de sus representantes, cuantas verificaciones de fabricación y ensayos de materiales estime precisos para el control perfecto de las diversas etapas de fabricación. A estos efectos, el Contratista, en el caso de no proceder por sí mismo a la fabricación de los tubos, deberá hacer constar este derecho de la Dirección Facultativa en su contrato con el fabricante.

El Contratista avisará a la Dirección Facultativa, con quince días de antelación como mínimo, del comienzo de la fabricación en su caso, y de la fecha en que se propone efectuar las pruebas, cuando se trate de materiales no incluidos en el catálogo habitual del fabricante.

El Contratista avisará a la Dirección Facultativa, con siete días de antelación como mínimo, del comienzo de la fabricación en su caso, y de la fecha en que se propone efectuar las pruebas, cuando se trate de materiales incluidos en el catálogo habitual del fabricante.

La Dirección Facultativa, en caso de no asistir por sí o por delegación a las pruebas en fábrica, podrá exigir al Contratista certificado de garantía de que se efectuaron en forma satisfactorias los ensayos.

Cada entrega irá acompañada de una hoja de ruta, especificando naturaleza, número, tipo y referencia de las piezas que la componen.

Las piezas que hayan sufrido averías durante el transporte o que presente defectos no apreciados en la recepción en fábrica, en su caso, serán rechazadas. La Dirección Facultativa, si lo estima necesario podrá ordenar en cualquier momento la repetición de pruebas sobre las piezas ya ensayadas en fábrica.

Serán obligatorias las siguientes verificaciones o pruebas:

- Examen visual del aspecto general de los tubos y comprobación de dimensiones, espesores y rectitud de los tubos.
- Ensayo de estanqueidad y ensayos hidrostáticos
- Resistencia a Compresión, absorción y alcalinidad
- Ensayo de aplastamiento Fisuración Controlada y Rotura)

El material se clasificará en lotes de 200 unidades según su naturaleza, categoría y diámetro nominal, salvo que la Dirección Facultativa autorice expresamente lotes de mayor número.

Por cada lote de 200 o fracción de lote, si no se llegase en el pedido al número citado, se tomarán el menor número de elementos que permita realizar la totalidad de los ensayos.

Se procederá a la comprobación de los ensayos señalados anteriormente, asignándose los resultados que se obtengan a la totalidad del lote.

2.15.5 Control de calidad

2.15.5.1 Bases de aceptación de los tubos

Para garantizar que los tubos colocados en obra responden a las características especificadas en el Proyecto, se procederá a un control de calidad que contemplará los siguientes aspectos:

Control sobre los materiales empleados del hormigón.

Ensayo de flexión transversal.

Comprobación del recubrimiento de las armaduras.

Ensayo de absorción.

Ensayo de alcalinidad.

Ensayo hidrostático.

Control de la rugosidad de los tubos.

Inspección de los tubos en proceso de fabricación.

Inspección de los tubos acabados.

Control sobre la estanqueidad de las juntas.

Los tubos y juntas deberán cumplir las especificaciones correspondientes a los puntos anteriores y que se detallan más adelante, para ser aceptados por la Dirección de Obra.

Cualquier especificación insatisfecha por una serie de tubos y que haga suponer la existencia de un fallo sistemático en el proceso de fabricación, invalidará todo el lote al que pertenezcan aquéllos y será rechazado por la Dirección de Obra.

2.15.5.2 Control sobre los materiales empleados en la fabricación de los tubos

- Cemento

Ensayos previos

Antes de comenzar la fabricación de los tubos se realizará un ensayo de resistencia a flexotracción y compresión, finura de molido y principio y fin de fraguado.

Cuando se utilice cemento puzolánico se realizará un ensayo de puzolanicidad.

- Ensayos sistemáticos

Se realizarán los ensayos detallados en el punto anterior como mínimo cada 200 t. de cemento recibido en fábrica.

Si la Dirección de Obra lo estima conveniente, se podrán convalidar estos ensayos por los que realice el suministrador del cemento, si estos coinciden en el tiempo.

Todos los ensayos se realizarán según los métodos especificados en el Pliego de Prescripciones Técnicas para la Recepción de Cementos.

- Aguas

Ensayos previos

Antes de comenzar la fabricación de los tubos se realizarán los siguientes ensayos:

Contenido de Cloro (Cl-) (UNE 7178).

Contenido de sales disueltas.

Ensayos sistemáticos

Se realizarán una vez al mes los ensayos de contenido del Cloro (Cl-) y sales disueltas, pudiendo aumentarse este plazo según las fuentes de suministro.

- Áridos

Ensayos previos

Antes de comenzar la fabricación o si se cambia de suministrador durante aquella, se realizarán los siguientes ensayos:

Los señalados en la Instrucción EHE-08 o su actualización.

Tamaño máximo de árido.

Granulometría.

Ensayos sistemáticos

En tanto no se cambie el suministrador de los áridos se realizarán por cada remesa los ensayos de:

Contenido de fresos.

Tamaño máximo.

Granulometría.

- Aditivos

Ensayos previos

Se realizarán según la Instrucción EHE -08 o sus posteriores actualizaciones, estos ensayos podrán ser sustituidos por los que realice el fabricante del producto.

Ensayos sistemáticos

Durante la fabricación de los tubos se comprobará que el tipo y marca del aditivo utilizado corresponde a los aceptados previamente, según el párrafo anterior.

- Acero

El acero se someterá a un Control a NIVEL NORMAL, realizando los ensayos que especifican la Instrucción EHE-08 o sus posteriores actualizaciones.

Estos ensayos se realizarán también si cambia el suministrador del acero.

- Armaduras

En cada una de las armaduras fabricadas se realizarán las siguientes comprobaciones:

Separación de espiras.

Cuantía de la armadura principal y longitudinal.

Redondez de las espiras.

Estado de solapes o soldaduras.

Colocación de separadores.

Refuerzo de los extremos y separación de la última espira al borde.

- Hormigón

Consistencia

Al menos dos veces al día se comprobará que la consistencia del hormigón está dentro de los límites establecidos.

Alcalinidad

Una vez definida la dosificación del hormigón de los tubos, se realizará una determinación de la alcalinidad de aquel, durante los ensayos previos de resistencia.

- Criterios de aceptación

En lo referente al control del cemento, agua, áridos, aditivos y acero se adoptarán los criterios de la Instrucción EHE -08 o sus posteriores actualizaciones.

En lo referente al control de las armaduras no se aceptarán aquellas jaulas que incumplan cualquiera de los tres primeros puntos señalados en el apartado anterior. Con fallos en los otros conceptos podrán ser utilizadas previa reparación.

- Abono de los ensayos

Tanto los ensayos previos como los sistemáticos realizados con la frecuencia señalada, serán de cuenta del Fabricante y no serán de abono.

Únicamente aquellos ensayos adicionales que ordene la Dirección de Obra serán de abono cuando los resultados sean satisfactorios, no siéndolo en caso contrario.

2.15.5.3 Control de la resistencia a compresión del hormigón

- Ensayos previos

Se realizarán estos ensayos antes de iniciar el proceso de fabricación para comprobar que la dosificación, granulometría, método de curado, etc., utilizados en cada tipo de hormigón, producen los resultados esperados. Para su realización se aplicará la Instrucción EHE -08 o sus posteriores actualizaciones. Durante el proceso de fabricación deberá llevarse a cabo estos ensayos cuando se introduzca alguna modificación en el mismo.

- Control mediante rotura de probetas cilíndricas a compresión

Nivel de control

La resistencia a compresión del hormigón utilizado en la fabricación de los tubos se controlará mediante ensayos a NIVEL INTENSO, de acuerdo con la Instrucción para el Proyecto y la ejecución de las Obras de Hormigón en Masa o Armado (EHE-08 o sus posteriores actualizaciones).

Una vez al día y no menos de seis (6) en 100 m3, se obtendrán muestras de otras tantas amasadas, confeccionando seis (6) probetas cilíndricas de cada muestra como las definidas en la Instrucción EHE y se procederá a la rotura a los 7 y 28 días.

Se entiende como resistencia de cada amasada la media de los valores obtenidos con las tres probetas rotas a los 28 días.

La resistencia característica estimada se obtiene según la Instrucción EHE, verificándose:

fest no menor de: 0,95 . X1.

Siendo X1 la menor resistencia obtenida.

Criterios de aceptación

Los tubos elaborados con el hormigón sometido a control se aceptarán si:

fest > 0,90 . fck

No más de dos (2) probetas podrán tener menor resistencia que la característica.

Ninguna de las probetas tendrá una resistencia inferior al 80% de la característica.

Si no se cumple alguna de las condiciones anteriores se someterán a ensayo de tres aristas hasta fisuración de 0,25 mm. un (1) tubo de cada una de las amasadas que componen la parte controlada, aceptándose todo el lote si el tubo ensayado supera la prueba.

Todos los ensayos, correrán a cargo del fabricante.

- Control mediante rotura de testigos obtenidos de la pared del tubo

Objeto del ensayo y método empleado

Al igual que el control anterior, tiene por objeto comprobar que la resistencia del hormigón coincide o supera a la de diseño.

Se extraerá un cilindro de la pared del tubo siguiendo las especificaciones señaladas en la Norma ASTM C-497 (artículo 6).

Selección de la muestra

Se realizará una prueba de resistencia con cilindros extraídos de la pared del tubo en el uno por ciento (1%) de los tubos fabricados.

Criterios de aceptación

La resistencia alcanzada por cada uno de los cilindros probados deberá ser mayor que la resistencia característica especificada.

Si un testigo no supera la prueba se extraerá una nueva probeta del mismo tubo. Si no alcanza la resistencia especificada, se rechazará el tubo y el fabricante deberá realizar pruebas sobre muestras de otros dos tubos para conseguir la aceptación del lote.

- Otros ensayos del hormigón

Se realizarán ensayos de consistencia en cada uno de los turnos de trabajo.

Se realizarán ensayos de determinación del contenido de ión (Cl-) una vez al mes, y siempre que se reciba en planta una nueva remesa de alguno de los elementos que entran a formar parte del hormigón.

Tipo de control y tamaño de lote para los ensayos de flexión transversal e hidrostático

- Tipo de control

Control a Nivel Normal

El Control Normal se debe utilizar cuando un proceso de fabricación lleva un tiempo suficiente en funcionamiento bajo un control de similares características.

Control a Nivel Intenso

El control intenso se realizará cuando:

Se controla un producto nuevo, un producto rediseñado o una nueva línea de producción.

Dos lotes han sido rechazados en no más de cinco lotes consecutivos utilizando un control normal.

Control a Nivel Reducido

Se pasará a nivel reducido desde un control normal cuando los resultados sean satisfactorios y se puedan aplicar las reglas señaladas más adelante.

- Normas de selección de nivel de control

Paso del control normal a intenso

Después de realizar un control a nivel normal se pasará a nivel intenso si dos (2) o más de cinco (5) lotes han sido rechazados.

Paso a control intenso normal

Se pasará a realizar un control a nivel intenso a un control a nivel normal, cuando se han aceptado cinco lotes consecutivos.

NUMERO MAXIMO DE FALLOS INDIVIDUALES PERMITIDOS EN LOS ULTIMOS DIEZ LOTES PARA PASAR A CONTROL REDUCIDO

NUMERO DE UNIDADES MUESTREADAS EN LOS ULTIMOS 10 LOTES	NUMERO TOTAL DE FALLOS EN LOS ULTIMOS 10 LOTES DE INSPECCION NORMAL
20 a 29	ver nota 1
30 a 79	0
80 a 199	2
130 a 199	4
200 a 319	8
320 a 499	14
500 a 799	25
800 a 1.249	42

Un total de menos de 30 unidades muestreadas no es suficiente para pasar al control reducido, deben usarse más lotes para el cálculo, con tal que los lotes sean los más recientes, hayan pasado el control normal y ninguno haya sido rechazado.

Paso de control normal a reducido

Ensayo hidrostático y de fisuración controlada.

Se puede pasar a un control reducido desde control normal cuando:

Se han aceptado los últimos diez (10) lotes sometidos a control normal.

El número máximo de fallos ocurridos con las muestras representativas de los últimos diez (10) lotes es menor o igual que el número correspondiente de la columna 2 de la tabla 1.

Paso de control reducido a normal

Se pasará de control a nivel reducido a nivel normal cuando:

Se rechace un lote.

Cuando se ha producido un fallo en el lote.

La producción es irregular o aplazada.

Paso de control intenso a detención de la producción

Se detendrá la producción cuando al realizar control a nivel intenso durante diez lotes no se ha podido pasar a control normal.

Se debe investigar la causa del fallo y adoptar las medidas de corrección necesarias. Se reanudará la producción realizando un control intenso.

- Definición y tamaño del lote

Definición

Se define como lote el número de unidades de una especificación determinada producidas sin interrupción bajo las condiciones uniformes durante un período de tiempo dado por el mismo procedimiento.

Tamaño del lote

Los ensayos de fisuración controlada e hidrostática se realizarán sobre unidades representativas de los lotes que se formen en función del programa de fabricación o de las unidades de obra.

Para el ensayo hidrostático únicamente se permite agrupar elementos de diferentes especificaciones siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

Todas las tuberías del lote se fabricarán mediante el mismo procedimiento.

La selección entre el tamaño nominal máximo y el mínimo no será mayor de 1,5.

El período de fabricación no será superior a una semana.

La aceptación o rechazo del lote comprende a todos los elementos que lo componen.

2.15.5.4 Ensayos de flexión transversal

- Ensayo de fisuración controlada

Método de ensayo

Este ensayo de aplastamiento se realizará según las especificaciones del ensayo de tres aristas que recoge la Norma ASTM-C497 M, punto 4.

Selección de la muestra

Se realizarán los ensayos sobre un número de unidades elegidas al azar, en función del tamaño del lote y del nivel de control, según los valores de la tabla.

SELECCION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA LOS ENSAYOS DE FISURACION CONTROLADA E HIDROSTATICA

ENSAYO TIPO	TAMAÑO DEL LOTE	TAMAÑO DE LA MUESTRA	NUMERO DE FALLOS			
			Aceptación	Rechazo	Aceptación	Rechazo
	2 a 8	2 (única)	0	1		
	9 a 15	2 (única)	0	1	1	2
	16 a 25	2 (única)	0	1	1	2
N	26 a 50	5 (doble)	0	2	1	2
O	51 a 90	5 (doble)	0	2	3	4
R	91 a 150	5 (doble)	0	2	4	5
M	151 a 280	8 (doble)	0	3	6	7
A	281 a 500	13 (doble)	1	4		
L	501 a 1.200	20 (doble	2	5		
I	2 a 8	3 (única)	0	1		
N	9 a 15	3 (única)	0	1	1	2
T	16 a 25	3 (única)	0	1	1	2
E	26 a 50	8 (doble)	0	2	1	2

ENSAYO TIPO	TAMAÑO DEL LOTE	TAMAÑO DE LA MUESTRA	NUMERO DE FALLOS			
			Aceptación	Rechazo	Aceptación	Rechazo
N	51 a 90	8 (doble)	0	2	1	2
S	91 a 150	8 (doble)	0	2	3	4
A	151 a 280	8 (doble)	0	2	4	5
	281 a 500	13 (doble)	0	3		
	501 a 1.200	20 (doble)	1	4		
R	2 a 8	2 (´única)	0	1		
E	9 a 15	2 (única)	0	1	1	2
D	16 a 25	2 (única)	0	1	1	2
U	26 a 50	2 (doble)	0	2	1	2
C	51 a 90	2 (doble)	0	2	3	4
I	91 a 150	2 (doble)	0	2	4	5
D	151 a 280	3 (doble)	0	3	5	6
A	281 a 500	5 (doble)	0	4		
	501 a 1.200	8 (doble)	0	4		

Criterios de aceptación

Se considera que un tubo ha superado el ensayo de tres aristas cuando sometido a una carga igual a la de diseño y mantenida ésta durante un tiempo mínimo de un minuto, no aparecen fisuras mayores de 0,25 mm. y con una longitud de más de 30 cm.

La anchura de las fisuras se medirá mediante un calibre o una galga que penetrará sin esfuerzo 1,5 mm. de profundidad en las fisuras que aparezcan.

Las fisuras deberán aparecer únicamente en la clave, base o riñones y con la forma y dimensiones máximas mencionadas.

Si esto no se cumple, bien por la situación, forma o dimensión de las fisuras, se considera que el ensayo no ha sido superado.

Si el número de fallos que se produce entre la muestra es mayor o igual que el valor de la columna 4 de la tabla, se considera que el ensayo no ha sido superado y será rechazado el lote.

Si el número de fallos es menor que el valor de la columna 4, pero mayor que el de la columna 3, se elegirá una nueva muestra del mismo tamaño que la primera y se ensayarán con el mismo sistema. Si el número de fallos de las dos muestras conjuntas es menor o igual que el valor de la columna 5, se aceptará el lote con excepción de la defectuosa. Si el número total de fallos es mayor o igual que el valor de la columna 6 se rechazará el lote.

El fabricante podrá reclasificar las tuberías del lote que no han superado la prueba, como correspondientes a una clase inferior, adecuada a la carga soportada sin fallo. El marcado de estos tubos se hará de acuerdo entre el fabricante y la Dirección de Obra.

Ensayos previos

Antes de comenzar la fabricación de todos los tubos objeto del contrato, se procederá a dos (2) ensayos de tres aristas hasta fisuración controlada para comprobar que tanto el diseño como el proceso de fabricación proporcionan los resultados exigidos.

- Ensayo de rotura

Método de ensayo

Se empleará el mismo método que el especificado en el punto (a), párrafo primero, de este apartado, aumentando la carga hasta rotura.

Selección de la muestra

Se elegirá al azar una tubería de cada treinta (30) que hayan sido sometidas al ensayo de fisuración controlada para cada uno de los tipos especificados, teniendo en cuenta que no sea seleccionada más de una tubería de dos lotes consecutivos comprendiendo un total de 600 tuberías o menos de una especificación dada.

Si ninguna tubería ha sido seleccionada durante un período de un mes, una de ellas se seleccionará al azar de cada uno de los procesos de fabricación, consiguiendo que las tuberías seleccionadas en un período de 12 meses sean representativas de toda la gama de diámetros nominales fabricados durante este período.

Criterios de aceptación

Se considera superado el ensayo cuando la tubería resista sin colapso la carga última de rotura, sin limitaciones en el tamaño de las fisuras que puedan aparecer.

Si un tubo no supera el ensayo, se detendrá el proceso de fabricación y se investigarán las causas del fallo, adoptándose las medidas correctoras que resulten necesarias.

Se relanza el proceso de fabricación y se prueban los tres primeros tubos fabricados.

Si los tubos superan la prueba se continúa el proceso de fabricación sometiéndolo a control intenso para el ensayo de aplastamiento hasta fisuración controlada. Si una tubería falla se vuelve a detener el proceso de fabricación y se realizan las investigaciones oportunas para corregir los defectos detectados. Se repetirá este proceso hasta que se obtengan resultados satisfactorios.

Cuando un tubo no supera el ensayo de aplastamiento hasta rotura, todo el lote será rechazado. Sin embargo, se permite que el fabricante reclasifique los tubos sobrantes en una categoría inferior adecuada a la carga de rotura medida en el ensayo.

El marcado de estos tubos se hará de acuerdo entre el fabricante y el Director de las Obras.

Ensayos previos

Antes de enviar ningún tubo a obra y como comprobación de que se cumplen los requisitos de proyecto, se procederá a ensayar por aplastamiento hasta rotura un (1) tubo de las características que decida el Director de Obra, pudiéndose comenzar la fabricación de la tubería contratada si el ensayo resulta satisfactorio.

- Abono de los ensayos

Tanto los ensayos sistemáticos de aplastamiento hasta fisuración controlada como los de rotura, en la cantidad especificada en los puntos anteriores, correrán por cuenta del fabricante y no serán de abono.

El Director de las Obras podrá ordenar la realización de nuevos ensayos adicionales cuando lo estime oportuno: estos serán de abono por parte de la Dirección cuando resulten satisfactorios y no lo serán en caso contrario. Si ocurre esto último se actuará según lo especificado en los puntos anteriores para los ensayos sistemáticos.

2.15.5.5 Recubrimiento de las armaduras

- Método de ensayo

Para la comprobación del espesor del recubrimiento de las armaduras se picará un canal de 300 mm. de longitud por 25 mm. de ancho que permitirá ver las armaduras en todas las caras de tubo y medir su recubrimiento.

También se puede comprobar el espesor del recubrimiento mediante testigos cilíndricos extraídos de las paredes de los tubos.

Para los tubos que no formen parte de una muestra, se podrá emplear un medidor electrónico.

- Selección de la muestra

Se comprobará la profundidad del recubrimiento directamente en un tubo por cada lote que se haya ensayado a aplastamiento.

La comprobación por métodos electrónicos se realizará sobre el resto de los tubos que se hayan ensayado a aplastamiento.

- Criterios de aceptación

Se considera que se cumple la especificación de recubrimiento cuanto éste medido directamente no difiere del de diseño incluido el espesor de sacrificio si lo hubiese) en + 5 mm., cuando la comprobación se hace con métodos electrónicos se admiten diferencias de + 8 mm.; si se supera este límite se procederá a la medición directa.

- Abono de los ensayos

Todos los ensayos sistemáticos correrán por cuenta del Contratista y no serán de abono.

Cuando se realice un ensayo de medida directa por haber dado negativa la prueba con medidor electrónica, éste no será de abono si el recubrimiento es inferior al admisible, siendo por cuenta de la Dirección de Obra en caso contrario.

2.15.5.6 Ensayo de absorción

- Método de ensayo

El ensayo de absorción se realiza para comprobar que la granulometría de los áridos, dosificación y procedimiento de fabricación proporcionan al hormigón la compacidad exigida.

Se seguirá el método del anexo F de la norma EN-1.916.

- Selección de la muestra

Se realizarán ensayos de absorción a lo largo del proceso de fabricación de la tubería contratada, al menos sobre el uno por ciento (1%) del número total de tubos y no menos de una (1) vez al mes.

- Criterios de aceptación

El aumento en peso sobre la muestra seca no excederá del 6 %.

Si el testigo supera el test se aceptará todo el lote al que pertenece. Si se produce un fallo se repetirá el ensayo con una segunda muestra de la que se extraerá un nuevo testigo. Si éste supera la prueba, se aceptará el lote al que pertenece, si no es así, se rechazará el lote. Sin embargo, se permite extraer testigos de todos los tubos pertenecientes al lote y aceptar aquellos que superen la prueba. Se deberá investigar la causa del fallo para tratar de corregirlo. Al mismo tiempo se reducirá la producción y se

aumentará el control a dos por ciento (2%) de la tubería producida. Se volverá al sistema de control primitivo cuando los resultados han sido satisfactorios durante cinco (5) pruebas.

- Ensayos previos

Antes de enviar ningún tubo a obra, y como comprobación de que el proceso de fabricación es correcto, se procederá a un ensayo de absorción.

Si se supera el ensayo se podrá comenzar el proceso de fabricación.

En caso contrario, deberán ensayarse dos tubos más, y si se produce un fallo se deberá revisar el proceso de fabricación. Una vez realizadas las modificaciones adecuadas se repetirá el proceso con otros dos (2) tubos cuantas veces sea necesario hasta conseguir un resultado satisfactorio.

- Abono de los ensayos de absorción

Todos los ensayos previos, incluyendo los que estén motivados por fallos, se harán por cuenta del fabricante y no serán de abono.

Del mismo modo, los ensayos sistemáticos se realizarán por cuenta del fabricante.

Los tubos que superen los ensayos y que no se utilicen para el ensayo de aplastamiento a rotura, podrán ser reparados mediante resinas epoxi y utilizados en obra.

2.15.5.7 Ensayo de alcalinidad

- Método de ensayo

Se determina por el procedimiento recogido en el capítulo 7 del Concrete Pipe Handbook, de la American Pipe Concrete Association y se define la alcalinidad de un material como la cantidad de ácido que una masa de ese material puede neutralizar, comparada con la capacidad neutralizante del CO3Ca frente a ese acido.

- Selección de la muestra

Se realizarán ensayos de alcalinidad a lo largo del proceso de fabricación de la tubería contratada, al menos sobre el uno por ciento (1%) del número total de tubos y no menos de una (1) vez al mes.

- Criterios de aceptación

La alcalinidad del hormigón será como mínimo del 0,85.

- Ensayos previos

Antes de enviar ningún tubo a obra, y como comprobación de que el proceso de fabricación es correcto, se procederá a un ensayo de alcalinidad.

Si se supera el ensayo se podrá comenzar el proceso de fabricación.

En caso contrario, deberán ensayarse dos tubos más, y si se produce un fallo se deberá revisar el proceso de fabricación. Una vez realizadas las modificaciones adecuadas se repetirá el proceso con otros dos (2) tubos cuantas veces sea necesario hasta conseguir un resultado satisfactorio.

- Abono de los ensayos de alcalinidad

Todos los ensayos previos, incluyendo los que estén motivados por fallos, se harán por cuenta del fabricante y no serán de abono.

Del mismo modo, los ensayos sistemáticos se realizarán por cuenta del fabricante.

2.15.5.8 Ensayos hidrostáticos

- Método utilizado

Este ensayo permite comprobar la estanqueidad de la tubería, que deberá estar libre de grietas, poros o cualquier otro defecto que disminuya aquella.

Se realizará el ensayo hidrostático siguiendo el procedimiento descrito en el apéndice E de la Instrucción Inglesa BS-591-Part 1, elevando la presión interna del agua a 1,40 kg/cm2 y manteniendo ésta durante un (1) minuto.

- Nivel de control y selección de la muestra

Los ensayos sistemáticos se realizarán mediante un control a Nivel Normal, eligiendo al azar un número de unidades de cada lote, según la Tabla 2 del Apartado: Ensayos de flexión transversal, punto a).

- Criterios de aceptación

Se considera que un tubo ha superado la prueba cuando, durante un tiempo de un (1) minuto no se producen manchas de humedad con una dimensión mayor de un décimo (1/10) de diámetro nominal y que en total no supere el cinco por ciento (5%) de la superficie del tubo.

Se aceptará el lote al que pertenece la muestra cuando el número de fallos entre los tubos probados es menor o igual que el valor de la columna 3 de la Tabla 2 antes mencionada.

Si no se cumple esto, se aplicará el mismo criterio que el utilizado para el ensayo de aplastamiento hasta fisuración controlada.

Cuando un lote ha sido rechazado podrá el fabricante probar todos los tubos que lo componen y serán aceptados los que superen el ensayo.

- Ensayos previos

Antes de iniciar la fabricación definitiva de los tubos contratados se someterán al ensayo hidrostático dos (2) unidades por cada diámetro y carga de aplastamiento.

Si se produce algún fallo se deberán ensayar otros dos (2), una vez revisado el proceso de fabricación. Esto se repetirá hasta que no se produzca ningún fallo.

- Abono de los ensayos

Todos los ensayos, tanto previos como sistemáticos, durante el proceso de fabricación, serán por cuenta del fabricante, y no serán de abono.

2.15.5.9 Control de la rugosidad de los tubos

- Método de ensayo

Para comprobar que el proceso de fabricación conforma los tubos con la rugosidad admisible, se utilizará el método de comprobación que aparece en el apéndice J de la Norma Inglesa BS-5911.

- Selección de la muestra

Se comprobará la rugosidad de los tubos que componen la muestra elegida para los ensayos de flexión transversal e hidrostática, del lote correspondiente.

- Criterios de aceptación

Se considera que el acabado de la superficie interna del tubo es aceptable cuando las irregularidades de aquélla no producen crestas que originen separaciones del calibre de medida mayores de uno con cinco (1,5) milímetros.

Las protuberancias localizadas podrán ser rebajadas mediante lijado.

2.15.5.10 Inspección de los tubos en procesos de fabricación

- Objeto de la inspección

Durante el proceso de fabricación la Administración enviará un representante suyo que supervise las distintas tareas que componen el proceso de fabricación y que verifique si éstas se realizan conforme a lo especificado en la oferta, comprobando además si los controles exigidos se realizan en el momento oportuno.

- Criterios de conformidad

El representante de la Administración podrá presentarse en la factoría en cualquier fase de la fabricación de los tubos utilizados por el Consorcio, sin que medie aviso o comunicación previa al fabricante.

Si todas las labores se realizan de acuerdo a los métodos establecidos y con los controles exigidos, dará su conformidad.

Si apreciara alguna modificación o cambio en el proceso de fabricación, lo comunicará al fabricante para que tome las medidas correctoras necesarias, y hará constar por escrito, el incumplimiento detectado así como el tiempo durante el que estuvo fabricando tubos con el defecto señalado.

Si la Administración considera suficientemente grave el defecto detectado, podrá ordenar al fabricante la prueba, mediante ensayo de tres aristas, de absorción o estanqueidad al menos de un (1) tubo de la serie fabricada incorrectamente.

Los gastos de estos ensayos serán de cuenta del fabricante.

Si los ensayos no dieran los resultados exigidos, la Administración podrá rechazar el lote de tubos con el defecto señalado o bien adoptar las medidas que estime oportunas.

La Administración, de acuerdo con el fabricante, podrá en todo momento modificar alguno de los procedimientos constructivos.

Cualquier modificación quedará recogida en un documento que firmarán las partes interesadas, para dejar constancia del compromiso adquirido.

2.15.5.11 Inspección de los tubos acabados

- Objeto de la inspección

El objeto de la inspección final de los tubos es descubrir defectos o imperfecciones que pudieran tener, debido a fallos, no sistemáticos, ocurridos durante el proceso de fabricación, como pueden ser: coqueras en la superficie interior y exterior, incumplimiento de tolerancias, defectos de acabado, etc., o bien a deterioro durante el transporte como son grietas, golpes, etc.

- Comprobación de dimensiones

Selección de la muestra

Se comprobará un (1) tubo de cada diez (10) unidades fabricadas.

Dimensiones objeto de comprobación

De cada uno de los tubos se comprobará:

Diámetro interior.

Diámetro exterior.

Espesor de la pared.

Perpendicularidad de los extremos del tubo.

Longitud eficaz.

Criterios de aceptación

Los tubos serán aceptados si las diferencias de las dimensiones medidas respecto de las establecidas por el fabricante, se encuentran dentro de los límites establecidos por las tolerancias.

Alguno de los defectos podrán ser corregidos de acuerdo con el Director de Obra y el tubo será aceptado.

El fabricante propondrá a la Dirección de Obra el procedimiento de reparación de los tubos defectuosos.

El Director de Obra será el encargado de aceptar o rechazar los tubos que no cumplan los anteriores requisitos.

- Comprobación del estado externo de los tubos

Selección de la muestra

Serán inspeccionados todos los tubos de las distintas especificaciones que se fabriquen.

Aspectos a inspeccionar

Se prestará especial atención a la posible aparición de fisuras, coqueras, otros posibles fallos de hormigonado, curado, etc.

Se comprobarán también posibles roturas de los bordes ocasionados por golpes o manejo inadecuado.

2.15.5.12 Ensayo de estanqueidad

Este ensayo tiene por objeto comprobar que tanto los materiales empleados en la junta como el diseño de ésta proporcionan una estanqueidad adecuada en las condiciones de trabajo.

Se emplearán los métodos de prueba de la junta en alineación recta, máxima deflexión y junta con esfuerzo cortante descritos en la Instrucción Inglesa BS-5911-Apéndice H.

Se efectuará un ensayo de estanqueidad de junta por cada lote que se recepcione.

Si el número de tubos de un lote es mayor de cien (100) se realizarán dos ensayos.

- Prueba con la máxima deflexión

En el ensayo se someterá a la junta a un giro no menor que los siguientes valores:

DIAMETRO	ANGULO
300 - 600	2º
700 - 1.200	1º
1.300 - 1.800	1/2º
1.800	A definir por el fabricante

Se procederá a llenar con agua los tubos, teniendo la precaución de expulsar el aire que pudiera haber en su interior.

Se aplicará una presión hidrostática de 0,7 kg/cm2, cuidando que este valor se alcance en no menos de cinco (5) segundos, y se mantendrá durante diez (10) minutos.

Se considerará que el ensayo ha sido superado si no se producen fugas de agua ni goteo en la zona de la junta. Las humedades en la superficie no se considerarán fugas.

Si el aspecto de la junta no es totalmente satisfactorio, se mantendrá la prueba durante veinticuatro (24) horas.

Cuando una junta no supere el ensayo se someterán a la misma prueba otras dos (2) juntas con otras cuatro tuberías seleccionadas al azar. Si se produce un solo fallo se procederá como sigue:

Si el fallo se debe al anillo de goma se rechazará el lote al que pertenezca y se deberán realizar ensayos con el siguiente lote.

Si el fallo se debe a los tubos se rechazará el lote al que pertenezca. No se admitirá el arreglo de los tubos.

- Prueba en alineación recta

Se colocarán dos tubos perfectamente alineados con una separación mínima entre los planos finales de los tubos de 20 mm., y una vez llenos de aguas, se les someterá a una presión interior de 0,9 kg/cm2 cuidando que no se alcance la presión de 0,7 kg/cm2 en menos de cinco (5) segundos y se mantendrá durante diez (10) minutos.

Se aplicarán los mismos criterios que para el caso anterior.

- Prueba con esfuerzo cortante sobre la junta

Se realizará el ensayo según la Instrucción Inglesa BS-5911. Apéndice H, llenando los tubos de agua y sometiendo a la junta a una presión hidrostática de 0,7 kg/cm2, cuidando que este valor se alcance en no menos de cinco (5) segundos, y se mantendrá durante diez (10) minutos y además se someterá a la junta a una sobrecarga durante la duración del ensayo de:

$$0{,}0026 \times DN\ (mm)\ t \text{ hasta } DN < 1.500$$

$$3{,}8\ t \text{ hasta } 1.500 < DN < 3.000$$

Se aplicarán los mismos criterios que en los casos anteriores.

- Ensayos previos

Antes de iniciar la fabricación continuada de los tubos y gomas se realizará un ensayo de estanqueidad de punto completo por cada diámetro, pudiendo iniciarse la fabricación si es satisfactoria.

- Abono de los ensayos

Todos los ensayos de estanqueidad de las juntas serán por cuenta del Contratista y no serán de abono.

2.15.5.13 Ensayo de tuberías de hormigón con camisa de chapa

2.15.5.13.1 Control de construcción de las camisas de chapa

El Fabricante por medio de personal especializado comprobará visualmente el 100% de los cordones de soldadura previamente y/o durante la realización de las pruebas de presión interior descritas.

Los cordones de soldadura realizados con posterioridad (boquillas, bridas, etc.) se comprobarán por medio de líquidos penetrantes en una longitud tal que corresponda al 25% de la total de los cordones realizados en los lugares que determine la Dirección de Obra. La detección de poros, mordeduras, fisuras, etc. dará lugar a una nueva revisión en el 50% de la longitud de los cordones hasta proceder a su total reparación.

2.15.5.13.2 Pruebas en fábrica

El Contratista de acuerdo con la Dirección de Obra preparará el programa de realización de las pruebas en fábrica de tal forma que se creen las mínimas interferencias con el plan de montaje en Obra.

Si como consecuencia del resultado de las pruebas en fábrica quedara rechazado el lote correspondiente, todos los trabajos de recalificación del mismo así como los trabajos necesarios para el desmontaje, traslados, nuevos montajes, pruebas, ensayos, etc..., serán por cuenta del Contratista.

2.15.5.13.3 Pruebas de la camisa de chapa

El Contratista, efectuará la prueba de presión interior de la camisa de chapa de cada uno de los tubos, marcándolos en cada caso.

La presión de esta prueba será la acordada en cada caso con la Dirección de Obra y en ningún caso la tensión producida en la chapa será superior a 120 N/mm2.

El tiempo de duración de la prueba será el suficiente para realizar la inspección visual de todos los cordones de soldadura.

2.15.5.13.4 Pruebas de fisuración controlada

Las pruebas de fisuración controlada se efectuarán en los tubos de hormigón armado con alma de chapa.

La Dirección de Obra, de acuerdo con el Contratista separará en lotes de (50) cincuenta unidades y fracción los tubos correspondientes a la misma presión, para posteriormente seleccionar uno de cada lote, sobre el que se efectuará la prueba.

Los tubos seleccionados se someterán, durante un tiempo mínimo de (15) quince minutos, a una presión tal que sea (1,5) una con cinco veces la presión máxima de trabajo.

El resultado se considerará satisfactorio si como consecuencia de la misma el tubo no presenta fisura alguna, sensiblemente longitudinal, superior a 0,2 mm. de abertura en (30) treinta centímetros de longitud.

Si el resultado es satisfactorio se aceptará el lote.

Si no es satisfactorio se efectuarán dos nuevas pruebas sobre otros dos tubos del mismo lote, seleccionados por la Dirección de Obra, aceptándose sí los resultados en ambos son satisfactorios.

En caso que uno de los ensayos no fuera satisfactorio el lote quedará rechazado para la presión de timbre prevista salvo que se ensayen uno a uno y la prueba sea satisfactoria.

El ensayo de cada tubo podrá efectuarse para la presión de timbre prevista o para otra inferior fijada previamente por el fabricante previa comunicación a la Dirección de Obra.

2.15.5.13.5 Prueba de rotura

Las pruebas de rotura se efectuarán en los tubos de hormigón armado con alma de chapa.

La Dirección de Obra, de acuerdo con el Contratista separará en grupos de (200) doscientas unidades y cuatro lotes de cincuenta unidades o fracción, los tubos correspondientes a todas y cada una de las presiones para posteriormente seleccionar uno de cada grupo sobre el que se efectuará la prueba.

Los tubos elegidos para esta prueba serán diferentes que los seleccionados para la prueba de fisuración.

El tubo se someterá durante (15) quince minutos a una presión que será (3) tres veces la presión máxima de trabajo.

Se considerará el resultado satisfactorio y por tanto se aceptará el grupo si como consecuencia del ensayo el tubo no presenta pérdida de agua.

En caso que el resultado no fuera satisfactorio se repetirá la prueba sobre dos nuevos tubos seleccionados por la Dirección de Obra.

Si los resultados en ambos son satisfactorios se aceptará el grupo.

Si el resultado de uno de ellos no es satisfactorio se rechazará el grupo pudiendo el Fabricante proponerlo para su empleo en la presión de trabajo inmediatamente inferior previa confirmación con los nuevos ensayos correspondientes.

2.15.5.13.6 Ensayo de aplastamiento o de flexión transversal

El ensayo se efectuará sobre un tubo completo por cada lote de 100 unidades o fracción por cada diámetro y presión de acuerdo con lo previsto en la Norma ASTM-C 497/85.

2.15.5.13.7 Ensayo de flexión longitudinal

El ensayo se ejecutará sobre un tubo completo por cada lote de 100 unidades o fracción, por cada diámetro y presión, de acuerdo con la norma correspondiente.

2.15.5.14 Ensayo de las juntas de goma

Para los elementos de goma de las juntas se realizarán los ensayos establecidos en la Norma ASTM C923, tomándose, a tal efecto, dos unidades de cada lote que como máximo serán de 100 unidades. Todos los resultados de los ensayos que a continuación se relacionan, deberán ser correctos, en caso contrario se rechazará el lote. A efectos de las pruebas, cada lote de 100 unidades o fracción deberá tener un exceso de dos unidades cuyo costo es a cargo del suministrador.

Los parámetros exigidos y métodos de ensayo a realizar en las obras son:

PRUEBA	EXIGENCIA	METODOS DE ENSAYO
Ácido sulfúrico 1N	Ninguna pérdida de peso durante 48 h.	ASTM D543 a 22º C
Ácido clorhídrico 1N	Ninguna pérdida de peso durante 48 h.	ASTM D543 a 22º C
Tensión de rotura	80 kg/cm2	ASTM D412
Alargamiento de rotura	Superior al 350%	ASTM D412
Dureza	± 5 de la especificada por el fabricante	ASTM D2249(Shore A)
Envejecimiento acelerado	Pérdida de tensión de rotura inferior al 15 %	ASTM D573, 70 ± 1ºC

PRUEBA	EXIGENCIA	METODOS DE ENSAYO
	Pérdida de alargamiento de rotura inferior al 20 %.	ASTM D573, 70 ± 1ºC durante 7 días
Compresión set	Menor del 25% de la deformación	ASTM D395 Método B a 20_durante 22 h.
Absorción de agua	Incremento de aguas menor de 10 %	ASTM D471 inmersión de probeta de 19x25 en agua destilada a 70ºC durante 48 horas.
Resistencia al ozono	Ningún ataque	D1171
Fragilidad a baja temperatura	No debe agrietarse –40_	D740
Resistencia al desgarramiento	34 KN/m	D614 Método B

Además de lo anterior, se considera conveniente que la goma tenga la resistencia a los hidrocarburos establecidos para las uniones tubo a tubo.

2.15.5.15 Marcado de los tubos, sello de conformidad

- Objeto del marcado y sello de conformidad

Cada uno de los tubos irá marcado con una serie de datos que definan sus características y que permitan identificar los distintos tipos fabricados.

Igualmente cada uno de los tubos que se envíen a obra, irán marcados con un sello de conformidad que indique la pertenencia de esa unidad a un lote que ha superado todas las pruebas especificadas en este estudio, y que garanticen su idoneidad para la utilización de las condiciones de proyecto.

- Datos y características de los tubos

Diámetro en mm. DN

Tubo de hormigón armado "HA" o en masa "HM".

Clase a la que pertenece, según la Norma ASTM C-76, "CLASE III, IV o V"

Indicador del tipo de cemento empleado: II-S, III-1, III-2 o IV.

Día, mes y año de fabricación.

N1 dentro de la serie del mismo tipo, y lote al que pertenece, 128-3.

- Sello de conformidad

Una vez que una muestra representativa de un lote ha superado las pruebas se marcarán todos los tubos por un representante de la Dirección de Obra con el sello de conformidad.

- Método de marcado

Se podrán marcar los tubos con cualquiera de los sistemas siguientes:

Pintura imborrable aplicada con "spray" sobre una matriz, tan pronto como sea posible después del desmoldeo.

Caracteres grabados en la pared del tubo con una profundidad aproximada de 2 mm.

Las tuberías de tamaño igual o superior que 700 mm. Llevarán el marcado por la cara interior del tubo.

2.16 TUBERIAS DE GRES

2.16.1 Definición y Características generales materiales

Son de aplicación exclusivamente para saneamientos en lámina libre, si bien admiten pequeñas presiones hidráulicas interiores, su rango de utilización son los diámetros medios.

El empleo de tubos de gres está especialmente indicado en zonas en las que existan vertidos de aguas agresivas industriales, debiendo extremarse en este caso las medidas de protección de los pozos registro contra dichas aguas.

Los tubos cumplirán las siguientes condiciones:

- Tendrán una superficie interior lisa, sin relieves o cavidades susceptibles de perjudicar el deslizamiento de las aguas residuales.
- Tendrán un sonido claro al choque.
- Estarán revestidos de un barniz haciendo cuerpo con la masa del gres y no presentarán agrietamientos ni resquebraduras.
- Serán inatacables a los ácidos en su masa y su barniz, especialmente a los vapores de ácido clorhídrico, ácido acético o láctico.
- Irán provistos de acanaladuras en sus extremos de unión para asegurar el buen cierre de la junta.
- Serán de una sola pieza, es decir, el collarín de enlace no se ejecutará por unión del trozo cilíndrico, sino simultáneamente con el tubo.

Se debe de cumplir la normativa:

- UNE- EN 295- Sistemas de tuberías de gres para saneamiento.
  - Parte 1:2013. Requisitos para tuberías, accesorios y uniones.
  - Parte 2:2013 Evaluación de la conformidad y muestreos.
  - Parte 3:2012 Métodos de ensayo.
- EN- 681- Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para las juntas de estanqueidad en canalizaciones de agua y en drenaje.

2.16.2 Clasificación y Resistencia.

Resistirán una presión interior de 5 kp/cm2.

La clasificación de los tubos de DN igual o superior a 200 mm se realiza en base a su DN (diámetro interior) y a la clase de resistencia.

Se definen clases de resistencia en función de las cargas de rotura (KN/m2) a partir de la UNE-EN-295-1. Definiéndose las siguientes resistencias L, 95, 120, 160, 200 (KN/m2).

Los tubos de gres deberán resistir las siguientes cargas de rotura (KN/ml) en función del diámetro y la resistencia según UNE-EN-291-1

DN	CLASE DE TUBO				
	L	95	120	160	200
200			24	32	40
225			28	36	45
250			30	40	50
300			36	48	60

DN	CLASE DE TUBO				
	L	95	120	160	200
350			42	56	70
400		38	48	64	
450		43	54	72	
500		48	60	80	
600	48	57	72		
700	60	67	84		
800	60	76	96		
1.000	60	95			
1.200	60				

Se restringirá su uso hasta diámetro de 600 mm, para la utilización de diámetros superiores se requerirá la autorización de la Dirección de Obra, no obstante en la tabla aparecen los tubos que están normalizados en la UNE- EN 295.

La clase de resistencia L corresponde a tubos de escasa importancia y no está asociada a un valor exclusivo de carga de rotura en KN/m2 sino a una carga de rotura en KN/ml para cada diámetro.

Los tubos de gres se podrán unir mediante 2 posibles sistemas de unión:

- Unión flexible mediante resina de poliuretano impregnada tanto en el enchufe como en la campana de los tubos a unir. En todo el rango de diámetros.
- Unión flexible mediante anillo elastomérico en forma de labio y posterior sellado con resina epoxi. El anillo elastomérico está situado en el interior de la campana. Solo para diámetros inferiores a 300 mm.
- Unión mediante manguitos de polipropileno

2.16.3 Geometría

Sólo se utilizan en conductos de saneamiento y hasta un diámetro máximo de 600 mm. Diámetro de los tubos.

Los diámetros interiores de los tubos se ajustarán a los siguientes valores:

Diámetro interior, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500 y 600, 700, 800, 1.000, 1.200 mm.

2.16.3.1 Diámetros interiores

El diámetro interno no debe ser menor que los valores datos en la siguiente tabla:

TAMAÑO NOMINAL DN (MM)	TAMAÑO INTERNO MÍNIMO DN(MM)
200	195
225	219
250	244
300	293
350	341
400	390

TAMAÑO NOMINAL DN (MM)	TAMAÑO INTERNO MÍNIMO DN(MM)
450	439
500	487
600	585

2.16.3.2 Longitudes

La longitud útil no será inferior a 1,50 m.

La longitud de la copa será de 70 mm excepto para el de 600 que será de 80 mm.

Tolerancias en las longitudes.

La tolerancia en la longitud útil será como máximo de -2 % a +4 % de la longitud, o ± 10 %, el valor que sea mayor.

La tolerancia en la longitud de la copa será como máximo un tres por ciento de dicha longitud en más o en menos.

2.16.3.3 Desviación de la línea recta

La flecha máxima del tubo, excluida la copa, no excederá de los siguientes valores en función del diámetro.

TAMAÑO NOMINAL	DESVIACIÓN MÁXIMA PARA LA RECTITUD MM/M DE LA LONGITUD NOMINAL
DN< 150	5
150≤DN≤200	4,5
200≤DN≤300	4
DN> 300	3

2.16.3.4 Espesores y tolerancias

Los espesores y sus tolerancias deberán figurar en los catálogos de los fabricantes.

2.16.4 Control de calidad

El gres empleado en los tubos y en las piezas especiales procede de arcillas pláticas las cuales estarán cocidas hasta su vitrificación pudiendo estar o no vidriada la superficie interior y/o exterior de los tubos. No será necesaria la vitrificación de las superficies de los enchufes y los extremos de las uniones. Se podrán aplicar tras la cocción algún tratamiento superficial.

El gres tendrá un vidriado de espesor mínimo 1,5 mm. cubriendo totalmente la superficie sin burbujas ni calvas.

Solo se admitirán excepcionalmente aquellos defectos superficiales que no afecten a sus condiciones de utilización, especialmente al régimen hidráulico del tubo, a su impermeabilidad y atacabilidad y a su resistencia mecánica.

La fractura del material será franca, vítrea y homogénea, sin rajas ni hendiduras.

Se exigirá el Marca Aenor, o el Certificado de Conformidad Aenor, para su recepción en obra.

Todos los tubos y piezas deben ir marcados, de forma legible y durable, con las siguientes identificaciones como mínimo:

- Nombre del suministrador, fabricante o razón social.
- Fecha de fabricación (año).
- Diámetro nominal (DN) coincide con el ID.
- Sistema de unión
- Carga de rotura de aplastamiento.
- Referencia a la norma UNE- EN 295.
- Marca de calidad de producto, en su caso.
- Angulo de pieza especial, en el caso de codos.

La Dirección de Obra podrá exigir certificados que acrediten el control de calidad de todos los lotes correspondientes a los tubos suministrados de al menos los siguientes elementos, según lo indicado en la normativa de aplicación (UNE-EN 295 principalmente):

- Ensayos de calidad de la fabricación.

  Se dividirán en ensayos de características geométricas y mecánicas.

  - Ensayos en características geométricas.

    Diámetro mínimo interior.

    Longitud.

    Perpendicularidad de los extremos.

    Angulo de curvatura.

    Desviación angular.

  - Características mecánicas.

    Resistencia a compresión

    Resistencia a la flexión

    Resistencia al esfuerzo cortante

    Estanqueidad al agua

    Resistencia a la abrasión

    Resistencia al ataque químico

2.17 TUBERÍAS DE FUNDICIÓN DÚCTIL

2.17.1 Características generales. Materiales

La fundición empleada para la fabricación de tubos, uniones, juntas, piezas y cualquier otro accesorio deberá ser fundición, con grafito esferoidal (conocida también como nodular o dúctil).

La fundición presentará en su fractura grano fino, regular, homogéneo y compacto. Deberá ser dúctil, tenaz y dura; pudiendo, sin embargo, trabajarse a la lima y al buril, y susceptible de ser cortada y taladrada fácilmente. En su moldeo no presentará poros, sopladuras, bolsas de aire o huecos, gotas frías, grietas, manchas, pelos ni otros defectos debidos a impurezas que perjudiquen a la resistencia o a la continuidad del material y al buen aspecto de la superficie del producto obtenido. Las paredes interiores y exteriores de las piezas deben estar cuidadosamente acabadas, limpiadas y desbarbadas.

- Serán desmoldados con todas las precauciones necesarias para evitar su deformación, así como los defectos de retracción perjudiciales para su buena calidad.
- Los tubos rectos podrán fundirse verticalmente en moldes de arena o por centrifugación en coquilla metálica o moldes de arena.
- Las piezas especiales y otros elementos se podrán fundir horizontalmente si lo permite su forma.
- Los tubos, uniones y piezas deberán ser sanos y exentos de defectos de superficie y de cualquier otro que pueda tener influencia en su resistencia y comportamiento.
- Las superficies interiores y exteriores estarán limpias, bien terminadas y perfectamente lisas.

Todos los tubos y piezas deben cumplir lo especificado en la Norma ISO 2.531 (en su versión más actualizada), y preferentemente el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de Abastecimiento de Agua. Deberán cumplir asimismo lo establecido en la norma UNE-EN 545 (en su versión más actualizada): Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.

Adicionalmente, las tuberías de fundición dúctil para saneamiento deberán cumplir con lo dispuesto en la norma UNE-EN 598 (en su versión más actualizada): Tuberías, accesorios y piezas especiales de fundición dúctil y sus uniones para aplicaciones de saneamiento

Cualquier tubo o pieza cuyos defectos se hayan ocultado por soldadura, mastico, plomo o cualquier otro procedimiento, serán rechazados. El mismo criterio se seguirá respecto a la obturación de fugas por calafateo o cualquier otro sistema.

Los tubos, uniones y piezas que presenten pequeñas imperfecciones inevitables a consecuencia del proceso de fabricación y que no perjudiquen al servicio para el que están destinados, no serán rechazados.

Se rechazarán todos los tubos y piezas cuyas dimensiones sobrepasen las tolerancias admitidas.

Todos los tubos de los que se hayan separado anillos o probetas para los ensayos serán aceptados como su tuvieran la longitud total.

Los tubos y piezas pesados y aceptados serán separados por la Dirección de Obra y Contratista y claramente marcados con un punzón.

De cada inspección se extenderá un acta que deberán firmar el representante de la Dirección de Obra, el Fabricante y el Contratista. Las piezas que se pesen separadamente figurarán en relación con su peso y un número. Cuando se trate de pesos conjuntos se hará constar en acta, figurando con un número y el peso total del lote.

La garantía será válida para un período de un año desde la fecha de entrega. El Contratista deberá puntualizar en su contrato de suministro con el Fabricante que si antes de terminar el período de

garantía se encuentra defectos debidos a la fabricación se extenderá un acta en presencia del Fabricante, y éste deberá, o bien efectuar el trabajo necesario para corregir los defectos, o reemplazar a su cargo el material defectuoso que le sea devuelto. La falta de este requisito no examinará al Contratista de la obligación de sustituir los elementos defectuosos.

Todos los elementos de tubería deberán llevar las marcas prescritas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de Abastecimiento de Agua y aquellas que se indiquen en los Planos.

Todos los tubos, uniones y piezas se protegerán con revestimientos tanto en el interior como en el exterior, salvo especificación en contrario y de acuerdo con lo indicado en el presente Pliego.

Antes de iniciar su protección, los tubos y piezas se deberán limpiar cuidadosamente quitando todo trazo de óxido, arenas, escorias, etc.

El revestimiento interior será a base de mortero de cemento efectuado por centrifugación de acuerdo con las características y dosificación previstas en la Norma ISO 4179. Adicionalmente deberá cumplir todas las especificaciones de resistencia química establecidas en la norma UNE EN 545. Deberá secar rápidamente sin escamarse ni exfoliarse, estará bien adherido y no se agrietará. No deberá contener ningún elemento soluble en el agua ni productos que puedan proporcionar sabor ni olor al agua que conduzcan, habida cuenta incluso de su posible tratamiento. El espesor de la capa de mortero del revestimiento interior deberá cumplir lo especificado en la Norma ISO 4179.

En el caso de tubería para saneamiento dicho revestimiento deberá cumplir con lo establecido en la UNE-EN 598.

El revestimiento exterior, consistirá al menos en la aplicación de una cantidad de zinc de 99,99% de pureza con capa de acabado de pintura epoxi o bituminosa. La cantidad mínima de zinc será de 200 g/m2. En los lugares en que lo determine el Proyecto o así lo determine la Dirección de Obra adicionalmente se realizará la protección por manga plástica. Esta manga cumplirá las características impuestas en la Norma UNE-EN 545.

Los accesorios se revestirán tanto interior como exteriormente con pintura epoxi o bituminosa. El espesor del revestimiento no será nunca inferior a 70 µm

2.17.2 Clasificación. Resistencia

El material será conforme a lo establecido en la norma UNE-EN1563: fundición de grafito esferoidal.

Las características mecánicas de la fundición se comprobarán de acuerdo con las normas de ensayo que figuran en las normas UNE-EN 545 y UNE-E 598 (esta última adicionalmente para tuberías de saneamiento) y los resultados deberán ser los expresados en las referidas normas

En particular deberán verificarse los siguientes valores mínimos:

	Resistencia mín tracción (N/mm2)	Alargamiento mín rotura (%)	Dureza Brinell máx HB
Tubos centrifugados	420	10	230
Tubos no centrifugados	420	5	230
Piezas especiales	420	5	250

Los tubos, uniones y piezas de las conducciones deberán poder ser cortados, perforados y trabajados; en caso de discusión, las piezas se considerarán aceptables si la dureza en unidades Brinell no sobrepasa lo indicado en las normas UNE-EN 545 y UNE-EN 598.

Los tubos de unión flexible se clasificarán por diámetro y clase de presión "C", conforme a lo indicado en la UNE-EN 545. Según lo indicado en la misma, los tubos podrán ser C20, C25, C30, C40, C50, C64, C100

2.17.3 Características geométricas

Las dimensiones de los tubos se ajustarán a las clasificaciones y dimensiones de la fabricación nacional, procurando, sin embargo, unificar todo lo posible para conseguir el fácil intercambio de estos elementos.

La serie de diámetros nominales será la siguiente: 60, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1500, 1600, 1800 y 2000 mm.

Los espesores mínimos deberán venir determinados por la clase de material y procedimiento de fabricación y deben ser tales que el coeficiente de seguridad obtenido entre la presión máxima de trabajo y la presión de rotura, sea cuatro (4) como mínimo.

Las modificaciones del espesor de la pared se efectuarán en general a costa del diámetro interior. Si al reforzar el tubo es necesario también un refuerzo del enchufe, este será a costa de la forma exterior del enchufe.

Se entenderá como longitud de los tubos la nominal entre extremos en los tubos lisos, o la útil en los tubos de enchufe.

En general, la longitud no será menor de tres (3) metros ni mayor de seis (6) metros. A partir de tubería de 900 mm de diámetro se admitirán longitudes de 7 y 8.15 m, de acuerdo con lo establecido por la UNE-EN 545

Las tolerancias admitidas en las longitudes normales de fabricación de tubos y uniones serán las siguientes:

Tipos de piezas	Diámetros nominales	Tolerancias en milímetros
Tubos con enchufe y tubería cilíndrica	Todos los diámetros	±20
Enchufes	Hasta el 450 incl.	±20
Piezas de brida enchufe	Todos los diámetros	±20
Piezas de brida macho	Por encima del 450	-30
Tubos y uniones con bridas	Todos los diámetros	±10

En el caso que por necesidades de Proyecto se pidan tolerancias menores, por ejemplo, para piezas unidas con bridas, se fijarán específicamente, pero no podrán ser inferiores a más o menos un (+ 1) milímetro.

El fabricante a petición del Contratista deberá servir hasta de un diez por ciento (10%) del número total de tubos de enchufe y cordón de cada diámetro con longitudes inferiores a las especificadas. La disminución de longitud admitida viene dada en el siguiente cuadro:

Longitudes específicas	Reducciones de longitudes
Tres metros	0,5 m. 1 m.
Por encima de 3 metros	0,5 m. 1,5 m. 2 m.

as tolerancias de espesor de pared y de espesor de brida se limitarán como sigue, siendo:

e = espesor en milímetros de la pared, según catálogo

b = espesor en milímetros de la brida, según catálogo

Tipos de piezas	Dimensiones	Tolerancias en milímetros
Tubos	Espesor de la pared Espesor de la brida	(1+0,05e) No se fija en más ±(2+0,05 b)
Uniones y piezas de la conducción	Espesor de la pared Espesor de la brida	(2+0,05 e No se fija en más ±(3+0,005 b)

El espesor de las uniones podrá excepcionalmente descender hasta el espesor mínimo de los tubos de clase B, según el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Aguas, del mismo diámetro con la condición de que la zona interesada no tenga una superficie superior a un décimo (1/10) de la sección transversal de empalme.

Las tolerancias de enchufe serán las siguientes:

Dimensiones	Diámetros nominales	Tolerancias en milímetros
Diámetro exterior	Todos los diámetros	±f/2
Diámetro interior del enchufe	Todos los diámetros	±f/3
Profundidad del enchufe	Hasta el 600, inclusive	±5
	Por encima del 600 hasta el 1.000 exclusive	±10

Siendo:

f = 9 + 0,003 DN el espesor de la junta en milímetros.

El juego máximo o mínimo resultante de estas tolerancias es tal que el acoplamiento de tubos y uniones pueda efectuarse sin dificultad.

Los tubos deberán ser rectos. Se los desplazará sobre dos caminos de rodadura distantes los ejes de los mismos dos tercios (2/3) de la longitud de los tubos. La fecha máxima fm, expresada en milímetros, no deberá exceder de uno con veinticinco (1,25) veces la longitud L de los tubos, expresada en metros (fm < 1,25 L).

Los pesos normales serán los indicados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Aguas, y para las piezas especiales, los calculados tomando como peso específico de la fundición setecientas quince centésimas de kilogramo/decímetro cúbico (7,15 kg/dm3).

Las tolerancias admitidas con relación al peso normal serán las siguientes:

Tipos de piezas	Tolerancias Porcentaje
Tubos	±5
Uniones y piezas con exclusión de los que se consignan a continuación	±8
Codos, uniones múltiples, uniones y piezas especiales	±12

Las piezas con peso superior al máximo se aceptarán a condición de que satisfagan las demás condiciones de este Pliego. El exceso de peso no será de abono.

Todas las piezas serán pesadas. Los tubos de más de doscientos (200) milímetros y las piezas de más de trescientos (300) milímetros serán pesadas individualmente; los tubos y piezas de menor diámetro que el indicado serán pesados en conjunto de dos mil (2.000) kilogramos como máximo. En este último caso las tolerancias en peso serán aplicadas al conjunto de la pesada.

2.17.4 Control de Calidad

Todos los tubos y piezas especiales deben ir marcados, de forma fácilmente legible y durable, con las siguientes identificaciones como mínimo:

- Nombre o marca del fabricante
- Fecha de fabricación (año)
- Especificación de que la pieza es de fundición dúctil
- Diámetro nominal (DN)
- Presión nominal (PN), en el caso de la existencia de bridas
- Identificación de la aptitud para el contacto con agua potable, cuando seael caso
- Marca de calidad y/o Organismo de certificación, en su caso
- En el caso tubería de abastecimiento, clase de espesor de los tubos, cuando éstano sea K=9
- Referencia a la norma UNE EN 545; en el caso de tubería para saneamiento, referencia a la norma UNE EN 598

El control de calidad aplicable a las tuberías de fundición se llevará a cabo de acuerdo con los criterios fijados preferentemente en las Normas UNE EN-545, ISO 4179 e ISO 6600. Cuando lleguen a obra con Certificado de calidad y pruebas que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, su recepción se realizará comprobando unidamente sus características aparentes si no dispone nada en contra la Dirección de Obra.

Al menos se exigirán certificados que acrediten el control de calidad de los siguientes elementos, según lo indicado en la UNE EN-545

- Control de la fundición
  - Ensayo de tracción
  - Ensayo de dureza Brinell
- Control de tubos. Examen visual y estanqueidad
- Control de revestimientos exterior e interior
  - Masa
  - Espesor
  - Resistencia a compresión
- Control de las uniones
  - Presión interna positiva
  - Presión interna negativa
  - Presión externa positiva
  - Presión interna cíclica

2.18 TUBERÍAS DE ACERO

2.18.1 Características Generales. Materiales

El acero empleado en su fabricación debe ser del tipo no aleado y completamente calmado, según lo indicado en la norma UNE-EN 10.020, pudiendo ser sometido a tratamiento térmico.

En cualquier caso, su composición química habrá de cumplir con lo indicada en la norma UNE-EN 10.224: *Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano*

Tipo Acero	*C % Max.*	*Si % Max.*	*Mn % Max.*	*P % Max.*	*S % Max.*
L235	0,16	0,35	1,20	0,030	0,025
L275	0,20	0,40	1,40	0,030	0,025
L355	0,22	0,55	1,60	0,030	0,025

Las características mecánicas del acero serán las recogidas en la propia UNE 10.224

Tipo de acero	*Resistencia mínima a la tracción Rm (N/mm^2)*	*Limite elástico mínimo Le_{min} (N/mm^2) (e, mm)*		*Alargamiento minimo en la rotura A_{min} (%)*	
		e ≤ 16	*16 < e < 40*	*Longitudinal*	*Transversal*
L 235	360 a 500	235	225	25	23
L 275	430 a 570	275	265	21	19
L 355	500 a 650	355	345	21	19

La densidad y del módulo de elasticidad serán en torno a 7.850 kg/m3 y 2,1 x 10^5 N/mm2, respectivamente.

En general, los tubos pueden ser de los siguientes tipos:

- Tubos sin soldadura

Obtenidos por extrusión de un producto macizo (lingote, palanquilla o barra) y posterior laminado o estirado, en caliente o en frío. También pueden obtenerse por colada centrifugada. En general, el diámetro exterior de estos tubos es inferior a 200 mm.

- Tubos soldados

Son los obtenidos por conformación, de un producto plano laminado en caliente o en frío, hasta conseguir una sección circular y posterior soldado de sus bordes. Según el procedimiento de soldadura empleado los tubos pueden ser:

- Soldados a tope por presión
- Soldados por inducción o resistencia eléctrica
- Soldados por arco sumergido

Lo más habitual es que los tubos de acero para el transporte de agua a presión sean soldados helicoidalmente, bien por inducción o por arco sumergido. Los tubos de acero conformados por soldadura continua helicoidal se fabricarán mediante chapa de acero laminada, que se soldará helicoidalmente con doble cordón de soldadura (Tipo SAW). Su fabricación se llevará a cabo de acuerdo con la Norma UNE-EN 10.224.

El acero empleado en la fabricación de estos tubos, piezas especiales y bridas, será dúctil y perfectamente soldable, según lo indicado en la norma UNE-EN 10025

Protección de la tubería

La protección interior de la tubería consistirá en:

- Limpieza del tubo, mediante granalla metálica.
  - Aplicación de una capa de pintura epoxi, brea o equivalente. El espesor en micras medido sobre película seca, estará en función del sistema empleado.

El revestimiento interior no debe contener ningún elemento que pueda ser soluble en el agua, ni otros que puedan darle sabor u olor o que puedan modificar sus características. En el caso particular de los abastecimientos a poblaciones, será de aplicación lo especificado por la vigente Reglamentación Técnico Sanitaria para Aguas Potables (RTSAP).

El revestimiento exterior consiste en:

- Precalentamiento del tubo para eliminar la humedad ambiental
- Granallado de acero, como premisa de extrema importancia para calidad del revestimiento total se obtiene un grado de limpieza superior al SA 2 1/2 según la norma sueca SIS 0S 5900. El grado de limpieza requerido por la norma DIN 30670 se supera ampliamente.
- Calentamiento del tubo en hornos de gas, a la temperatura de revestimiento necesaria, con control continuo subsiguiente de la temperatura, oscilando ésta entre los 180º y los 215 ºC.
- Recubrimiento electrostático de imprimación, epoxi en polvo, con pistolas electrostáticas a un espesor de capa de aproximadamente 50 um.
- Revestimiento de Adhesivo, copolímero de etileno, mediante la extensión de masa fundida.
- Sobre el adhesivo fundido se aplica el revestimiento de P.E. con el sistema de extrusión lateral. Se puede procesar tanto el P.E.L.D., P.E.M.D. y el P.E.H.D.
- Después de la extrusión del P.E., tiene lugar el enfriamiento del revestimiento, en un trayecto de refrigeración por agua.
- Posteriormente se realiza la limpieza de extremos.

En obra, una vez realizadas las soldaduras, se deben proteger las uniones con el mismo tipo de revestimiento que tenga el tubo u otro compatible que apruebe la DO, confirmando que antes de aplicar el revestimiento el grado de preparación de las superficies es el exigido por la protección en cuestión

En cualquier caso, para la preparación de las superficies y la aplicación de los revestimientos mediante pintura se seguirá lo especificado al respecto en la norma UNE-EN ISO 12944.

Galvanizado

En el caso del galvanizado, la película de zinc tendrá una dosificación mínima de 600 gr/m2, en doble exposición. El galvanizado será de primera calidad, libre de defectos, como burbujas, rayas y puntos sin galvanizar.

El proceso se realizará conforme a lo indicado por la UNE-EN ISO 1. 461

Cuando la agresividad de los suelos o de las aguas sea elevada o las condiciones específicas de la obra lo aconsejen, se deberá aplicar una capa de protección adicional sobre la superficie galvanizada. En este caso el PPTP del respectivo proyecto especificará la naturaleza y características de la protección adicional, la normativa que deba cumplir, así como la forma de aplicación sobre la chapa galvanizada.

Esta protección adicional podrá ser de mortero de cemento, de materiales bituminosos, poliméricos, epoxídicos, reforzados o no con fibras, o cualquier otro que determine la DO.

En todo caso se deberá cumplir lo dispuesto en el apartado 2.12 del presente pliego.

2.18.2 Clasificación y resistencia

La denominación deberá realizarse por el tipo de acero, diámetro nominal y espesor nominal de la tubería.

Se denominarán preferentemente los aceros utilizados en la fabricación de los tubos según la norma UNE-EN 10.224. Para otras denominaciones se justificará adecuadamente la equivalencia del acero con el designado por la referida norma. A modo de mera referencia se acompaña la siguiente tabla elaborada por AEAS (Asociación española de Abastecimiento y Saneamiento)

API 5L:2000	*pr EN 10224:1998*	*UNE EN 10025:1994*	*DIN 17100:1980*	*UNE 36080:1992*
A25		S 185	ST 33	A 310
A				
B	L235	S 235	ST 37	AE 235
			ST 42	
X42	L 275		ST 44	
X 46		S 275		AE 275
X 52	L 355	S 355	ST 52	AE 355
X 56				
X 60				
X 65				
X 70				

En caso de emplearse tubos de características distintas a las establecidas en el primer apartado el Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra los planos y los cálculos mecánicos de los elementos de la tubería que no hayan sido detallados por aquélla, teniendo en cuenta, el tipo de apoyo, la naturaleza del terreno, etc.

Salvo justificación especial en contrario, se tomará como tensión de trabajo del acero un valor no mayor de la mitad del límite elástico aparente o convencional, siempre que se consideren los efectos de la combinación más desfavorable de solicitaciones a que está sometida la tubería.

Uniones

Los tubos de acero pueden estar provistos con diferentes tipos de uniones, siendo las más habituales las siguientes:

- Uniones rígidas:
  - Uniones soldadas. La preparación y soldeo de las uniones debe realizarse según lo indicado en la norma UNE-EN ISO 15607, por soldadores cualificados de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 287-1:1992. Según como sea la soldadura, estas juntas pueden, a su vez, ser de los siguientes tipos:
    - A tope
    - Mediante manguito
    - Con embocadura (junta abocardada)
  - Uniones con bridas
- Uniones flexibles: Uniones con enchufe y anillo elastomérico

2.18.3 Geometría

Se emplearán, salvo justificación explícita, las dimensiones normalizadas en los tubos de acero (básicamente diámetros y espesores) correspondientes a la norma de producto UNE-EN 10.224

Salvo que se trate de tubos curvados, los tubos han de ser rectos, admitiéndose un defecto en su rectitud no mayor que el 0,20 % de su longitud. Cuando la relación DN/e sea menor o igual que 100, la tolerancia en la ovalación deberá ser inferior al 2%, mientras que, caso contrario, deberá ser acordada entre fabricante y cliente (UNE-EN 10224).

El espesor de las tuberías de acero a instalar se determinará siempre en función del cálculo mecánico de las mismas.

Las tolerancias en diámetro y espesor serán las correspondientes a la UNE-EN 10.224, y se indican en la siguiente tabla

<table>
<tr><th rowspan="3">DN (mm)</th><th colspan="3">Tolerancias sobre OD (mm)</th><th colspan="5">Tolerancias en el espesor (%)</th></tr>
<tr><th colspan="3">en fuste</th><th colspan="4">Sin soldadura</th><th rowspan="2">Arco sumegido</th><th rowspan="2">Otra soldadura</th></tr>
<tr><th>Sin soldar</th><th>Otra soldadura</th><th>Arco sumergido</th><th>e/OD ≤ 0,025</th><th>0,025<e/OD ≤0,050</th><th>0,050<e/OD ≤0,10</th><th>0,10 > e/OD</th></tr>
<tr><td>< 219,1</td><td rowspan="3">+/– 1% OD con un mínimo de +/– 0,5 mm</td><td>+/– 1% OD con un mínimo de +/– 0,5 mm</td><td>+/– 0,75% OD con un máx de +/– 6 mm</td><td colspan="4">el mayor de +/– 12,5% ó 4 mm</td><td rowspan="2">+/– 7.5%</td><td rowspan="2">el mayor de +/– 10% ó +/–0,3 mm</td></tr>
<tr><td>219,1<DN < 2.032</td><td rowspan="2">+/– 0,75% OD</td><td rowspan="2">por acuerdo con el fabricante</td><td rowspan="2">+/–20%</td><td rowspan="2">+/–15%</td><td rowspan="2">+/–12,5%</td><td rowspan="2">+/–10%</td></tr>
<tr><td>>2.032</td></tr>
</table>

2.18.4 Control de calidad

Todos los tubos y piezas especiales deben ir marcados, de forma fácilmente legible y durable, con las siguientes identificaciones como mínimo:

- Nombre del suministrador, fabricante o razón comercial
- Tipo de acero empleado
- Diámetro nominal (DN)
- Espesor nominal (e)
- Marca de calidad, en su caso

Se realizará control visual de los tubos, midiéndose espesor, diámetro, longitud y rectitud. Además dentro del control de la fabricación información el contratista deberá a petición de la DO aportar documentación relacionada con el cumplimiento los siguientes ensayos:

Control del acero

Ensayo	*Metodología*	*Condiciones de ensayo*	*Criterio de aceptación/ objetivo del ensayo*	*Frecuencia*
Ensayos químicos	Normas UNE del CTN 36	UNE 36300:1990	Determinación de la composición química del acero de los tubos	Una vez por colada
Tracción	UNE 7472:1992	Temperatura ambiente	Determinación de la resistencia a la tracción, alargamiento en la rotura y límite elásticos	Una prueba por cada lote de 100 tubos
Aplastamiento	UNE-EN 10233:1994	Altura aplastamiento H indicada en prEN 10224:1998	No aparición de grietas ni en el metal base ni en las soldaduras	Una prueba por cada lote de 100 tubos
Expansión en anillo	UNE-EN 10234:1994	Expansión del anillo conforme a lo indicado en prEN 10224:1998	No aparición de grietas ni rotura de probetas durante el ensayo	Una prueba por cada lote de 100 tubos
Resiliencia	UNE 7475-1:1992	UNE 7475-1:1992	Determinación de la resiliencia	Una prueba por cada lote de 100 tubos

Control de los tubos

Ensayo de estanqueidad mediante prueba de presión hidráulica a presión máxima de 7 Mpa.y calculada mediante la siguiente expresión

$$P = \frac{2e}{Dext.} x\, S$$

siendo S el 70% del límite elástico mínimo del acero.

Control de soldaduras

	Ensayo	*Metodología y condiciones de ensayo*	*Criterio de aceptación/ objetivo del ensayo*	*Frecuencia*
Ensayos de laboratorio	Tracción	UNE 14606:1975	Determinación de la resistencia a la tracción de la soldadura	Una prueba por cada lote de 100 tubos
	Doblado (solo en tubos soldados por arco sumergido)	UNE-EN 910:1996 Doblado a 180° Diámetro mandril s/ prEN 10224:1998	No aparición de grietas de longitud mayor de 6 mm ni en el metal base de la soldadura ni en la línea de fusión	Dos pruebas por cada lote de 100 tubos (una por el lado de la cara y otra por el de la raiz)
Ensayos en línea	Fluoroscopía	API 5L:2000		100% del total de las soldaduras
	Ultrasonidos	UNE-EN 1714:1998	Nivel L4 (ISO 9765:1990)	
Ensayos en reparaciones	Radiografías	UNE-EN 1435:1998	Nivel B ó C (UNE-EN 25817:1994)	100% del total de las reparaciones
	Líquidos penetrantes	UNE-EN 571-1:1997	No deberán detectarse poros	
	Partículas magn.	UNE-EN 1290:1998	Nivel L4 (ISO 9402:1989)	
	Corrientes inducidas	ISO 9304:1989	Nivel L4 (ISO 9304:1989)	

Control de revestimientos

Ensayo	*Metodología y condiciones de ensayo*	*Criterio de aceptación/ objetivo del ensayo*	*Frecuencia*
Medida del perfil de rugosidad	Uso de lentes de aumento, por comparación con una muestra correspondiente al Rugotest nº3	Comprobación del perfil de rugosidad del revestimiento	
Medida del espesor	SSPC-PA2	La media de mediciones no debe ser menor del valor teórico y ningún valor diferenciarse en más del 30%.	25 medidas por tubo (5 en 5 generatrices distintas)
Adherencia	ASTM D3539-96 (reticulado) or tracción)	Comprobar valores de la adherencia del revestimiento al tubo	
Porosidad	Tensiones de Tabla 115	No aparición de poros en el ensayo	Todos los tubos

Galvanizado

La toma de muestras se efectuará con arreglo a la Norma ASTM A929. La calidad del galvanizado se comprobará con arreglo a la norma UNE-EN ISO 1461.

2.19 TUBERIAS DE PVC-U

2.19.1 Definición y Características generales materiales

Los tubos de PVC-U son de aplicación en instalaciones aéreas y enterradas tanto para saneamientos en lámina libre como bajo presión hidráulica interior.

Se componen de una resina de poli (cloruro de vinilo) no plastificado. El procedimiento usual de fabricación de los tubos es la extrusión.

- Las características físicas del material de policloruro de vinilo rígido en tuberías y accesorios para conducciones de fluidos con o sin presión serán los siguientes:
- Peso específico de uno con treinta y siete a uno con cuarenta y dos (1,37 a 1,42) kg/dm3 (UNE 53.020).
- Coeficiente de dilatación lineal de sesenta a ochenta (60 a 80) millonésimas por grado ºC.
- Temperatura de reblandecimiento no menor de noventa grados centígrados (90º C), siendo la carga del ensayo de un (1) kilogramo (UNE-EN ISO 306/97).
- Módulo de elasticidad a veinte grados (20º C) (28.000) kg/cm2. UNE-EN ISO 6721-3/96.
- Valor mínimo de la tensión máxima del material a tracción: quinientos (500) kilogramos por centímetro cuadrado, realizando el ensayo a veinte más menos un grado centígrado, (20 + 1 º C) y una velocidad de separación de mordazas de seis milímetros por minuto (6 mm/min) con probeta mecanizada. El alargamiento a la rotura deberá ser como mínimo el ochenta por ciento (80%) (UNE 53112/88).
- Absorción máxima de agua cuatro miligramos por centímetro cuadrado (4 mg/cm2) (UNE 53112/88).
- Opacidad tal que no pase más de dos décimas por ciento (0,2%) de la luz incidente (UNE 53.039/55).

Las tuberías de PVC-U a emplear en obras según si su aplicación es con o sin presión se regirá por la normativa

UNE-EN 1.401:2009: Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U)

UNE-EN 1.452:2009. Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U)

Las tuberías de PVC-U estructuradas sin presión a usar en obras además de lo establecido en la norma UNE-EN 1401 regirá lo establecido en la norma UNE 13.476 Sistemas de canalización de pared estructurada.

En la utilización de tuberías de pared estructurada se utilizará preferentemente la tipo B que se compone de una superficie interna lisa y una superficie externa anular perforada o helicoidal hueca o sólida.

Para la definición de las materiales a emplear en las uniones e regirá por la norma UNE-EN EN- 681- Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para las juntas de estanqueidad en canalizaciones de agua y en drenaje.

- Parte 1. Caucho vulcanizado.
- Parte 2. Juntas elastoméricas

2.19.2 Clasificación y Resistencia

Los parámetros de clasificación de los tubos de PVC-U de pared compacta a emplear en las redes de saneamiento son diferentes en función de que la conducción vaya a estar o no sometida a presión hidráulica interior.

Tubos para saneamientos en lámina libre. Los tubos de PVC-U para saneamiento se clasifican por su DN y su SN, tal como se define en la UNE- EN 1.401. No obstante, también se admite su clasificación por el DN y la serie SDR.

Para los tubos de saneamiento de PVC-U sin presión no se permitirá la colocación con rigidez inferior a SN4.

Tubos para saneamiento bajo presión hidráulica interior. Los tubos de PVC-U para saneamientos o agua potable se clasifican por su DN, PN y a su S, tal como se define en la norma UNE-EN 1.452.

Los parámetros de clasificación de pared estructurada se definirán por su DN y su SN.

Las uniones serán flexibles de encaje de embocadura y macho mediante junta elastomérica, no se permite la unión de tubos, elementos y piezas especiales mediante pegamento o encolado.

2.19.3 Geometría

El diámetro nominal (DN) se refiere al diámetro exterior (OD), por lo tanto, para un mismo valor de DN los tubos admiten ser fabricados con diferentes espesores, manteniendo fijo el diámetro exterior.

Para los tubos de PVC-U estructurados se clasifican en función de su diámetro exterior (serie DN/OD) y/o en función de su diámetro interno (DN/ID).

2.19.3.1 Tuberías de PVC sin presión UNE 1.401

Las dimensiones de los tubos de saneamiento sin presión están normalizadas según UNE- EN 1.401.

2.19.3.1.1 Diámetro Exterior

El diámetro exterior medio se ajustará a los valores de la siguiente tabla:

Medidas en milímetros

Dimensión nominal DN/OD[a]	Diámetro exterior nominal	Diámetro exterior medio	
	d_n	$d_{em,\,mín.}$	$d_{em,máx.}$
110	110	110,0	110,3
125	125	125,0	125,3
160	160	160,0	160,4
200	200	200,0	200,5
250	250	250,0	250,5
315	315	315,0	315,6
(355)	355	355,0	355,7
400	400	400,0	400,7
(450)	450	450,0	450,8
500	500	500,0	500,9
630	630	630,0	631,1
(710)	710	710,0	711,2
800	800	800,0	801,3
(900)	900	900,0	901,5
1000	1 000	1 000,0	1 001,6

[a] Las dimensiones no preferentes se indican entre paréntesis.

2.19.3.1.2 Ovalación media

La ovalación debe ser inferior o igual a 0,024 x DN

2.19.3.1.3 Longitud de los tubos

La longitud estándar de los tubos será de 6 m.

2.19.3.1.4 Espesor de la pared

Los espesores admisibles máximos y mínimos deben ajustarse a los valores siguientes:

Medidas en milímetros

Dimensión nominal DN/OD[a]	Diámetro exterior nominal d_n	SN 2 SDR 51[b]		SN 4 SDR 41		SN 8 SDR 34	
		$e_{mín.}$	$e_{m,máx.}$	$e_{mín.}$	$e_{m,máx.}$	$e_{mín.}$	$e_{m,máx.}$
110	110	–	–	3,2	3,8	3,2	3,8
125	125	–	–	3,2	3,8	3,7	4,3
160	160	3,2	3,8	4,0	4,6	4,7	5,4
200	200	3,9	4,5	4,9	5,6	5,9	6,7
250	250	4,9	5,6	6,2	7,1	7,3	8,3
315	315	6,2	7,1	7,7	8,7	9,2	10,4
(355)	355	7,0	7,9	8,7	9,8	10,4	11,7
400	400	7,9	8,9	9,8	11,0	11,7	13,1
(450)	450	8,8	9,9	11,0	12,3	13,2	14,8
500	500	9,8	11,0	12,3	13,8	14,6	16,3
630	630	12,3	13,8	15,4	17,2	18,4	20,5
(710)	710	13,9	15,5	17,4	19,4	20,8	23,2
800	800	15,7	17,5	19,6	21,8	23,4	26,8
(900)	900	17,6	19,6	22,0	24,4	—	—
1 000	1 000	19,6	21,8	24,5	27,2	—	—

[a] Las dimensiones no preferentes se indican entre paréntesis.
[b] SDR 51 sólo es aplicable para el código del área de aplicación "U".

2.19.3.2 Tuberías de PVC con presión UNE 1.452

Las dimensiones de los tubos de saneamiento con presión están normalizadas según UNE- EN 1.452

2.19.3.2.1 Diámetro Exterior y ovalación

El diámetro exterior nominal y la ovalación permitida deben ajustarse a la siguiente tabla:

Medidas en milímetros

Diámetro exterior nominal	Tolerancia para el diámetro exterior medio, d_{em} [a]	Tolerancia para la ovalación [b]	
d_n	x	S 20 a S 16 [c]	S 12,5 a S 5 [d]
12	0,2	—	0,5
16	0,2	—	0,5
20	0,2	—	0,5
25	0,2	—	0,5
32	0,2	—	0,5
40	0,2	1,4	0,5
50	0,2	1,4	0,6
63	0,3	1,5	0,8
75	0,3	1,6	0,9
90	0,3	1,8	1,1
110	0,4	2,2	1,4
125	0,4	2,5	1,5
140	0,5	2,8	1,7
160	0,5	3,2	2,0
180	0,6	3,6	2,2
200	0,6	4,0	2,4
225	0,7	4,5	2,7
250	0,8	5,0	3,0
280	0,9	6,8	3,4
315	1,0	7,6	3,8
355	1,1	8,6	4,3
400	1,2	9,6	4,8
450	1,4	10,8	5,4
500	1,5	12,0	6,0
560	1,7	13,5	6,8
630	1,9	15,2	7,6
710	2,0	17,1	8,6
800	2,0	19,2	9,6
900	2,0	21,6	—
1 000	2,0	24,0	—

[a] La tolerancia se ajusta al grado D de la Norma ISO 11922-1[3] para $d_n \leq 50$ y al grado C para $d_n > 50$. La tolerancia se expresa en forma $^{+x}_{0}$ mm, donde x es el valor de la tolerancia.

[b] La tolerancia se expresa como la diferencia entre el valor mayor y el valor menor del diámetro exterior en una sección transversal del tubo (es decir, $d_{e,máx} - d_{e,mín}$).

[c] Para $d_n \leq 250$, la tolerancia se ajusta al grado N de la Norma ISO 11922-1[3].
Para $d_n > 250$, la tolerancia se ajusta al grado M de la Norma ISO 11922-1[3]. El requisito de ovalación sólo es aplicable antes del almacenamiento.

[d] Para d_n de 12 a 1 000, la tolerancia se ajusta a 0,5 grado M de la Norma ISO 11922-1[3]. El requisito de la ovalación sólo es aplicable antes de que el tubo abandone las instalaciones del fabricante.

2.19.3.2.2 Espesor de pared y tolerancia

El espesor de la pared se define en función de la serie S de los tubos. El espesor nominal corresponde al espesor mínimo admisible. Se debe de ajustar a la tabla siguiente:

Diámetro exterior nominal d_n	Series de tubos S						
	Espesor nominal de pared (mínimo)						
	S 20 (SDR 41)	S 16 (SDR 33)	S 12,5 (SDR 26)	S 10 (SDR 21)	S 8 (SDR 17)	S 6,3 (SDR 13,6)	S 5 (SDR 11)
	Presión nominal PN basada en el coeficiente de diseño $C = 2,5$						
		PN 6	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20
12		—	—	—	—	—	1,5
16		—	—	—	—	—	1,5
20		—	—	—	—	1,5	1,9
25		—	—	—	1,5	1,9	2,3
32		—	1,5	1,6	1,9	2,4	2,9
40		1,5	1,6	1,9	2,4	3,0	3,7
50		1,6	2,0	2,4	3,0	3,7	4,6
63		2,0	2,5	3,0	3,8	4,7	5,8
75		2,3	2,9	3,6	4,5	5,6	6,8
90		2,8	3,5	4,3	5,4	6,7	8,2
	Presión nominal PN basada en el coeficiente de diseño $C = 2,0$[a]						
	PN 6	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20	PN 25
110	2,7	3,4	4,2	5,3	6,6	8,1	10,0
125	3,1	3,9	4,8	6,0	7,4	9,2	11,4
140	3,5	4,3	5,4	6,7	8,3	10,3	12,7
160	4,0	4,9	6,2	7,7	9,5	11,8	14,6
180	4,4	5,5	6,9	8,6	10,7	13,3	16,4
200	4,9	6,2	7,7	9,6	11,9	14,7	18,2
225	5,5	6,9	8,6	10,8	13,4	16,6	—
250	6,2	7,7	9,6	11,9	14,8	18,4	—
280	6,9	8,6	10,7	13,4	16,6	20,6	—
315	7,7	9,7	12,1	15,0	18,7	23,2	—
355	8,7	10,9	13,6	16,9	21,1	26,1	—
400	9,8	12,3	15,3	19,1	23,7	29,4	—
450	11,0	13,8	17,2	21,5	26,7	33,1	—
500	12,3	15,3	19,1	23,9	29,7	36,8	—
560	13,7	17,2	21,4	26,7	—	—	—
630	15,4	19,3	24,1	30,0	—	—	—
710	17,4	21,8	27,2	—	—	—	—
800	19,6	24,5	30,6	—	—	—	—
900	22,0	27,6	—	—	—	—	—
1 000	24,5	30,6	—	—	—	—	—

[a] Para aplicar un coeficiente de diseño de 2,5 (en vez de 2,0) para tubos con diámetros nominales superiores a 90 mm, se debe seleccionar la serie de presiones, PN, inmediatamente superior.

NOTA 1 Los espesores nominales de pared se ajustan a la Norma ISO 4065[4].

NOTA 2 Los valores de PN 6 para S 20 y S 16 se calculan con el número normal 6,3.

2.19.4 Control de calidad

El material de los tubos estará exento de grietas, granulaciones, burbujas o faltas de homogeneidad de cualquier tipo. Las paredes serán suficientemente opacas para impedir el crecimiento de algas o bacterias, cuando las tuberías queden expuestas a la luz solar.

No se utilizarán cuando la temperatura permanente del agua sea superior a 40 ºC.

Se exigirá el Marca Aenor, o el Certificado de Conformidad para su recepción en obra.

Todos los tubos y piezas deben ir marcados de forma legible y durable en intervalos no mayores de 1 metro, con las siguientes identificaciones como mínimo:

- Nombre del suministrador, fabricante o nombre comercial.
- Fecha de fabricación (año).
- Diámetro nominal (DN) coincide con el OD.
- Rigidez nominal (funcionamiento en lámina libre) o presión nominal (funcionamiento con presión hidráulica interior), según aplicaciones.
- Espesor nominal, e (no necesariamente en las piezas especiales)
- Referencia a la norma UNE- EN 1.452 (funcionamiento con presión hidráulica interior) o la UNE- EN 1.401 (funcionamiento en lámina libre), según aplicaciones.
- Marca de calidad de producto, en su caso.

La Dirección de Obra podrá exigir certificados que acrediten el control de calidad de todos los lotes correspondientes a los tubos suministrados de al menos los siguientes elementos, según lo indicado en la normativa de aplicación UNE-EN 1.401 y UNE- EN 1.452 para conducciones en lámina libre y con presión hidráulica interna según el caso.

- Ensayos de control de características geométricas.

  Diámetro espesor.

  Espesor

  Ovalación

- Características mecánicas.

  Resistencia mecánica

  Resistencia al impacto

- Control de la estanqueidad.

  Estanqueidad al agua (UNE 1.401)

  Resistencia a la presión interna. (UNE 1.452)

  Estanqueidad de las uniones con junta elastomérica. (UNE 1.401)

  Estanqueidad de las uniones a corto y largo plazo con presión interior (UNE 1.452)

2.20 TUBERIAS DE PVC-O

2.20.1 Definición

Los tubos de PVC –O son de aplicación en redes de saneamiento y drenaje y en impulsiones de hasta 2 N/mm2, tanto para aguas residuales como para drenaje.

La tecnología de fabricación para estos tubos está basada en una reorientación en sentido circunferencial de las moléculas de las tuberías convencionales de PVC-U, de forma que se crea una estructura laminar en la pared del tubo gracias a la que se mejoran notablemente las características físicas y mecánicas.

Las tuberías de PVC- O a emplear en obras se regirán por la normativa UNE- ISO 16.422: 2005

2.20.2 Clasificación y resistencia

Los tubos de PVC-O se clasifican por su DN y PN, tal como se define en la norma UNE- ISO 16.422

Las uniones entre los tubos deben ser flexibles con embocadura y junta de anillo elastómero. No se admitirán nunca las uniones encoladas.

No existen piezas especiales de PVC-O por lo que han de emplearse piezas de otros materiales se usarán preferentemente materiales de fundición, para el uso de otro material será necesaria de la aprobación del Director de Obra.

2.20.3 Geometría

El diámetro nominal (DN) se refiere al diámetro exterior (OD), por lo tanto, para un mismo valor de DN los tubos admiten ser fabricados con diferentes espesores, manteniendo fijo el diámetro exterior.

Los espesores de PVC-O se definen en función de su DN, MRS y PN están normalizadas según UNE- ISO 16.422.

2.20.3.1 Diámetro y espesor de pared

El diámetro exterior nominal y el espesor de pared se´ conformes a la siguiente tabla en función del DN y PN

Diámetros nominales exteriores y espesores nominales

Clase del material	**Presión PN para coeficiente de diseño $C = 1,6$**												
315	6,3		8		10		12,5		16		20		25
355		8		10		12,5		16		20		25	
400	8		10		12,5		16		20		25		
450		10		12,5		16		20		25			
500	10		12,5		16		20		25				
	Presión PN para coeficiente de diseño $C = 1,4$												
450	10		12,5		16		20		25				
500		12,5		16		20		25					
	Presión PN para coeficiente de diseño $C = 2,0$												
315	5		6,3		8		10		12,5		16		20
355		6,3		8		10		12,5		16		20	
400	6,3		8		10		12,5		16		20		25
450		8		10		12,5		16		20		25	
500	8		10		12,5		16		20		25		
Series de tubos S preferentes con valores calculados (Norma ISO 3) y relación de dimensiones normalizadas (SDR)													
S	32,0	28,0	25,0	22,4	20,0	18,0	16,0	14,0	12,5	11,2	10,0	9,0	8,0
S_{calc}	31,623	28,184	25,119	22,387	19,953	17,783	15,849	14,125	12,589	11,220	10,000	8,9125	7,9433
SDR	65,0	57,0	51,0	45,8	41,0	37,0	33,0	29,0	26,0	23,4	21,0	19,0	17,0
d_n	e_n, mm												
63					1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,4	3,8
75			1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	4,0	4,5
90		1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,5	3,9	4,3	4,8	5,4
110	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,1	3,4	3,8	4,2	4,7	5,3	5,9	6,6
125	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,5	3,9	4,3	4,8	5,4	6,0	6,7	7,4
140	2,2	2,5	2,8	3,1	3,5	3,9	4,3	4,8	5,4	6,0	6,7	7,5	8,3
160	2,5	2,8	3,2	3,5	4,0	4,4	4,9	5,5	6,2	6,9	7,7	8,5	9,5
180	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	5,0	5,5	6,2	6,9	7,7	8,6	9,6	10,7
200	3,2	3,5	3,9	4,4	4,9	5,5	6,2	6,9	7,7	8,6	9,6	10,7	11,9
225	3,5	4,0	4,4	5,0	5,5	6,2	6,9	7,7	8,6	9,6	10,8	12,0	13,4
250	3,9	4,4	4,9	5,5	6,2	6,9	7,7	8,6	9,6	10,7	11,9	13,3	14,8
280	4,4	4,9	5,5	6,2	6,9	7,7	8,6	9,6	10,7	12,0	13,4	14,9	16,6
315	4,9	5,5	6,2	6,9	7,7	8,7	9,7	10,8	12,1	13,5	15,0	16,8	18,7
355	5,6	6,2	7,0	7,8	8,7	9,8	10,9	12,2	13,6	15,2	16,9	18,9	21,1
400	6,3	7,0	7,9	8,8	9,8	11,0	12,3	13,7	15,3	17,1	19,1	21,3	23,7
450	7,0	7,9	8,8	9,9	11,0	12,4	13,8	15,4	17,2	19,2	21,5	23,9	26,7
500	7,8	8,8	9,8	11,0	12,3	13,7	15,3	17,1	19,1	21,4	23,9	26,6	29,7
560	8,8	9,8	11,0	12,3	13,7	15,4	17,2	19,2	21,4	23,9	26,7	29,8	33,2
630	9,9	11,0	12,3	13,8	15,4	17,3	19,3	21,6	24,1	26,9	30,0	33,5	37,4
710	11,2	12,4	14,1	15,4	17,5	19,2	21,8	24,4	27,6	30,2	34,2	37,3	42,2
800	12,6	14,0	15,9	17,4	19,8	21,6	24,5	27,4	31,1	34,0	38,5	42,0	47,6
900	14,1	15,7	17,9	19,6	22,2	24,3	27,6	30,9	35,0	38,2	43,3	47,3	53,5
1 000	15,7	17,5	19,9	21,7	24,7	27,0	30,6	34,3	38,9	42,5	48,1	52,5	59,4

2.20.3.2 Longitud

Los tubos se suministrarán en la longitud estándar de 6, 11 o 18 metros excluida la profundidad de la campana.

2.20.4 Control de calidad

Las superficies internas y externa de los tubos deben ser lisas, limpias y exentas de muescas, cavidades y de otros defectos superficiales.

Se exigirá el Marca Aenor, o el Certificado de Conformidad Aenor, para su recepción en obra.

Todos los tubos y piezas deben ir marcados, de forma legible y durable en intervalos no mayores de 1 metro, con las siguientes identificaciones como mínimo:

- Nombre del suministrador, fabricante o nombre comercial.
- Fecha de fabricación (año).
- Diámetro nominal DN
- Presión nominal PN
- Espesor nominal e
- Referencia a la norma UNE- ISO 16.422
- Marca de calidad de producto, en su caso.

La Dirección de Obra podrá exigir certificados que acrediten el control de calidad de todos los lotes correspondientes a los tubos suministrados de al menos los siguientes elementos, según lo indicado en la normativa de aplicación (UNE-ISO 6.422 principalmente):

- Ensayos de control de características geométricas.

  Diámetro espesor.

  Espesor

  Ovalación

- Características mecánicas.

  Resistencia mecánica

  Resistencia al impacto

- Control de la estanqueidad.

  Estanqueidad al agua.

  Resistencia a la presión interna.

  Estanqueidad de las uniones con junta elastomérica.

  Estanqueidad de las uniones a corto y largo plazo con presión interior

2.21 TUBERÍAS DE POLIETILENO

2.21.1 Características Generales. Materiales

El polietileno puro empleado deberá ser fabricado a baja presión, llamado polietileno de alta densidad.

Los tubos se compondrán de resina de polietileno, con las siguientes características:

- Resina de polietileno, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN ISO 17855, y UNE 12201.
- Negro de carbono o pigmentos. su contenido en peso en los tubos y piezas especiales debe ser de 2 a 2,50% y su dispersión menor de grado 3, conforme a lo especificado por la norma ISO 18553
- Aditivos, tales como antioxidantes, estabilizadores o colorantes. Sólo podrán emplearse aquellos aditivos necesarios para la fabricación y utilización de los productos, de acuerdo con los requerimientos de las partes aplicables de UNE-EN 12201. Su proporción no será mayor de tres décimas por ciento (0,3%), y siempre que su empleo sea aceptable según el Código Alimentario Español.

Los materiales que constituyan el tubo o la tubería no deben ser solubles en el agua, ni pueden darle sabor u olor o modificar sus características. A este respecto es de aplicación lo especificado por la vigente RTSAP en el caso de agua potable.

En general, en la fabricación de los tubos y/o de las piezas especiales no se utilizará material reprocesado, excepto cuando éste provenga del propio proceso de fabricación o de los ensayos que se realicen en fábrica, siempre que los mismos hayan sido satisfactorios.

Dichas tuberías están fabricadas a baja presión (alta densidad) y deberán ser del tipo mínimo PE 100 según Norma UNE 12201, cumpliendo con las siguientes características.

- Peso específico mayor de novecientas treinta milésimas de gramo por mililitro (0,930 gr/ml) (UNE-EN ISO 1183)
- Contenido de agua < 300 mg/kg
- Contenido de materias volátiles < 350 mg/kg
- Tiempo de inducción a la oxidación > 20 min
- Coeficiente de dilatación lineal entre doscientas (200) y doscientas treinta (230) millonésimas por grado centígrado para PE100. En este tipo de materiales los movimientos producidos por la dilatación dan lugar, en las coacciones, a incrementos tensionales de poca consideración (UNE 53126).
- Índice de fluidez se fija como máximo en 20% del calor obtenido con la materia prima utilizada. para PE 100 (UNE EN ISO 1133).
- Módulo de elasticidad a veinte grados centígrados (20ºC) a corto plazo E0 igual o mayor que mil (1000) Mpa; módulo de elasticidad a veinte grados centígrados (20ºC) a largo plazo (50 años) E50 igual o mayor a ciento cincuenta (150) Mpa para PE 100 (UNE 53331)
- La resistencia mínima a flexotracción a corto o largo plazo (50 años) será, respectivamente 30 ó 14,4 N/mm2 (UNE 53331).

En el caso de uso del material para saneamiento sin presión se respetará adicionalmente todo lo establecido en la UNE-EN 12.666 *Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado*

En el caso de uso del material para saneamiento sin presión se respetará adicionalmente todo lo establecido en la UNE-EN 12.666 *Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado*

En el caso de uso de tubería de pared estructurada en polietileno se respetará adicionalmente todo lo establecido en la UNE-EN 13.476 *Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento enterrado sin presión. Sistemas de canalización de pared estructurada de polietileno (PE).*

Los tubos de polietileno se fabricarán en instalaciones especialmente preparadas con todos los dispositivos necesarios para obtener una producción sistematizada y con un laboratorio mínimo necesario para comprobar por muestreo al menos las condiciones de resistencia y absorción exigidas al material.

Los tubos se marcarán exteriormente y de manera visible con los datos mínimos exigidos en el presente pliego así como en la normativa de aplicación.

2.21.2 Clasificación. Resistencia

Los tubos de polietileno para abastecimiento se clasificarán por su MRS (tensión mínima requerida a tracción para el material), DN y PN. No obstante, al estar directamente relacionada la PN con la serie S y con la relación SDR, podría utilizarse alguno de estos dos parámetros alternativamente a la PN.

En el caso de tubería para saneamiento en lámina libre, los tubos se clasifican por su DN y su SN. No obstante, al estar directamente relacionada la SN con la serie S y, también por lo tanto, con la relación SDR, podría utilizarse alguno de estos dos parámetros alternativamente a la SN.

Para canalización en presión los diámetros nominales que se utilicen serán los de la siguiente serie (mm): 16, 20,25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1.000, 1.200, 1.400, 1.600

En canalizaciones para saneamiento en lámina libre la serie disponible en diámetros es la siguiente (para rigideces SN4 y SN8): 110, 125, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 450, 500, 630, 800, 1.000, 1.200, 1.400, 1.600.

Uniones

Los tipos de uniones habituales en los tubos de PE son las siguientes:

- Unión soldada térmicamente a tope
- Unión por electrofusión
- Unión mediante accesorios mecánicos

En el caso de tubos de polietileno de pared estructurada helicoidal para saneamiento en lámina libre, podrán ser unidos mediante electrofusión, bien mediante unión mecánica desmontable.

No se admitirán d ningún modo piezas especiales fabricadas por la unión mediante pegamento de diversos elementos.

En tuberías de pequeño diámetro (ramales, acometidas, etc.) se cuidará especialmente el tipo de junta adoptada.

En el caso de tramos de conducción que no han sido proyectados, el Contratista someterá obligatoriamente a su aprobación los datos siguientes: sección de los tubos, espesor de sus paredes y tipo de junta empleada, acompañado todo ello de los cálculos hidráulicos y mecánicos justificativos de la solución que se propone.

2.21.3 Geometría

Se respetarán las dimensiones normalizadas y tolerancias (diámetros, espesores, ovalación y longitudes) indicados en la norma UNE-EN 12201.

En el caso de uso del material para saneamiento sin presión se respetará todo lo establecido en cuanto a geometría en la UNE-EN 12.666

En el caso de uso de tubería de pared estructurada en polietileno se respetará adicionalmente todo lo establecido en la UNE-EN 13.476

2.21.4 Control de calidad

Se exigirá el Marca Aenor, o el Certificado de Conformidad Aenor, para su recepción en obra.

Todos los tubos y piezas especiales deben ir marcados con, al menos, las siguientes identificaciones:

- Nombre del suministrador, fabricante o nombre comercial.
- Fecha de fabricación (mes y año).
- Tipo de material.
- Diámetro nominal, DN.
- Presión nominal, PN (excepto en saneamiento en lámina libre)
- Espesor nominal, e (no necesariamente en las piezas especiales) o rigidez nominal en el caso de saneamiento en lámina libre
- Referencia a la norma UNE correspondiente en cada aplicación.
- Marca de calidad en su caso.

La Dirección de Obra podrá exigir certificados que acrediten el control de calidad de todos los lotes correspondientes a los tubos suministrados de al menos los siguientes elementos, según lo indicado en la normativa de aplicación (UNE-EN 12201 principalmente)

- Control del material
  - Características mecánicas: MRS y alargamiento en rotura
  - Características físicas
- Control de tubos.
  - Resistencia a presión hidráulica interior a 80º
  - Propagación de fisuras

En el caso de uso de tubería de pared estructurada en polietileno se respetará adicionalmente todo lo establecido en la UNE-EN 13.476

El material de los tubos estará exento de grietas, granulaciones, burbujas o faltas de homogeneidad de cualquier tipo. Las paredes serán suficientemente opacas para impedir el crecimiento de algas o bacterias, cuando las tuberías queden expuestas a la luz solar.

Las condiciones de funcionamiento de las juntas y uniones deberán ser justificadas con los ensayos realizados en un laboratorio oficial, y no serán inferiores a las correspondientes al propio tubo.

El fabricante comunicará a la Dirección de Obra las fechas de la realización de las pruebas de la partida correspondiente.

2.22 TUBERÍAS DE POLIPROPILENO

2.22.1 Características Generales. Materiales

Los materiales básicos que constituyen los tubos de Polipropileno son los siguientes:

- Resina de polipropileno técnicamente pura (menos del 1% de impurezas).
- Aditivos, tales como lubrificantes, estabilizadores, colorantes o modificadores de las propiedades finales, que mejoren la calidad del producto. No deben añadirse sustancias plastificantes, ni utilizarse estos aditivos en cantidades tales que puedan dar lugar a elementos tóxicos, que puedan provocar crecimientos microbianos, perjudicar el proceso de fabricación, así como afectar desfavorablemente a las propiedades físicas, químicas o mecánicas del material, especialmente en lo que se refiere a la resistencia a largo plazo y al impacto.

En general, en la fabricación de los tubos, no se debe utilizar material reprocesado, excepto cuando éste provenga del propio proceso de fabricación o de los ensayos que se realicen en fábrica, siempre que los mismos hayan sido satisfactorios.

Dichas tuberías están fabricadas según Norma UNE-EN 1852, cumpliendo con las siguientes características.

- Peso específico mayor de novecientas milésimas de gramo por mililitro (0,900 gr/ml)
- Coeficiente de dilatación lineal 0.14 mm/mK
- Conductividad térmica 0,20 W/km
- Calor específico 2.000 J/kgK
- Módulo de elasticidad a veinte grados centígrados (20ºC) a corto plazo E_0 igual o mayor que mil doscientos cincuenta (1250) Mpa; módulo de elasticidad a veinte grados centígrados (20ºC) a largo plazo (50 años) E_{50} igual o mayor a setecientos (700) Mpa.
- Estabilidad dimensional de tubos <2%
- La resistencia al impacto < 10%

En el caso de uso de tubería de pared estructurada en polipropileno se respetará adicionalmente todo lo establecido en la UNE-EN 13.476 *Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento enterrado sin presión. Sistemas de canalización de pared estructurada de polipropileno (PP).*

Los tubos de polipropileno se fabricarán en instalaciones especialmente preparadas con todos los dispositivos necesarios para obtener una producción sistematizada y con un laboratorio mínimo necesario para comprobar por muestreo al menos las condiciones de resistencia y absorción exigidas al material.

Los tubos se marcarán exteriormente y de manera visible con los datos mínimos exigidos en el presente pliego así como en la norma UNE-EN 1.852.

2.22.2 Clasificación. Resistencia

En el caso de polipropileno para saneamiento en lámina libre, los tubos se clasifican por su DN y su SN. No obstante, al estar directamente relacionada la SN con la serie S y, también por lo tanto, con la relación SDR, podría utilizarse alguno de estos dos parámetros alternativamente a la SN.

Para canalización de saneamiento en lámina libre (series SN4 y SN8) los diámetros nominales que se utilicen serán los de la siguiente serie (mm): 110, 125, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 450, 500, 630, 800, 1.000, 1.200, 1.400, 1.600

Aunque no normalizadas en UNE-EN 1.852-1, un valor de referencia de la resistencia a la tracción (el MRS) de los tubos de polipropileno es 17,5 N/mm2. El alargamiento a la rotura suele ser del orden del 500%.

Uniones

Los tipos de uniones habituales en los tubos de PP son las siguientes:

- Unión elástica con anillo elastomérico
- Unión soldada térmicamente a tope
- Unión por electrofusión
- Unión mediante accesorios mecánicos

No se admitirán d ningún modo piezas especiales fabricadas por la unión mediante pegamento de diversos elementos.

En el caso de tubos de polipropileno de pared estructurada para saneamiento en lámina libre, se empleará habitualmente unión flexible con anillo elastomérico.

En tuberías de pequeño diámetro (ramales, acometidas, etc.) se cuidará especialmente el tipo de junta adoptada.

En el caso de tramos de conducción que no han sido proyectados, el Contratista someterá obligatoriamente a su aprobación los datos siguientes: sección de los tubos, espesor de sus paredes y tipo de junta empleada, acompañado todo ello de los cálculos hidráulicos y mecánicos justificativos de la solución que se propone.

2.22.3 Geometría

Se respetarán las dimensiones normalizadas y tolerancias (diámetros, espesores, ovalación y longitudes) indicados en la norma UNE-EN 1852.

En el caso de uso de tubería de pared estructurada en polipropileno se respetará adicionalmente todo lo establecido en la UNE-EN 13.476

La longitud en los tubos de PP para aplicaciones sin presión no está normalizada, si bien un valor habitual para la misma es 6 metros.

2.22.4 Control de calidad

Se exigirá el Marca Aenor, o el Certificado de Conformidad Aenor, para su recepción en obra.

Todos los tubos y piezas especiales para uso en saneamiento en lámina libre deben ir marcados con, al menos, las siguientes identificaciones:

- Nombre del suministrador, fabricante o nombre comercial.
- Fecha de fabricación (mes y año).
- Tipo de material.
- Diámetro nominal, DN.
- Rigidez nominal SN
- Referencia a la norma UNE 1.852.
- Marca de calidad en su caso.

Se exigirán certificados que acrediten el control de calidad establecido por la UNE-EN 1852 tanto en lo relativo al material como a los propios tubos.

En el caso de uso de tubería de pared estructurada en polipropileno se respetará adicionalmente todo lo establecido en la UNE-EN 13.476

El material de los tubos estará exento de grietas, granulaciones, burbujas o faltas de homogeneidad de cualquier tipo. Las paredes serán suficientemente opacas para impedir el crecimiento de algas o bacterias, cuando las tuberías queden expuestas a la luz solar.

Las condiciones de funcionamiento de las juntas y uniones deberán ser justificadas con los ensayos realizados en un laboratorio oficial, y no serán inferiores a las correspondientes al propio tubo.

El fabricante comunicará a la Dirección de Obra las fechas de la realización de las pruebas de la partida correspondiente.

2.23 TUBERIAS DE PRFV

2.23.1 Definición y características de los materiales

Los tubos de PRFV son del tipo heterogéneo (formados por una resina de poliéster fibras de vidrio y cargas estructurales cuando lo permita la fabricación), son de utilización en redes de saneamiento hasta diámetro 3.000 mm y 3,2 N/mm2 de presión.

Los materiales empleados en la fabricación de los tubos son fundamentalmente:

Resinas: Una resina de poliéster no saturado, adecuada para resistir la acción agresiva de las aguas que vayan a estar en contacto, tanto internamente como externamente. Debe de tener una temperatura de distorsión térmica de al menos 70 º C.

Fibra de vidrio: La fibra de vidrio será de tipo "E" o "C" en sus formas de hilo continuo (roving), fieltro (mat), etc. según lo especificado en la norma UNE- EN ISO 2.078.

Varios: Además normalmente suele utilizarse cierto tipo de cargas tales como arena, que deberán tener un tamaño máximo de 1/5 del espesor de la pared del tubo y/o como máximo 2,5 mm y en general serán silicos.

Los tubos serán rectos y tendrán su sección transversal circular y los extremos estarán cortados perpendicularmente al eje longitudinal.

Las condiciones de resistencia de estos tubos hacen imprescindible una ejecución cuidadosa del relleno de la zanja.

Este tipo de tuberías está especialmente indicado para transportar agua de residuos industriales.

Se debe de cumplir la normativa:

- UNE- EN 1.796- Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resina de poliéster insaturada (UP)
- EN- 681- Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para las juntas de estanqueidad en canalizaciones de agua y en drenaje.

2.23.2 Clasificación y Resistencia

El tubo será una pieza estructural cuyo espesor estará dividido en 3 partes diferenciadas:

- Revestimiento interior.- Debe garantizar las características hidráulicas, químicas y la resistencia a la abrasión del tubo. Puede estar constituido por una resina termoestable o bien una resina termoplástica.
- Parte estructural.- Consiste básicamente en una resina termoestable, fibra de vidrio y, en su caso, carga estructural de arena silícea u otro material inerte.
- Revestimiento exterior.- Estará constituida una por resina termoestable y en su caso aditivos que garanticen sus propiedades o áridos y con o sin esfuerzo de vidrio o de filamentos sintéticos.

Los tubos de PRFV en aplicaciones sin presión se clasifican por su DN, su SN; en aplicaciones con presión, además deberá especificarse la PN, según lo establecido en la norma UNE- EN 1.796. El diámetro nominal se refiere al ID.

Los tubos y piezas especiales pueden estar provistos con diferentes tipos de uniones:

- Uniones rígidas.
  - Con bridas fijas y móviles.

- Vendadas a tope (o laminadas)

- Uniones flexibles.
  - Con enchufe y extremo liso con anillo elastómerico (en ocasiones doble anillo)
  - Con manguitos y elemento de estanqueidad (también doble anillo)
  - Autotrabada, en esfuerzos de tracción.

En uniones flexibles la desviación angular admisible debe ser inferior a 0,3 % de la longitud de los tubos a unir.

2.23.3 Geometría

Se definen dos series de tuberías serie A y serie B:

- Serie A: Definida por su diámetro interior
- Serie B: Definida por su diámetro exterior, asimismo la serie B se subdivide en B1, B2, B3 y B4. La serie B1 es genérica mientras que el resto son compatibles con otros materiales, B2 con accesorios de fundición, B3 con accesorios de PVC y B4 con accesorios de acero).

2.23.3.1 Diámetro y tolerancias

Serie A: Los valores del diámetro máximos y mínimos interiores y las tolerancias deben de estar de acuerdo con los valores de la siguiente tabla:

Medidas en milímetros

Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4
Diámetro nominal	Intervalo del diámetros interiores declarados del tubo		Desviaciones permitidas con respecto al diámetro interior declarado
DN	mínimo	máximo	± mm
100	97	103	1,5
110	107	113	1,5
125	122	128	1,5
150	147	153	1,5
200	196	204	1,5
225	221	229	1,5
250	246	255	1,5
300	296	306	1,8
350	346	357	2,1
400	396	408	2,4
450	446	459	2,7
500	496	510	3,0
600	595	612	3,6
700	695	714	4,2
800	795	816	4,2
900	895	918	4,2
1000	995	1 020	5,0
1200	1 195	1 220	5,0
1400	1 395	1 420	5,0
1600	1 595	1 620	5,0
1800	1 795	1 820	5,0
2000	1 995	2 020	5,0
2200	2 195	2 220	5,0
2400	2 395	2 420	6,0
2600	2 595	2 620	6,0
2800	2 795	2 820	6,0
3000	2 995	3 020	6,0
3200	3 195	3 220	6,0
3400	3 395	3 420	6,0
3600	3 595	3 620	6,0
3800	3 795	3 820	7,0
4000	3 995	4 020	7,0

NOTA 1 Cuando de la tabla 3 se selecciona un tamaño no preferente, el intervalo de diámetros y las desviaciones permitidas se deben interpolar entre los tamaños preferentes inmediatamente superior e inferior al tamaño no preferente.

NOTA 2 Cuando un fabricante suministra tubos con una variación definible en el diámetro de un extremo al otro, debe declarar los diámetros de cada extremo y estos valores declarados deben someterse a las tolerancias indicadas en la columna 4.

Serie B1: Los valores del diámetro máximos y mínimos exteriores y las tolerancias deben de estar de acuerdo con los valores de la siguiente tabla:

Medidas en milímetros

Tamaño nominal	Diámetro exterior del tubo	Desviaciones permitidas		Tamaño nominal	Diámetro exterior del tubo	Desviaciones permitidas	
		Límite superior	Límite inferior			Límite superior	Límite inferior
DN	mm			DN	mm		
300	310	+1,0	-1,0	1800	1 842	+2,0	-3,0
350	361		-1,2	2000	2 046		-3,0
400	412		-1,4	2200	2 250		-3,2
450	463		-1,6	2400	2 453		-3,4
500	514		-1,8	2600	2 658		-3,6
600	616		-2,0	2800	2 861		-3,8
700	718		-2,2	3000	3 066		-4,0
800	820		-2,4	3200	3 270		-4,2
900	924		-2,6	3400	3 474		-4,4
1000	1 026		-2,6	3600	3 678		-4,6
1200	1 229	+2,0	-2,6	3800	3 882		-4,8
1400	1 434		-2,8	4000	4 086		-5,0
1600	1 638		-2,8				

Cuando de la tabla 3 se selecciona un tamaño no preferente, el intervalo de diámetros y las desviaciones permitidas se deben interpolar entre los tamaños preferentes inmediatamente superior e inferior al tamaño no preferente.

Serie B2, B3, B4: Los valores del diámetro máximos y mínimos exteriores y las tolerancias deben de estar de acuerdo con los valores de la siguiente tabla:

Medidas en milímetros

Tamaño nominal [a] DN-OD	Serie B2			Serie B3			Serie B4		
	Diámetro exterior	Desviación permitida		Diámetro exterior	Desviación permitida		Diámetro exterior	Desviación permitida	
		Límites superior	Límites inferior		Límites superior	Límites inferior		Límites superior	Límites inferior
100	115,0	+1,0	+0,3	110	+0,4	0	114,3	+1,5	-0,2
125	141,0		+0,2	125	+0,4		139,7		
150	167,0		+0,1	160	+0,5		168,3		
200	220,0		0,0	200	+0,6		219,1		
225	—		—	225	+0,7		—		
250	271,8		-0,2	250	+0,8		273,0		
300	323,8		-0,3	315	+1,0		323,9		
350	375,7		-0,3	355	+1,1		—		
400	426,6		-0,3	400	+1,3		—		
450	477,6		-0,4	450	+1,4		—		
500	529,5		-0,4	500	+1,5		—		
600	632,5		-0,5	630	+1,9		—		

[a] Cuando de la tabla 3 se selecciona un tamaño no preferente, el intervalo de diámetros y las desviaciones permitidas se deben interpolar entre los tamaños preferentes inmediatamente superior e inferior al tamaño no preferente.

2.23.3.2 Longitud

La longitud nominal de los tubos, expresada en metros se recomienda se seleccione entre las siguientes: 3, 5, 6,12 y 18.

2.23.3.3 Tolerancia de la longitud efectiva

La tolerancia de la longitud efectiva es ± 60 mm, siendo la longitud efectiva la longitud total del tubo menos la profundidad de inserción recomendada por el fabricante.

2.23.3.4 Espesor de pared

Los espesores de pared los fijará el fabricante en sus catálogos y serán calculados teniendo en cuenta la rigidez circunferencial específica a corto plazo y no debe ser inferior a 3 mm.

2.23.4 Control de calidad

La superficie exterior será regular; la superficie interior será lisa. Ambas estarán libres de fisuras y sin afloración de fibras. Además la superficie interior deberá estar constituida, con resina resistente químicamente a los productos que haya de transportar y en cantidad suficiente que asegure el aislamiento de los elementos estructurales.

Se exigirá el Marca Aenor, o el Certificado de Conformidad Aenor, para su recepción en obra.

Todos los tubos y piezas deben ir marcados, de forma legible y durable, con las siguientes identificaciones como mínimo:

- Nombre del suministrador, fabricante o razón comercial.
- Referencia a la norma UNE-EN 14.364
- Mes de fabricación (mes y año).
- Diámetro nominal (DN).
- Serie de diámetros (A, B1, B2, B3 o B4).
- Presión nominal (PN), en su caso
- Rigidez nominal (SN) en su caso.
- Marca de calidad de producto en su caso.

La Dirección de Obra podrá exigir certificados que acrediten el control de calidad de todos los lotes correspondientes a los tubos suministrados de al menos los siguientes elementos, según lo indicado en la normativa de aplicación (UNE-EN 1.796/ EN 14.364 principalmente):

- Ensayos de control de características geométricas.
  - Diámetro y tolerancias.
  - Espesor
- Características mecánicas.
  - Rigidez circunferencial (corto y largo plazo)
  - Resistencia inicial y a la rotura (flexión)
  - Estanqueidad al agua.
- Control de las uniones /en función del tipo de unión)
  - Ensayos en uniones flexibles no resistentes a esfuerzos axiales.
  - Ensayos en uniones flexibles resistentes a esfuerzos axiales.
  - Ensayos en uniones laminadas
  - Ensayos en uniones con bridas

2.24 ELEMENTOS ESTRUCTURALES PREFABRICADOS

2.24.1 Definición

Se definen como piezas prefabricadas de hormigón armado aquellos elementos constructivos de hormigón fabricados "in situ" o en taller que se colocan o montan una vez fraguados. Incluye las piezas de los pasos inferiores de carreteras y cualquier otro elemento cuya prefabricación haya sido propuesta por el Contratista y aceptada por la Dirección de Obra.

Se definen como piezas especiales prefabricadas de hormigón pretensado aquéllos elementos constructivos de hormigón pretensado fabricados en instalaciones industriales fijas y que se colocan o montan una vez adquirida la resistencia necesaria. Incluye las piezas de las vigas para pasos inferiores o superiores de viales o acueductos y cualquier otro elemento indicado en el Proyecto propuesto por el Contratista y aprobado por la Dirección de Obra.

2.24.2 Características geométricas y mecánicas

Los elementos prefabricados se ajustarán totalmente a la forma, dimensiones y características mecánicas especificadas en los Planos y Pliego; si el Contratista pretende modificaciones de cualquier tipo, su propuesta debe ir acompañada de la justificación de que las nuevas características cumplen, en iguales o mejores condiciones, la función encomendada en el conjunto de la obra el elemento de que se trate. La aprobación por la Dirección de Obra, en su caso, no libera al Contratista de la responsabilidad que le corresponde por la justificación presentada.

En los casos en que el Contratista proponga la prefabricación de elementos que no estaban proyectados como tales, acompañará a su propuesta descripción, planos, cálculos y justificación de que el elemento prefabricado cumple, en iguales o mejores condiciones que el no prefabricado-proyectado, la función encomendada en el conjunto de la obra al elemento de que se trate. La aprobación de la Dirección de Obra, en su caso, no libera al Contratista de la responsabilidad que le corresponde en este sentido.

El importe de los trabajos en ningún caso superará lo previsto para el caso en que se hubiera realizado según lo proyectado. La aprobación de la Dirección de Obra, en su caso, no liberará al Contratista de la responsabilidad que le corresponde en este sentido.

2.24.3 Expediente de fabricación

El Contratista deberá presentar a la aprobación de la Dirección de Obra un expediente en el que se recojan las características esenciales de los elementos a fabricar, materiales a emplear, proceso de fabricación, detalles de la instalación "in situ" o en taller, tolerancias y controles durante la fabricación, pruebas finales de los elementos fabricados, precauciones durante su manejo, transporte y almacenaje y prescripciones relativas a su montaje y acoplamiento otros elementos, todo ello de acuerdo con las prescripciones que los Planos y el Pliego establezcan para los elementos en cuestión.

En el proyecto de estructuras y elementos prefabricados, dado el carácter evolutivo de su construcción, deben considerarse tanto en el análisis de esfuerzos como en las comprobaciones de Estados Límites: las situaciones transitorias, los apoyos provisionales y definitivos y las conexiones entre las distintas piezas.

La aprobación por la Dirección de Obra de la propuesta del Contratista no implica la aceptación de los elementos prefabricados, que queda supeditada al resultado de los ensayos pertinentes.

2.24.4 Materiales

Serán de aplicación todas las condiciones establecidas en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE Vigente.

Cuando los elementos prefabricados sean de hormigón armado los materiales a emplear en su fabricación serán, como mínimo, los siguientes:

- Salvo en aquellos elementos para los cuales se requiera una resistencia mayor, ya sea en el presente Pliego, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en los Planos de Proyecto, se empleará hormigón HA–25 como mínimo para elementos prefabricados en obra y HA–30 para elementos prefabricados en fábrica.
- Armadura B–400S.

Asimismo, deberán cumplir las condiciones establecidas en el presente Pliego para las estructuras de hormigón armado.

Los materiales a emplear en la fabricación de los elementos de hormigón pretensado deberán ser aprobados por la Dirección de Obra y habrán de cumplir las condiciones establecidas en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

2.24.5 Encofrados

Los encofrados y sus elementos de enlace, cumplirán todas las condiciones de resistencia, indeformabilidad, estanqueidad y lisura interior, para que sean cumplidas las tolerancias de acabado que se establezcan en este Pliego.

La Dirección de Obra podrá ordenar la retirada de los elementos de encofrado que no cumplan estos requisitos.

Los encofrados de madera, se emplearán excepcionalmente, salvo en los casos en que este material tenga el tratamiento previo necesario para asegurar su impermeabilidad, indeformabilidad, perfecto acabado de la superficie, y durabilidad. Los tableros del encofrado de madera común deberán humedecerse antes del hormigonado, y estar montados de forma que se permita el entumecimiento sin deformación.

Se podrá hacer uso de desencofrado, con las precauciones pertinentes, después de haber hecho pruebas, y lo haya autorizado la Dirección de Obra.

2.24.6 Hormigonado de las piezas

Será de aplicación lo que se establece en este Pliego para la puesta en obra del hormigón, en las tuberías de hormigón armado.

La compactación se realizará por vibración o vibrocompresión.

El empleo de vibradores estará sujeto a las normas indicadas por la experiencia.

Si se emplean vibradores de superficie, se desplazarán lentamente, para que refluya la lechada uniformemente, quedando la superficie totalmente húmeda.

Los vibradores internos tendrán una frecuencia mínima de seis mil ciclos por minuto.

El hormigonado por tongadas, obliga a llevar el vibrador hasta que la punta entre en la tongada subyacente.

La distancia entre puntos de vibrado y la duración de éste en cada punto, deben determinarse mediante ensayos, con cada tipo de mezcla y pieza. Una humectación brillante en toda la superficie, puede indicar

una compactación por vibrado suficiente. Es preferible muchos puntos de vibrado breve, a pocos de vibración prolongada.

Si el vibrado se hace con el encofrado o molde, los vibradores deberán estar firmemente sujetos y dispuestos de forma que su efecto se extienda uniformemente a toda la masa.

Otros métodos de compactación deberán estar avalados por experimentación suficiente, antes de aplicarlos a piezas que vayan a ser empleadas en obra.

No se establecerán juntas de hormigonado no previstas en los Planos. Antes de iniciar el hormigonado de una pieza, se tendrá total seguridad de poder terminar en la misma jornada.

2.24.7 Curado

El curado podrá realizarse con vapor de agua, a presión normal, y tratamiento continuo.

Cuando se empleen métodos de curado normal, se mantendrán las piezas protegidas del sol y de corrientes de aire, debiendo estar las superficies del hormigón constantemente humedecidas.

Cuando se emplee vapor de agua en el curado deberá previamente haberse justificado, ante la Dirección de Obra, el proceso a seguir, mediante ensayos que atienden a los siguientes aspectos:

- Periodo previo necesario de curado normal al aire, a temperatura ordinaria.
- Tiempo necesario para incrementar la temperatura desde la ambiente a la máxima.
- Máxima temperatura que debe alcanzarse.
- Período de tiempo que la pieza debe estar a la máxima temperatura.
- Velocidad de enfrentamiento, desde la máxima temperatura hasta llegar a la temperatura ordinaria.

De esta forma se establecerá el tiempo total que durará el proceso de curado.

Si durante el proceso de curado de una pieza, se produce una avería en la instalación, deberá repetirse el proceso completo, o aplicar el método normal de curado al aire, durante un período mínimo de siete (7) días.

Todas las piezas curadas al vapor deberán tener además, un período adicional de curado normal de cuatro (4) días.

Durante el curado normal, se mantendrán húmedas las superficies del hormigón, con agua que cumpla lo exigido en este Pliego.

Cuando, después de un proceso completo de curado con vapor, se hayan alcanzado las resistencias mínimas exigidas para el transporte, y antes de iniciarse éste, la Dirección de Obra podrá exigir el empleo de un líquido de curado de calidad conocida, si a su juicio es necesario.

2.24.8 Desencofrado, acopio, transporte, descarga y manipulación

El encofrado se retirará sin producir sacudidas o choques a la pieza. Simultáneamente se retirarán todos los elementos auxiliares del encofrado. En todas las operaciones de manipulación, transporte, acopio y colocación en obra, los elementos prefabricados no estarán sometidos en ningún punto a tensiones más desfavorables de las establecidas como límite en un cálculo justificativo que habrá de presentar el Contratista con una antelación mínima de 30 días al de comienzo de la fabricación de las piezas.

Los puntos de suspensión y apoyo de las piezas prefabricadas, durante las operaciones de manipulación y transporte, deberán ser establecidos teniendo en cuenta lo indicado en el párrafo anterior y claramente señalados en las piezas, e incluso disponiendo en ellas de los ganchos o anclajes, u otros dispositivos, especialmente diseñados para estas operaciones de manipulación, acopio y transporte.

El Contratista, para uso de su personal, y a disposición de la Dirección de Obra, deberá redactar instrucciones concretas de manejo de las piezas, para garantizar que las operaciones antes citadas, son realizadas correctamente.

Además de las exigencias derivadas de la reglamentación vigente en materia de transporte, en el caso de los elementos prefabricados se deberá tener en cuenta, como mínimos, las siguientes condiciones:

- El apoyo sobre las cajas del camión no deberá introducir esfuerzos en los elementos no contemplados en el correspondiente proyecto,
- La carga deberá estar atada para evitar movimientos indeseados de la misma,
- Todas las piezas deberán estar separadas mediante los dispositivos adecuados para evitar impactos entre las mismas durante el transporte, en el caso de que el transporte se efectúe en edades muy tempranas del elemento, deberá evitarse su desecación durante el mismo.

Para su descarga y manipulación en la obra, el Constructor, o en su caso, el Suministrador del elemento prefabricado, deberá emplear los medios de descarga adecuados a las dimensiones y peso del elemento, cuidando especialmente que no se produzcan pérdidas de alineación o verticalidad que pudieran producir tensiones inadmisibles en el mismo. En cualquier caso, se seguirán las instrucciones indicadas por cada fabricante para la manipulación de los elementos. Si alguno de ellos resultara dañado, pudiendo afectar a su capacidad portante, se procederá a su rechazo.

2.24.9 Acopio en obra

En su caso, se procurará que las zonas de acopios sean lugares suficientemente grandes para que permita la gestión adecuada de los mismos sin perder la necesaria trazabilidad, a la vez que sean posibles las maniobras de camiones o grúas, en su caso.

Los elementos deberán acopiarse sobre apoyos horizontales que sean lo suficientemente rígidos en función de las características del suelo, de sus dimensiones y del peso. En el caso de viguetas y losas alveolares, se apilarán limpias sobre durmientes que coincidirán en la misma vertical, con vuelos, en su caso, no mayores que 0,50 m, ni alturas de pila superiores a 1,50 m, salvo que el fabricante indique otro mayor.

En su caso, las juntas, fijaciones, etc., deberán ser también acopiadas en un almacén, de manera que no se alteren sus características y se mantenga la necesaria trazabilidad.

2.24.10 Montaje de elementos prefabricados

El montaje de los elementos prefabricados deberá ser conforme con lo establecido en el proyecto y, en particular, con lo indicado en los planos y detalles de los esquemas de montaje, con la secuencia de operaciones del programa de ejecución así como con las instrucciones de montaje que suministre el fabricante de producto prefabricado.

En función del tipo de elemento prefabricado, puede ser necesario que el montaje sea efectuado por personal especializado y con la debida formación.

2.24.10.1 Viguetas y losas alveolares

2.24.10.1.1 Colocación de viguetas y piezas de entrevigado

El apuntalado se efectuará de acuerdo con lo establecido al efecto en el apartado 68.2 de la Instrucción. Una vez niveladas las sopandas, se procederá a la colocación de las viguetas con el intereje que se indique en los planos, mediante las piezas de entrevigado extremas. Finalizada esta fase, se ajustarán los puntales y se procederá a la colocación de las restantes piezas de entrevigado.

2.24.10.1.2 Desapuntalado

Los plazos de desapuntalado serán los indicados en el Artículo 74º de la EHE-08. Para modificar dichos plazos, el Constructor presentará a la Dirección facultativa para su aprobación un plan de desapuntalado acorde con los medios materiales disponibles, debidamente justificado y donde se establezcan los medios de control y seguridad apropiados.

El orden de retirada de los puntales será desde el centro de vano hacia los extremos y en el caso de voladizos, del vuelo hacia el arranque. No se entresacarán ni retirarán puntales sin la autorización previa de la Dirección Facultativa.

No se desapuntalará de forma súbita y se adoptarán las precauciones debidas para impedir el impacto de las sopandas y puntales sobre el forjado.

2.24.10.2 Realización de tabiques divisorios

En la ejecución de los elementos divisorios constituidos por tabiques rígidos, se adoptarán las soluciones constructivas que sean necesarias para minimizar el riesgo de aparición de daños en los tabiques como consecuencia del apoyo del forjado y la transmisión de cargas de los pisos superiores a través de los tabiques.

2.24.10.3 Otros elementos prefabricados lineales

En el montaje de vigas prefabricadas, se adoptarán las medidas oportunas para evitar que se produzcan corrimientos de los apoyos.

El proyecto deberá incluir, en su caso, un estudio del montaje de los elementos prefabricados que requieran arriostramientos provisionales para evitar posibles problemas de inestabilidad durante el montaje de la estructura.

2.24.11 Uniones de elementos prefabricados

Las uniones entre las distintas piezas prefabricadas que constituyen una estructura, o entre dichas piezas y los otros elementos estructurales construidos in situ, deberán asegurar la correcta transmisión de los esfuerzos entre cada pieza y las adyacentes a ella.

Se construirán de tal forma que puedan absorberse las tolerancias dimensionales normales de prefabricación, sin originar solicitaciones suplementarias o concentración de esfuerzos en los elementos prefabricados.

Las testas de los elementos que vayan a quedar en contacto, no podrán presentar irregularidades tales que impidan que las compresiones se transmitan uniformemente sobre toda la superficie de aquéllas. El límite admisible para estas irregularidades depende del tipo y espesor de la junta; y no se permite intentar corregirlas mediante enfoscado de las testas con mortero de cemento, o cualquier otro material que no garantice la adecuada transmisión de los esfuerzos sin experimentar deformaciones excesivas.

En las uniones por soldadura deberá cuidarse que el calor desprendido no produzca daños en el hormigón o en las armaduras de las piezas.

Las uniones mediante armaduras postesas exigen adoptar precauciones especiales si estas armaduras son de pequeña longitud. Su empleo es recomendable para rigidizar nudos y están especialmente indicadas para estructuras que deban soportar acciones sísmicas.

En las uniones roscadas, se atenderá especialmente tanto a las calibraciones de los equipos dinamométricos utilizados, como a que la tensión de apriete aplicada en cada tornillo se corresponde con la especificada en el proyecto.

2.24.12 Tolerancias geométricas

Las tolerancias geométricas de los elementos prefabricados (marcos o secciones en cajón), serán las siguientes salvo otra indicación en los Planos de Proyecto:

- Sección interior de dimensiones uniformes con diferencias máximas respecto a la sección tipo + 1% y no mayor de ± 15 mm.
- Longitud de cada tramo + 10 mm.
- Los frentes de cada tramo tendrán todos su superficie a menos de 2 cm. del plano teórico que lo limita.
- Las diferencias que presenten las superficies al apoyar una regla de dos metros será menor de 1 cm.
- Los espesores no presentarán variaciones respecto al nominal superiores al 10% en más y al 5% en menos, con valores absolutos de 15 y 7 mm. (quince y siete milímetros), respectivamente.
- Los resaltes aislados serán menores de 3 mm. en las caras vistas y 10 mm. en las ocultas.
- El resto de las piezas prefabricadas tendrán sus tolerancias marcadas en los Planos de proyecto.

2.24.13 Control de calidad

La Dirección de Obra efectuará los ensayos que considere necesarios para comprobar que los elementos prefabricados de hormigón cumplen las características exigidas. Las piezas deterioradas en los ensayos de carácter no destructivo por no haber alcanzado las características previstas, serán de cuenta del Contratista.

En los elementos prefabricados (marcos o secciones en cajón) de gran tamaño se llevará a efecto el siguiente control:

- Muestreo de un elemento de cada diez fabricados examinando tolerancias geométricas, tomando muestras del hormigón empleado para hacer probetas y romperlas a 7, 21 y 28 días y comparación con ensayos de resistencia no destructivos.

2.24.13.1 Control del hormigón para la fabricación de elementos prefabricados.

En el caso de elementos prefabricados que tengan marcado CE, su control del hormigón deberá realizarse conforme a los correspondientes criterios establecidos en la correspondiente norma europea armonizada.

En el caso de productos para los que no esté en vigor el marcado CE o para aquéllos en los que el Prefabricador desee que, de acuerdo con 91.1 de la EHE-08, le sea aplicado un coeficiente de ponderación de 1,50 para el hormigón, deberá seguirse lo indicado en este apartado.

Esta modalidad de control es de aplicación general a los hormigones de autoconsumo fabricados en centrales fijas ubicadas en instalaciones destinadas a la fabricación industrial de elementos prefabricados estructurales.

Son de aplicación los criterios específicos establecidos para los materiales en el artículo 85 de la EHE-08 y los ensayos indicados en el apartado 86.3 de la EHE-08.

El control descrito en los apartados siguientes deberá ser realizado por el fabricante de los elementos en su propia planta, pudiendo la Dirección Facultativa disponer la comprobación de la conformidad de dicho control, de acuerdo con lo indicado en el artículo 91º de la EHE-08.

2.24.13.2 Control de la conformidad en la docilidad del hormigón

2.24.13.2.1 Realización de los ensayos

Los ensayos de consistencia del hormigón fresco se realizarán, de acuerdo con lo indicado en el apartado 86.3.1 de la EHE-08, cuando se fabriquen probetas para controlar la resistencia.

En el caso de hormigones autocompactantes, la conformidad del hormigón en relación con su docilidad se determinará de acuerdo con lo establecido en el Anejo 17 de la EHE-08.

2.24.13.2.2 Criterio de aceptación

Cuando el valor obtenido esté dentro de las tolerancias marcadas en 31.5 de la EHE-08 se aceptará. La desviación de estos criterios implicará la evaluación y su justificación.

2.24.13.3 Control estadístico de la resistencia

Para el control de la resistencia, de acuerdo al Artículo 91.5.2 de la EHE-08, se considera como lote el conjunto del mismo tipo de hormigón con el que se ha fabricado la totalidad de elementos prefabricados de una misma tipología, siempre que no hayan sido fabricados en un período de tiempo superior a un mes.

Todas las amasadas del mismo lote estarán elaboradas con los mismos materiales componentes y tendrán la misma dosificación nominal, no permitiéndose mezclar en el mismo lote elementos pertenecientes a distintas columnas de la tabla siguiente.

El control estadístico de la resistencia deberá obtenerse a partir de los resultados de los ensayos acumulados del mismo tipo de hormigón en la misma planta durante un mes, con independencia de que los elementos prefabricados con las amasadas de ese lote pertenezcan a más de una obra.

Tabla 86.9.2

Límites máximos de los lotes de control de la resistencia para hormigones empleados en la fabricación de elementos prefabricados

Límites máximos	Pretensado	Armado
Período de fabricación	mensual	mensual
Frecuencia de ensayo (hasta 300 m^3 por tipo)*	diaria	diaria
Nº de ensayos mínimos	16	16

* En producciones superiores a 300 m^3 por tipo y día, se incrementará en una toma diaria más.

2.24.13.3.1 Realización de los ensayos

El proyecto o, en su caso, el Prefabricador identificará la resistencia característica que debe cumplir cada tipo de hormigón que utilice en la realización de los elementos prefabricados estructurales que fabrique.

La conformidad de la resistencia del hormigón de cada lote se comprobará determinando la misma en todas las amasadas sometidas a control a partir de sus resultados, mediante la aplicación de los criterios de conformidad establecidos en 86.9.2 de la EHE-08.

Las tomas de muestras se realizarán aleatoriamente entre las amasadas del mismo tipo de hormigón dentro del período considerado.

Se realizará un control de contraste externo de la resistencia del hormigón con una frecuencia nunca inferior a 2 determinaciones al mes para el total de la producción, procurando un muestreo equitativo de los hormigones.

2.24.13.3.2 Criterios de aceptación o rechazo de la resistencia del hormigón

El criterio de aceptación de la resistencia del hormigón fabricado en central y destinado a elementos prefabricados estructurales se define según la expresión siguiente:

$$f(x) = x - 1{,}645\sigma \geq ftk$$

donde:

x *Valor medio de los resultados obtenidos en las N amasadas ensayadas,*

σ *Valor de la desviación típica correspondiente a la producción del tipo de hormigón suministrado en N/mm2, obtenida a partir de los 35 últimos resultados.*

fck *Valor de la resistencia característica especificada por el fabricante para el tipo de hormigón utilizado.*

En casos excepcionales, cuando no exista producción continua de un tipo de hormigón, dando lugar a que las tomas mensuales sean inferiores a las 16 establecidas para el lote en la tabla 86.9.2 de la EHE-08, se estimarán los lotes con periodicidad semanal mediante la fórmula siguiente:

$$F(x) = x - K_2 r_n \geq f_{ck}$$

donde:

x Valor medio de los resultados obtenidos en la *N* amasadas ensayadas,

K_2 Valor del coeficiente reflejado en la tabla 89.9.2.3 de la EHE-08 según el número de amasadas *N*

r_n Valor del recorrido muestral definido como $r_n = X_{(N)} - X_{(1)}$

f_{tk} Valor de la resistencia característica especificada por el fabricante para el tipo de hormigón utilizado.

COEFICIENTE	Numero de amasadas ensayadas				
	2	3	4	5	6
K_2	1,66	1,02	0,82	0,73	0,66

2.24.13.3.3 Decisiones derivadas del control de la resistencia del hormigón

En el caso de producirse una no conformidad del hormigón el Prefabricador deberá comunicarlo a las correspondientes Direcciones Facultativas, que valorarán la oportunidad de aplicar los criterios establecidos para el hormigón fabricado en central, de acuerdo con el artículo 86.7.3 de la EHE-08.

2.25 PASOS INFERIORES DE CARRETERAS Y FERROCARRILES

2.25.1 Consideraciones generales

Todos los materiales a emplear en la ejecución de los trabajos para la realización de los pasos inferiores tendrán la calidad y características previstas en los Planos de Proyecto y de acuerdo con las condiciones técnicas establecidas en este Pliego.

En caso que durante la ejecución, fuera necesaria la aplicación de otras unidades, no previstas inicialmente, pero incluidas en el Cuadro de Precios éstas se ejecutaran según lo establecido en este Pliego.

La utilización de materiales no previstos en Proyecto requerirá la autorización previa de la Dirección de Obra.

2.25.2 Galería prefabricada

2.25.2.1 Definición

Se consideran como galerías prefabricados de hormigón armado o pretensado, los que constituyen productos estándar ejecutados en instalaciones fijas y que, por tanto, no son realizados en obra.

Los elementos prefabricados se ajustaran totalmente a la forma, dimensiones y características mecánicas especificadas en los Planos y Pliego; si el Contratista pretende modificaciones de cualquier tipo, su propuesta debe ir acompañada de la justificación de que las nuevas características cumplen, en iguales o mejores condiciones, la función encomendada en el conjunto de la obra al elemento de que se trate y no suponen incremento económico ni de plazo. La aprobación por la Dirección de Obra, en su caso, no libera al Contratista de la responsabilidad que le corresponde por la justificación presentada.

En los casos en que el Contratista proponga la prefabricación de elementos que no estaban proyectados como tales, acompañará a su propuesta descripción, planos, cálculos y justificación de que el elemento prefabricado propuesto cumple, en iguales o mejores condiciones que él no prefabricado-proyectado, la función encomendada en el conjunto de la obra al elemento de que se trate. Asimismo, presentará el nuevo plan de trabajos en el que se constata la reducción del plazo de ejecución con respecto al previsto. El importe de los trabajos en ningún caso superará lo previsto para el caso en que se hubiera realizado según lo proyectado. La aprobación de la Dirección de obra, en su caso, no liberará al Contratista de la responsabilidad que le corresponde en este sentido.

Los materiales a emplear en la fabricación de las galerías prefabricadas deberán ser aprobados por la Dirección de Obra y habrán de cumplir lo indicado en la EHE vigente.

2.25.2.2 Características técnicas

El Contratista deberá presentar a la aprobación de la Dirección de Obra un expediente en el que se recojan las características esenciales de los elementos a fabricar, materiales a emplear, proceso de fabricación, detalles de la instalación "in situ" o en taller, tolerancias y controles de calidad a realizar durante la fabricación, pruebas finales de los elementos fabricados, precauciones durante su manejo, transporte y almacenaje y prescripciones relativas a su montaje y acoplamiento a otros elementos, todo ello de acuerdo con las prescripciones que los Planos y el Proyecto establezcan para los elementos en cuestión.

La aprobación por la Dirección de Obra de la propuesta del Contratista no implica la aceptación de los elementos prefabricados, que queda supeditada al resultado de los ensayos pertinentes.

Los encofrados y sus elementos de enlace, cumplirán todas las condiciones de resistencia, indeformabilidad, estanqueidad y lisura interior, para que sean cumplidas las tolerancias de acabado que se establezcan en este Pliego o en los Planos de proyecto.

La Dirección de obra podrá ordenar la retirada de los elementos de encofrado que no cumplan estos requisitos.

La calidad de los encofrados a emplear en la prefabricación será la prevista en la construcción de los elementos de hormigón "in situ".

Los encofrados de madera, se emplearán excepcionalmente, salvo en los casos en que este material tenga el tratamiento previo necesario para asegurar su impermeabilidad, indeformabilidad, perfecto acabado de la superficie y durabilidad. Los tableros del encofrado de madera común deberán humedecerse antes del hormigonado, y estar montados de forma que se permita el entumecimiento sin deformación. El empleo de estos tableros requerirá la aprobación expresa de la Dirección de Obra.

Se podrá hacer uso de desencofrantes, con las precauciones pertinentes, después de haber hecho pruebas, y lo haya autorizado la Dirección de Obra.

Será de aplicación lo que se establece en este Pliego para la puesta en obra del hormigón, en las obras de hormigón armado.

La compactación se realizará por vibración o vibrocompresión.

El empleo de vibradores estará sujeto a las normas sancionadas por la experiencia.

Si se emplean vibradores de superficie, se desplazarán lentamente, para que refluya la lechada uniformemente, quedando la superficie totalmente húmeda.

Los vibradores internos tendrán una frecuencia mínima de seis mil ciclos por minuto.

El hormigonado por tongadas, obliga a llevar el vibrador hasta que la punta entre en la tongada subyacente.

La distancia entre puntos de vibrado y la duración de éste en cada punto, deben determinarse mediante ensayos, con cada tipo de mezcla y pieza. Una humectación brillante en toda la superficie, puede indicar una compactación por vibrado suficiente. Es preferible muchos puntos de vibrado breve, a pocos de vibración prolongada.

En las piezas de hormigón pretensado, el vibrado se efectuará con la mayor precaución, evitando que los vibradores toquen las vainas. La compactación será particularmente esmerada alrededor de los dispositivos de anclaje y en los ángulos del encofrado.

Si el vibrado se hace con el encofrado o molde, los vibradores deberán estar firmemente sujetos y dispuestos de forma que su efecto se extienda uniformemente a toda la masa.

Otros métodos de compactación deberán estar avalados por experimentación suficiente, antes de aplicarlos a piezas que vayan a ser empleadas en obra.

No se establecerán juntas de hormigonado no previstas en los Planos. Antes de iniciar el hormigonado de una pieza, se tendrá total seguridad de poder terminar en la misma jornada.

El curado podrá realizarse con vapor de agua, a presión normal, y en tratamiento continuo.

Cuando se empleen métodos de curado normal, se mantendrán las piezas protegidas del sol y de corrientes de aire, debiendo estar las superficies del hormigón constantemente humedecidas.

Cuando se emplee vapor de agua en el curado deberá previamente haberse justificado, ante la Dirección de obra, el proceso a seguir, mediante ensayos que atiendan los siguientes aspectos:

- Periodo previo necesario de curado normal al aire, a temperatura ordinaria

- Tiempo necesario para incrementar la temperatura desde la ambiente a la máxima
- Máxima temperatura que debe alcanzarse
- Periodo de tiempo que la pieza debe estar a la máxima temperatura
- Velocidad de enfriamiento, desde la máxima temperatura hasta llegar a la temperatura ordinaria

De esta forma se establecerá el tiempo total que durará el proceso de curado.

Si durante el proceso de curado de una pieza, se produce avería en la instalación, deberá repetirse el proceso completo, o aplicar el método normal de curado al aire, durante un período mínimo de siete (7) días.

Todas las piezas curadas al vapor deberán tener además, un período adicional de curado normal de cuatro (4) días.

Durante el curado normal, se mantendrán húmedas las superficies del hormigón, con agua que cumpla lo exigido en este Pliego.

Cuando después de un proceso completo de curado con vapor, se hayan alcanzado las resistencias mínimas exigidas por el transporte, y antes de iniciarse éste, la Dirección de Obra podrá exigir el empleo de un liquido de curado de calidad conocida, si a su juicio es necesario.

El encofrado se retirará sin producir sacudidas o choques a la pieza. Simultáneamente, se retirarán todos los elementos auxiliares del encofrado.

En todas las operaciones de manipulación, transporte, acopio y colocación en obra, los elementos prefabricados no estarán sometidos en ningún punto a tensiones más desfavorables de las establecidas como límite en un cálculo justificativo, que habrá de presentar el Contratista con una antelación mínima de 30 días al comienzo de la fabricación de las piezas.

Los puntos de suspensión y apoyo de las piezas prefabricadas, durante las operaciones de manipulación y transporte, deberán ser establecidos teniendo en cuenta lo indicado en el párrafo anterior y claramente señalados en las piezas, e incluso disponiendo en ellas de los ganchos o anclajes, u otros dispositivos, especialmente diseñados para estas operaciones de manipulación, acopio y transporte.

El Contratista, para uso de su personal, y a disposición de la Dirección de Obra, deberá redactar instrucciones concretas de manejo de las piezas, para garantizar que las operaciones antes citadas son realizadas correcta-mente.

El Contratista efectuará, ya sea por sí mismo o por medio del fabricante, los ensayos que considere necesarios para comprobar que los elementos prefabricados de hormigón cumplen las características exigidas. Los ensayos mínimos a realizar son los indicados en la Instrucción EHE para un control.

Como mínimo, se llevará a efecto el siguiente control:

- Muestreo de todos los elementos fabricados examinando tolerancias geométricas, tomando muestras del hormigón empleado para hacer una serie de seis (6) probetas y romperlas 7, 21 y 28 días y comparación con ensayos de resistencia no destructivos.

Las tolerancias geométricas de los elementos prefabricados serán las siguientes:

- Sección interior de dimensiones uniformes con diferencias máximas respecto a la sección tipo± 1%, no mayor de± 15 mm.
- Longitud de cada pieza ± 10 mm.
- Los frentes de cada pieza tendrán toda su superficie a menos de 2 cm del plano teórico que lo limita.
- Las diferencias que presenten las superficies al apoyar una regla de dos metros, será menor de 1 cm.
- Los espesores no presentarán variaciones respecto al nominal superiores al 10% en más y al 5% en menos, con valores absolutos de 15 y 7 mm (quince y siete milímetros), respectivamente.

- Los resaltes aislados serán menores de 3 mm en las caras vistas y 10 mm en las ocultas.

2.25.2.3 Control de recepción

El Contratista efectuará, ya sea por sí mismo o por medio del fabricante, los ensayos que cons"1dere necesarios para comprobar que los elementos prefabricados de hormigón cumplen las características exigidas. Los ensayos mínimos a realizar son los indicados en la Instrucción EHE para un control.

Como mínimo, se llevará a efecto el siguiente control:

- Muestreo de todos los elementos fabricados examinando tolerancias geométricas, tomando muestras del hormigón empleado para hacer una serie de seis (6) probetas y romperlas 7, 21 y 28 días y comparación con ensayos de resistencia no destructivos.

Las tolerancias geométricas de los elementos prefabricados serán las siguientes:

- Sección interior de dimensiones uniformes con diferencias máximas respecto a la sección tipo± 1%, no mayor de± 15 mm.
- Longitud de cada pieza± 10 mm
- Los frentes de cada pieza tendrán toda su superficie a menos de 2 cm del plano teórico que lo limita.
- Las diferencias que presenten las superficies al apoyar una regla de dos metros, será menor de 1 cm.

Los espesores no presentarán variaciones respecto al nominal superiores al 1O% en más y al 5% en menos, con valores absolutos de 15 y 7 mm (quince y siete milímetros), respectivamente.

Los resaltes aislados serán menores de 3 mm en las caras vistas y 10 mm en las ocultas.

2.26 ELEMENTOS PREFABRICADOS NO ESTRUCTURALES

2.26.1 Bloques prefabricados de hormigón

2.26.1.1 Definición

Bloques de hormigón son elementos prefabricados de hormigón en masa de forma sensiblemente ortoédrica, usados en la construcción.

2.26.1.2 Materiales

2.26.1.2.1 Cemento

Para el tipo de cemento utilizado se estará a lo dispuesto en el artículo correspondiente del presente Pliego.

2.26.1.2.2 Agua para morteros y hormigones.

Se estará a lo dispuesto en el artículo correspondiente del presente Pliego.

2.26.1.2.3 Áridos para morteros y hormigones.

Se estará a lo dispuesto en el artículo correspondiente del presente Pliego.

Los áridos se dosificarán en un mínimo de tres (3) tamaños y el mayor no excederá de la mitad del espesor mínimo de las paredes de la pieza.

2.26.1.2.4 Hormigón.

Se estará a lo dispuesto en el artículo correspondiente del presente Pliego.

La resistencia a compresión del hormigón constitutivo de los bloques será, según la resistencia a compresión del bloque especificada en el presente Proyecto o, en su defecto, la fijada por la Dirección de Obra, la que figura en la tabla siguiente:

- Resistencia mínima a compresión en Kp/cm^2:
- Del Bloque 160 120 100 80 60 40
- Del hormigón 320 240 200 160 120 80

2.26.1.3 Condiciones generales

Los bloques no presentarán grietas, fisuras ni eflorescencias; en el caso de bloques para cara vista no se admitirán coqueras, desconchones ni desportillamientos. La textura de las caras destinadas a ser revestidas será lo suficientemente rugosa como para permitir una buena adherencia del revestimiento.

2.26.1.4 Clasificación

De acuerdo con lo especificado en el presente Proyecto o, en su defecto, ordenado por la Dirección de Obra, podrán utilizarse bloques de hormigón de los siguientes tipos:

- Bloque macizo, pieza de forma paralepipédica rectangular.
- Bloque hueco, pieza de forma paralepipédica rectangular, con perforaciones uniformemente repartidas de eje normal al plano de asiento y de volumen inferior a los dos tercios (2/3) del volumen total del bloque.

- Bloques especiales, piezas de forma diversa usadas en la formulación de esquinas, ángulos, huecos, dinteles, pilares, etc.

2.26.1.5 Características Geométricas

Las dimensiones modulares, en centímetros (cm.), de los bloques especificadas en el presente Proyecto o, en su defecto, ordenadas por la Dirección de Obra, estarán contempladas en la siguiente serie:

- Longitud: 40, 50, 60.
- Altura: 20, 25, 30.
- Espesor: 7, 10, 12.5, 15, 20, 25, 30.

Las dimensiones nominales de fabricación resultarán de deducir de las dimensiones modulares el valor de un centímetro (1 cm.) correspondiente a las juntas o revestimiento.

Las tolerancias admitidas, sobre las dimensiones de fabricación, son las especificadas en la tabla siguiente:

- Longitud: + 3 mm., - 5 mm.
- Altura: + 3 mm., - 5 mm.
- Espesor: + 4 mm., - 4 mm.

El valor máximo admisible de la tangente del ángulo diedro que difiera del ángulo recto en cualquier arista será de dos centésimas (0,02).

La flecha máxima admisible, a efectos de rectitud de las aristas, será de cinco milímetros (5 mm.) y del uno por ciento (1%) de la longitud de las aristas para los bloques de cara vista.

2.26.1.6 Características Físicas

La masa de los bloques no será superior a veinticinco kilogramos (25 Kg.).

La absorción de agua de los bloques de edad comprendida entre uno y dos meses, será menor o igual que el tres por ciento (3%).

2.26.1.7 Características Mecánicas

Todo bloque tendrá asociado un valor de resistencia mínima a compresión, retenido a su sección bruta o de fabricación, que coincidirá con alguno de los valores de la serie, expresados en kilopondios por centímetro cuadrado (Kp/cm^2): 40, 60, 80, 100, 120, 160.

La resistencia a compresión deberá medirse a los veintiocho (28) días de edad o en el momento de la recepción en obra, si ésta tuviera lugar antes de los veintiocho (28) días de su fabricación.

2.26.1.8 Control de calidad.

2.26.1.8.1 Generalidades

Los ensayos y verificaciones a que podrán ser sometidos los bloques de hormigón para comprobar las características exigidas son:

- Comprobación de aspecto.
- Comprobación geométrica.
- Determinación de la densidad aparente.
- Determinación de la absorción de agua.

- Resistencia a compresión.

La comprobación del aspecto consiste en el examen visual de los bloques para verificar la ausencia de fisuras, coqueras, oquedades, desconchados y otros defectos de fabricación que puedan mermar su calidad intrínseca o funcional.

La comprobación geométrica consiste en verificar que la forma y dimensiones de los bloques cumplen, dentro de las tolerancias, las características geométricas definidas en el apartado anterior.

La determinación de la densidad aparente, y resistencia a compresión se realizará de acuerdo con los ensayos definidos en las "Recomendaciones Técnicas de Control para bloques de hormigón" del INCE.

Cuando el material llegue a obra con Certificado de Origen Industrial, que acredite el cumplimiento de las condiciones exigidas, su recepción podrá realizarse comprobando únicamente sus características aparentes.

2.26.1.8.2 Ensayos previos

Cuando el material no tenga el Certificado de Origen industrial mencionado anteriormente, con objeto de determinar si el producto es en principio aceptable o no, se verificará -en fábrica o a su llegada a obra- el material que vaya a ser suministrado, a partir de una muestra extraída del mismo.

Sobre dicha muestra se determinará, con carácter preceptivo, las características técnicas que a continuación se indican:

- Comprobación de aspecto.
- Comprobación geométrica.
- Determinación de la absorción de agua.
- Resistencia a compresión.

Si del resultado de estos ensayos se desprende que el producto no cumple alguna de las características exigidas, se rechazará el suministro. En caso contrario, se aceptará el mismo con carácter provisional, quedando condicionada la aceptación de cada uno de los lotes que a continuación se vayan recibiendo en obra al resultado de los ensayos de control.

2.26.1.8.3 Ensayos de control

Para el control de aprovisionamiento a la obra de bloques, se dividirá el suministro total en lotes de cinco mil (5000) piezas o fracción que provengan de una misma fabricación.

El plan de control se establecerá determinando tantas tomas de muestras como números de lotes se hayan obtenido.

La extracción de cada muestra se realizará al azar sobre los suministros del material a obra, considerándose homogéneo el contenido de un camión o el material suministrado en un mismo día, en distintas entregas pero procedentes del mismo fabricante.

Para cada muestra se determinarán las características técnicas preceptivas contenidas en el párrafo anterior.

Si los resultados obtenidos cumplen las prescripciones exigidas para cada una de las características, se aceptará el lote y de no ser así, el Director de Obra decidirá su rechazo o depreciación a la vista de los ensayos realizados.

2.26.1.9 Utilización

No se podrán colocar en obra este tipo de bloques hasta que el hormigón no haya alcanzado una resistencia de al menos 150 kp/cm^2.

No se utilizarán estos elementos cuando el apoyo de la tubería sea de material granular.

2.26.2 Baldosa de cemento

2.26.2.1 Definición

Las baldosas que son objeto de este Pliego se definen por su configuración y/o por su composición.

2.26.2.1.1 Definición según su configuración.

- Baldosas. Son las placas de forma geométrica, con bordes vivos o biselados, de área superior a un decímetro cuadrado (1 dm2).
- Baldosines. Son las baldosas de área no superior a un decímetro cuadrado (1 dm2).
- Losas. Son placas de forma geométrica, cuya cara puede ser lisa, rugosa. Con resaltos o con rebajos, de área superior a diez decímetros cuadrados (10 dm2).
- Losetas. Son losas de área no superior a diez decímetros cuadrados (10 dm2).

2.26.2.1.2 Definición según la composición.

- Baldosa hidráulica. Se compone de:
  - Cara, constituida por la capa de huella, de mortero rico en cemento. arena muy fina y, en general, colorantes.
  - Capa intermedia, que puede faltar a veces, de un mortero análogo al de la cara, sin colorantes.
  - Capa de base, de mortero menos rico en cemento y arena más gruesa, que constituye el dorso.
- Baldosa de pasta. Se compone de una sola capa de pasta de cemento con colorantes y, a veces, con una pequeña cantidad de arena muy fina.
- Baldosa de terrazo. Se compone de:
  - Cara, constituida por la capa de huella, de hormigón o mortero de cemento, triturado de mármol u otras piedras y, en general, colorantes.
  - Capa intermedia, que puede faltar a veces, de mortero rico en cemento y árido fino.
  - Capa de base, de mortero menos rico en cemento y arena gruesa, que constituye el dorso.

La cara o capa de huella puede ser pulida o lavada.

2.26.2.2 Materiales

Se cumplirán las disposiciones de la ORDEN FOM/891/2004, de 1 de marzo, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3, y las de cualquiera de sus posteriores modificaciones.

2.26.2.3 Calidades

Se cumplirán las disposiciones de la ORDEN FOM/891/2004, de 1 de marzo, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3, y las de cualquiera de sus posteriores modificaciones.

2.26.2.4 Características geométricas

Se cumplirán las disposiciones de la ORDEN FOM/891/2004, de 1 de marzo, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3, y las de cualquiera de sus posteriores modificaciones.

- Espesor: El espesor de una baldosa medido en distintos puntos de su contorno, con excepción de los rebajes de la cara o el dorso, no variará en más del ocho por ciento (8%) del espesor máximo y no será inferior a 1,4 cm para baldosas de 15 cm de lado. El espesor de la capa de huella, con excepción de los rebajes de la cara, será sensiblemente uniforme y no menor, en ningún punto, que 4 mm.
- Ángulos: La variación máxima admisible en los ángulos será de cuatro décimas de milímetro (0,4 mm) en más o en menos, medidos sobre un arco de veinte centímetros (20 cm) de radio, o por sus valores proporcionales.
- Rectitud de las aristas: La desviación máxima de una arista respecto a la línea recta será de uno por mil (1%.), en más o menos, de su longitud.
- Alabeo de la cara: La separación de un vértice cualquiera, con respecto al plano formado por otros tres, no será superior a cinco décimas de milímetro (0,5 mm) en más o en menos.
- Planicidad de la cara: La flecha máxima no sobrepasará el tres por mil (3%.) de la diagonal mayor en más o en menos, no pudiendo esta medida sobrepasar, a su vez, los dos milímetros (2 mm).
- Resistencia a la flexión: Determinada según la Norma UNE 7034, como media de cinco (5) piezas, la tensión aparente de rotura no será inferior a 50 kg./cm^2 en la cara en tracción y 30 kg./cm^2 en el dorso en tracción.

2.26.2.5 Aspecto y estructura

Se cumplirán las disposiciones de la ORDEN FOM/891/2004, de 1 de marzo, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3, y las de cualquiera de sus posteriores modificaciones.

2.26.2.6 Características físicas

Se cumplirán las disposiciones de la ORDEN FOM/891/2004, de 1 de marzo, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3, y las de cualquiera de sus posteriores modificaciones.

- Absorción de agua: El coeficiente de absorción de agua, máximo admisible, determinado según la Norma UNE 7008, será del diez por ciento (10%) en peso.
- Heladicidad: Ninguna de las tres baldosas ensayadas, de acuerdo con la Norma UNE 7033, presentará en la cara o capa de huella señales de rotura o de deterioro.

Resistencia al desgaste: Realizado el ensayo según la Norma UNE 7015, con un recorrido de doscientos cincuenta metros (250 m), la pérdida máxima de altura permitida será de 3 mm.

2.26.2.7 Control de Calidad

Salvo indicación en contra del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el control de calidad se llevará a cabo de la siguiente manera:

Para cada fuente de procedencia del material se establecerán lotes, cuyo tamaño será el correspondiente a 5.000 m2 o fracción, a los que se asignarán los resultados de los ensayos de cada una de las características físicas. Las muestras se tomarán en los puntos que señale el Director de Obra.

Si los resultados son positivos se aceptará el lote. En el caso de que no se alcancen los mínimos exigidos se rechazará el lote y no se abonará. Como alternativa se podrán realizar ensayos contradictorios en número igual o superior a dos, para cada parámetro afectado, aceptándose el material si ambos ensayos dan resultados satisfactorios y rechazándose en caso de que falle uno de ellos. Los citados ensayos serán en todo caso por cuenta del Contratista.

El Director de Obra podrá admitir un material que no haya superado el control anteriormente citado si se toman las medidas precisas para corregir los defectos detectados, y si mediante ensayos, definidos en número y forma por el Director de Obra, se demuestra que los parámetros afectados alcanzan los valores exigidos. Estos ensayos, así como los trabajos de corrección serán por cuenta del Contratista.

2.26.3 Suelos de piedra natural

2.26.3.1 Características generales

Los materiales a emplear en la ejecución de los suelos de piedra natural serán de granito, cuarcita, mármol o caliza y deberán reunir las siguientes condiciones como norma general.

Serán de construcción homogénea, de grano fino y uniforme y su estructura será compacta.

Las características de las piedras a colocar serán las indicadas en la Norma NT–RSP Apartados 1, 2, 4 y 7.

El resto de los materiales (arena, mortero de cemento y arena, lechada de cemento y arena) tendrán las características indicadas en la mencionada Norma NTE–RSP en sus Apartados 14, 16, 18 y 19.

Las dimensiones de placas a colocar estarán definidas en los planos de Proyecto y/o en el cuadro de Precios nº 1.

En caso que en ninguno de los dos documentos mencionados estén definidos la Dirección de Obra podrá elegir entre cualquiera de las indicadas en la NTE–RSP Apartados 1, 2 y 4.

El espesor mínimo será de 3 cm.

Las tolerancias admisibles serán las indicadas en la Norma NTE–RSP, Apartados 1, 2 y 4.

Los acabados podrán ser de cualquiera de los siguientes tipos: Pulido mate, Apomazado y, Rugoso.

El tipo de acabado será el indicado en los planos de Proyecto o el que indique el Director de Obra de acuerdo con la descripción de la unidad correspondiente en el Cuadro de Precios.

2.26.3.2 Control de Calidad

Se realizará una inspección visual y del peso específico de cada partida llegada a obra por muestreo.

El ensayo de permeabilidad y el de resistencia a compresión se comprobará en dos ocasiones por cada partida en caso que lo considere necesario la Dirección de Obra.

Todos los ensayos serán con cargo al Contratista.

2.26.4 Adoquines de piedra labrada

2.26.4.1 Condiciones generales

Se definen como adoquines las piedras labradas en forma de tronco de pirámide, de base rectangular, para su utilización en pavimentos.

Los adoquines deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogéneos, de grano fino y uniforme, de textura compacta.
- Carecer de grietas, pelos, coqueras, nódulos, zonas meteorizadas y restos orgánicos. Darán sonido claro al golpearlos con un martillo.
- Tener adherencia a los morteros.
- La forma y dimensiones de los adoquines serán las señaladas en los Planos o las que determine la Dirección de Obra.
- Su cara superior será plana, y sus bordes no estarán rotos ni desgastados; tendrán unas medidas de dieciocho a veinte centímetros (18 a 20 cm) de largo, y de nueve a once centímetros (9 a 11 cm) de ancho. El tizón será de catorce a dieciséis centímetros (14 a 16 cm). La cara inferior tendrá como medidas las cinco sextas partes (5/6) de las homólogas de la superior; las caras laterales estarán labradas de manera que las juntas producidas al ejecutar el pavimento no sean superiores a ocho milímetros (8 mm) de ancho.
- Los ángulos de fractura presentarán aristas vivas.

En lo referente a calidad deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Peso específico neto: No será inferior a dos mil quinientos kilogramos por metro cúbico (2.500 kg./m3).
- Resistencia a compresión: No será inferior a quinientos kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (500 Kg/cm2) para adoquín calizo y de mil trescientos kilogramos por centímetro cuadrado (1.300 Kg/cm2) para el granítico.
- Coeficiente de desgaste: Será inferior a veinte centésimas de centímetro (0,20 cm.) para el adoquín calizo e inferior a trece centésimas de centímetro (0,13 cm.) para el bordillo de granito.
- Resistencia a la intemperie: Sometidos los adoquines a veinte (20) ciclos de congelación, al final de ellos no presentarán grietas, ni alteración visible alguna.

Estas determinaciones se harán de acuerdo con las Normas UNE 7067, UNE 7068, UNE 7069 y UNE 7070.

2.26.4.2 Mortero de asiento y lechadas de rejunte

Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el mortero hidráulico designado como M 450.

La lechada de cemento para el rejuntado se compondrá de seiscientos kilogramos de cemento Portland 32,5 por metro cúbico (600 kg./m3); y de arena, de la que no más de un quince por ciento (15%) en peso quede retenida por el tamiz 2,5 UNE ni más de un quince por ciento (15%) en peso pase por el tamiz 0,32 UNE.

2.26.4.3 Control de Calidad

Para efectuar el control de calidad se aplicarán los criterios definidos en el Apartado anterior sobre baldosa hidráulica, adoptándose un tamaño de los lotes, referido a superficie de pavimento, de 20.000 m2 o fracción.

2.26.5 Adoquines de hormigón

2.26.5.1 Condiciones generales

Las piezas de hormigón para pavimentos son elementos prefabricados de hormigón, utilizados a modo de adoquines, para construir pavimentos articulados.

Los hormigones y sus componentes cumplirán las condiciones de este Pliego.

Las piezas de hormigón para pavimentos tendrán una buena regularidad geométrica y aristas sin desconchados. Estarán exentas de fisuras, rebabas, coqueras o cualquier otro defecto que indique una deficiente fabricación. Deberán ser homogéneas y de textura compacta y no tener zonas de segregación.

2.26.5.2 Materiales

Los áridos, cemento, aditivos y agua para la fabricación del hormigón cumplirán las condiciones especificadas en la vigente " Instrucción de Hormigón Estructural EHE " además de las que se fijen en este Pliego.

La granulometría de los áridos que se utilicen será estudiada por el fabricante de manera que el producto terminado cumpla las condiciones exigidas.

El árido grueso deberá tener un tamaño máximo inferior al tercio de la dimensión menor de la pieza, y en cualquier caso será superior a 20 mm.

El cemento será en general del tipo Portland y cumplirá las condiciones del Artículo correspondiente de este Pliego.

Las características del hormigón que se utilice serán definidas por el fabricante para que el producto cumpla las condiciones de calidad y características declaradas por aquel.

2.26.5.3 Características

2.26.5.3.1 Geométricas

La forma y dimensiones de las piezas de hormigón para pavimentos serán las señaladas en los planos o corresponderán a los modelos oficiales establecidos por el Ayuntamiento donde se ejecute la obra.

Las tolerancias dimensionales admisibles se concretan en el cuadro siguiente:

Dimensiones	Tolerancia (mm)
Longitud, anchura	±3
Espesor	±5

2.26.5.3.2 Físico–mecánicas

El coeficiente de absorción de agua, máximo admisible, determinado según la norma UNE 7008, será del diez por ciento (10%) en peso.

La resistencia mínima a compresión simple será de doscientos cincuenta kilogramos por centímetro cuadrado (250 kg./cm^2), determinada según las normas UNE 7241 y 7242.

El desgaste por abrasión será inferior a dos milímetros (2 mm), realizado según UNE 7069.

Las piezas para pavimentos serán resistentes a ciclos hielo–deshielo, así como a las sales descongelantes.

2.26.5.4 Control de calidad

2.26.5.4.1 Ensayos previos

Con objeto de determinar si el producto es en principio aceptable o no, se verificará en fábrica o a su llegada a obra el material que vaya a ser suministrado a partir de una muestra extraída del mismo.

Sobre dicha muestra, con carácter preceptivo, se determinarán:

- Desgaste por abrasión
- Resistencia a compresión
- Absorción

Si del resultado de estos ensayos se desprende que el producto no cumple con alguna de las características exigidas, se rechazará el suministro. En caso contrario, se aceptará el mismo con carácter provisional, quedando condicionada la aceptación de cada uno de los lotes que a continuación se vayan recibiendo en obra al resultado de los ensayos de control.

2.26.5.4.2 Ensayos de control

En cada partida que llegue a obra se verificará que las características reseñadas en el albarán de la misma corresponden a las especificadas en el proyecto.

Con las partidas recibidas en obra, se formarán lotes de inspección de 500 m2 para los adoquines. Estas partidas han de ser homogéneas, es decir, estar formadas por elementos fabricados por un mismo fabricante con propiedades y condiciones presumiblemente uniformes.

Sobre muestras tomadas de estos lotes, se realizarán las determinaciones de las características previstas en este artículo.

Si los resultados obtenidos cumplen las prescripciones exigidas para cada una de las características, se aceptará el lote y de no ser así, la Dirección de Obra decidirá su rechazo o depreciación a la vista de los ensayos realizados.

2.26.6 Bordillos prefabricados de hormigón

2.26.6.1 Definición

Se definen como bordillos los elementos prefabricados de hormigón colocados sobre una solera adecuada, que constituyen una cinta que delimita la superficie de la calzada, la de una acera o la de un andén.

2.26.6.2 Materiales

Las condiciones que han de cumplir los materiales serán las especificadas en la ORDEN FOM/891/2004, de 1 de marzo, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG- 3 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

2.26.6.3 Forma y dimensiones

La forma y dimensiones de los bordillos serán las especificadas en la ORDEN FOM/891/2004, de 1 de marzo, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

2.26.6.4 Características físico-mecánicas

El coeficiente de absorción de agua, máximo admisible, determinado según la norma UNE 7008, será del diez por ciento (10%) en peso.

La resistencia mínima a compresión simple será de 250 Kg/cm^2.

La resistencia a flexión de los bordillos, bajo carga puntual, será superior a 50 Kg/cm^2.

El desgaste por abrasión será inferior a 3 mm.

2.26.6.5 Control de calidad

2.26.6.5.1 Ensayos previos.

Con objeto de determinar si el producto es en principio aceptable o no, se verificará en fábrica o a su llegada a obra el material que vaya a ser suministrado a partir de una muestra extraída del mismo.

Sobre dicha muestra, con carácter preceptivo, se determinarán:

- Desgaste por abrasión.
- Resistencia a compresión.
- Absorción.
- Resistencia a flexión.

Si del resultado de estos ensayos se desprende que el producto no cumple con alguna de las características exigidas, se rechazará el suministro. En caso contrario, se aceptará el mismo con carácter provisional, quedando condicionada la aceptación de cada uno de los lotes que a continuación se vayan recibiendo en obra al resultado de los ensayos de control.

2.26.6.5.2 Ensayos de control.

En cada partida que llegue a obra se verificará que las características reseñadas en el albarán de la misma corresponden a las especificadas en el proyecto.

Con las partidas recibidas en obra, se formarán lotes de inspección de 1000 ml de bordillos.

Estas partidas han de ser homogéneas, es decir, estar formadas por elementos fabricados por un mismo fabricante con propiedades y condiciones presumiblemente uniformes. Sobre muestras tomadas de estos lotes, se realizarán las determinaciones de las características previstas en este artículo.

Si los resultados obtenidos cumplen las prescripciones exigidas para cada una de las características, se aceptará el lote y de no ser así, la Dirección decidirá su rechazo o depreciación a la vista de los ensayos realizados.

2.26.7 Bordillos de piedra natural

Los bordillos de piedra deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogéneos, de grano fino y uniforme, de textura compacta.
- Carecer de grietas, pelos, coqueras, nódulos, zonas meteorizadas y restos orgánicos. Darán sonido claro al golpearlos con martillo.
- Tener adherencia a los morteros.

La forma y dimensiones de los bordillos de piedra serán las señaladas en los Planos de Proyecto y se indiquen en el Cuadro de Precios o las que en su momento determine la Dirección de Obra.

La longitud mínima de las piezas será de un metro (1 m), aunque en suministros grandes se admitirá que el diez por ciento (10%) de las piezas tenga una longitud comprendida entre sesenta centímetros (60 cm) y un metro (1 m). Las secciones extremas deberán ser normales al eje de la pieza.

En las medidas de la sección transversal se admitirá una tolerancia de diez milímetros (10 mm) en más o en menos.

La sección transversal de los bordillos curvos será la misma que la de los rectos; y su directriz se ajustará a la curvatura del elemento constructivo en que vayan a ser colocados.

Las partes vistas de los bordillos deberán estar labradas con puntero o escoda; y las operaciones de labra se terminarán con bujarda media. Los dos centímetros (2 cm) superiores de las caras interiores se labrarán a cincel. El resto del bordillo se trabajará a golpe de martillo, refinándose a puntero las caras de junta, hasta obtener superficies aproximadamente planas y normales a la directriz del bordillo.

2.26.7.1 Características

- Peso específico neto: No será inferior a dos mil quinientos kilogramos por metro cúbico (≥ 2.500 Kg./m3).
- Resistencia a compresión: No será inferior a quinientos kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (500 Kg/cm2) para bordillo calizo y de mil trescientos kilogramos por centímetro cuadrado (1.300 Kg/cm2) para el granítico.
- Coeficiente de desgaste: Será inferior a veinte centésimas de centímetro (0,20 cm.) para el bordillo calizo e inferior a trece centésimas de centímetro (0,13 cm.) para el bordillo de granito.
- Resistencia a la intemperie: Sometidos los bordillos a veinte (20) ciclos de congelación, al final de ellos no presentarán grietas, desconchados, ni alteración visible alguna.

Estas determinaciones se harán de acuerdo con las Normas UNE 7067, UNE 7068, UNE 7069 y UNE 7070.

2.26.7.2 Control de Calidad

Para efectuar el Control de Calidad se aplicarán los criterios definidos en el apartado correspondiente a cunetas del presente Pliego.

2.26.8 Cunetas prefabricadas de hormigón

2.26.8.1 Definición

Cuneta prefabricada es una zanja longitudinal abierta en el terreno junto a la plataforma, con el fin de recibir y canalizar las aguas de lluvia, que se reviste con piezas prefabricadas, las cuales se cimentan sobre un lecho de asiento previamente preparado.

La forma, dimensiones, tipo de material y demás características, se ajustarán a lo que figure en la Norma 5.2-IC de Drenaje Superficial, y en el Proyecto.

Se estará a lo dispuesto en la ORDEN FOM/1382/02, de 16 de mayo, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

2.26.8.2 Condiciones generales

Las cunetas prefabricadas de hormigón se ejecutarán con hormigones tipo HM–20, fabricados con áridos procedentes de machaqueo, cuyo tamaño máximo será de veinte milímetros (20 mm), y cemento Portland (I).

La forma y dimensiones de las cunetas de hormigón serán las señaladas en los Planos.

La sección transversal de las cunetas curvas será la misma que la de las rectas, y su directriz se ajustará a la curvatura del elemento constructivo en que vayan a ser colocados.

La longitud mínima de las piezas rectas será de un metro (1 m) y la de las piezas curvas adecuada para adaptarlas a la obra.

Se admitirá una tolerancia en las dimensiones de la sección transversal de diez milímetros (± 10 mm).

2.26.8.3 Características

- Peso específico neto: No será inferior a dos mil trescientos kilogramos por metro cúbico (≥ 2.300 Kg./m3).
- Carga de Rotura (Compresión): Mayor o igual que ciento setenta y cinco kilogramos por centímetro cuadrado (≥ 175 Kg./cm2).
- Tensión de Rotura (Flexotracción): No será inferior a cuarenta kilogramos por centímetro cuadrado (≥ 40 Kg./cm2).
- Absorción de agua: Máxima: 7% en peso
- Heladicidad: Inerte a + 20ºC.

2.26.8.4 Control de Calidad

Salvo indicación en contra por parte de la Dirección de Obra, el control de calidad se llevará a cabo de la siguiente manera:

Para cada fuente de procedencia del material se establecerán lotes, cuyo tamaño, en función del parámetro a ensayar, se define más adelante, a los que se asignarán los resultados de los ensayos realizados. Las muestras se tomarán en los puntos que señale el Director de Obra.

Si los resultados son positivos se aceptará el lote. En el caso de que no se alcancen los mínimos exigidos se rechazará el lote y no se abonará. Como alternativa se podrán realizar ensayos contradictorios en número igual o superior a dos, para cada parámetro afectado, aceptándose el material si ambos ensayos dan resultados satisfactorios y rechazándose en caso de que falle uno de ellos. Los citados ensayos serán en todo caso por cuenta del Contratista.

El Director de Obra podrá admitir un material que no haya superado el control anteriormente citado si se toman las medidas precisas para corregir los defectos detectados, y si mediante ensayos, definidos en número y forma por el Director de Obra, se demuestra que los parámetros afectados alcanzan los valores exigidos. Estos ensayos, así como los trabajos de corrección serán por cuenta del Contratista.

El tamaño de los lotes referido a longitud de cuneta será de 1.000 metros o fracción.

2.26.9 Piezas para absorbederos y sumideros

2.26.9.1 Definiciones y características

Piezas de hormigón para absorbederos y sumideros son elementos prefabricados de hormigón utilizados para conformar estos elementos de desagüe.

Absorbedero es la boca o agujero por donde se vacía el agua de lluvia de las calzadas, de los tableros de las obras de fábrica, o en general, de cualquier construcción.

Sumidero es la boca de desagüe, generalmente protegida por una rejilla, que cumple la función análoga a la del absorbedero, pero dispuesta de forma que la entrada de agua sea en sentido sensiblemente vertical.

La forma y dimensiones de las piezas serán definidas en el proyecto.

Las dimensiones nominales declaradas por el fabricante se ajustarán a las tolerancias especificadas en la tabla siguiente:

Dimensiones nominales	Tolerancias
Menor o igual que 600 mm	±6 mm

Dimensiones nominales	Tolerancias
Mayor que 600 mm	±10 mm

Las piezas para sumideros podrán retener agua sin pérdidas durante un periodo de treinta minutos (30 min.).

Sometidas a una carga de 1.250 kilopondios, las piezas no romperán ni presentarán grietas que impliquen la ruina de las mismas.

2.26.9.2 Materiales

Los áridos, cemento, aditivos y agua para la fabricación del hormigón cumplirán las condiciones exigidas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural EHE ", además de las que se fijen en este Pliego.

Las características del hormigón que se utilice en la fabricación de las piezas serán definidas por el fabricante para que el producto cumpla las condiciones de calidad y características declaradas por aquel. En ningún caso la resistencia característica del hormigón a los veintiocho días será inferior a doscientos kilopondios por centímetro cuadrado (200 kp/cm2).

2.26.9.3 Fabricación

La fabricación, transporte, colocación y compactación del hormigón cumplirán lo establecido en la vigente " Instrucción de Hormigón Estructural EHE".

El curado de las piezas podrá realizarse por cualquier procedimiento que mantenga continuamente húmedas las superficies.

Podrá realizarse el curado por métodos acelerados teniendo cuidado de controlar convenientemente la velocidad de calentamiento y enfriamiento con el fin de evitar que el hormigón sufra choques térmicos.

2.26.9.4 Control de calidad

Los ensayos verificados a que podrán ser sometidas las piezas para comprobar las características exigidas son:

- Comprobación de aspecto
- Comprobación geométrica
- Resistencia a compresión
- Estanqueidad

La comprobación del aspecto consiste en el examen visual de las piezas para verificar la ausencia de fisuras, coqueras, oquedades, desconchados y otros defectos de fabricación que pueden mermar su calidad intrínseca o funcional.

La comprobación geométrica consiste en verificar que la forma y dimensiones de los bloques cumplen, dentro de las tolerancias, las características geométricas definidas en este Artículo.

2.27 MATERIALES PARA APOYOS Y JUNTAS

Entran dentro de esta clasificación los apoyos elásticos para estructuras y tuberías y las cintas elásticas para impermeabilización de juntas.

2.27.1 Apoyos elásticos para estructuras

2.27.1.1 Características

Las especificaciones serán acorde con la norma UNE 53566/88. Serán de marca reconocida y homologada y sometida a la aceptación de la Dirección de Obra con anterioridad a su encargo por el Contratista.

Las características del material elástico policloropreno (neopreno) constituyente de los apoyos cumplirá las condiciones siguientes:

- Deberá presentar una buena resistencia a la acción de grasas, intemperie, ozono atmosférico y a las temperaturas extremas a que haya de estar sometido.
- La dureza, media en grados Shore A, estará comprendida entre cincuenta grados y setenta grados (50° y 70°), con una variación máxima entre elementos de una misma estructura de más menos cinco grados(:!: 5°) (UNE-EN ISO 868/98).
- La resistencia mínima a rotura por tracción (UNE 5351O) será de ciento setenta y cinco kg. por centímetro cuadrado (175 kg/cm2).
- El alargamiento de rotura en tanto por ciento (UNE 53510) será del trescientos cincuenta por ciento (350%) como mínimo.
- La resistencia al desgarro, en probeta C (UNE 53516) será de cuarenta y cinco kilogramos por centímetro cuadrado (45 kg/cm2) como mínimo.
- En la prueba de envejecimiento por calor (ASTM 0573) después de setenta (70) horas a cien grados centígrados (1OO'C), las variaciones de las características sufridas deben estar limitadas por los siguientes valores:
  - Dureza: 15' Shore A
  - Alargamiento de rotura: 40% máximo
  - Resistencia a tracción: 15 Kg/cm2
- En la prueba de envejecimiento mediante la exposición a la acción del ozono (ASTM 01149) con la prueba sometida a un alargamiento del veinte por ciento (20%) durante cien horas (100 h.) no presentara ninguna grieta.
- Según la norma ASTM 0395, método B, la deformación permanente por compresión durante veintidós horas (22 h.) a setenta grados centígrados (70'C), será como máximo del veinticinco por ciento (25%).

En apoyos elásticos en la estructura, será preceptivo lleven incorporados chapas de acero separando las distintas capas del elastómero. El espesor de cada una de las capas no será nunca superior a doce milímetros (12 mm.).

No serán aceptados los apoyos constituidos por capas dispuestas simplemente apiladas.

Las tolerancias de longitud, en el sentido del largo o del ancho serán las siguientes:

- Para dimensiones menores de un metro (1 m.). 5 mm.
- Para dimensiones mayores de un metro (1 m.). 1% de la longitud.

Las tolerancias de espesor de cada capa elemental, o del conjunto de apoyo serán:

- Valor medio: Valor nominal 2: 0,5 mm.
- Valor en un punto cualquiera: Valor medio 2:0,5 mm.

Estas tolerancias se pueden admitir en algún elemento aislado pero no son acumulables.

2.27.1.2 Zunchos de acero

En el caso que en los planos de Proyecto se especifiquen soportes zunchados, las placas interiores empleadas en los zunchos de los apoyos elásticos serán de acero al carbono y los exteriores de acero inoxidable y tendrán un límite elástico mínimo de dos mil cuatrocientos kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (2.400 kgf/cm2), y una carga de rotura mínima de cuatro mil doscientos kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (4.200 kgf/cm2).

El Contratista comunicará a la Dirección de Obra, con anterioridad a su encargo al fabricante el tipo de apoyo y fabricante de la misma para su aceptación.

2.27.1.3 Control de calidad

Todos los apoyos estarán avalados por los correspondientes certificados de Control de Calidad realizado por el laboratorio del Fabricante y serán entregados a la Dirección de Obra con anterioridad a su colocación en la misma.

Si la Dirección de Obra lo estimará oportuno se pondrán realizar los siguientes ensayos según Norma UNE 53028/90, 53029/82 cada 200 l.

2.27.2 Apoyos elásticos para tuberías

2.27.2.1 Características

Son los apoyos constituidos por una placa de material elastomérico que permite, con su deformación elástica el movimiento de las tuberías.

El material a emplear será caucho cloropreno y tendrá las características descritas en este pliego salvo indicación expresa en los Planos de Proyecto.

2.27.2.2 Control de Calidad

Todos los apoyos estarán avalados por el correspondiente certificado del Control de Calidad realizado en el laboratorio del fabricante y serán entregados a la Dirección de Obra con anterioridad a su colocación en la misma.

2.28 MATERIALES PARA FIRMES Y PAVIMENTOS FLEXIBLES

2.28.1 Materiales anticontaminantes (escoria granulada)

2.28.1.1 Definición

Se define como escoria granulada el producto obtenido por enfriamiento brusco y controlado de la escoria de horno alto, a la salida del mismo.

2.28.1.2 Procedencia

Se prescribe el empleo de escorias que proceden de acopios siderúrgicos.

2.28.1.3 Reactividad

El coeficiente de reactividad "a", definido por la expresión:

$$a = \frac{S^* f}{1000}$$

deberá ser superior a veinte (20), siendo

S = Superficie específica Blaine

f = Tanto por ciento (%) en peso de los elementos que pasan por el tamiz 0,080 UNE, obtenidos en molienda normalizada de la escoria, de acuerdo con la Norma L.C.P.C. de 1.970 y la Norma PNE-EN 196-6.

2.28.1.4 Contenido de agua

Los valores máximos del contenido de agua h, respecto al peso seco de la escoria, en función del correspondiente coeficiente "a" de la escoria serán:

20 < a < = 40 h < 15 %

40 < a < = 60 h < 20 %

60 < a h < 25 %

2.28.1.5 Granulometría

La curva granulométrica estará comprendida, en general, dentro de los límites que se indican a continuación:

TAMIZ UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)
5	95-100
2,5	75-100
1,25	40-085
0,40	13-35
0,16	3-14
0,080	1-10

2.28.1.6 Control de Calidad

Salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el control de calidad se llevará a cabo de la siguiente manera:

- Para cada fuente de procedencia del material se establecerán lotes, cuyo tamaño, en función del parámetro a ensayar, se define más adelante, a los que se asignarán los resultados de los ensayos realizados. Las muestras se tomarán en los puntos en que señale el Director de Obra.
- Si los resultados son positivos se aceptará el lote. En caso de que no alcancen los mínimos exigidos se rechazará el lote y no se abonará. Como alternativas se podrán realizar ensayos contradictorios en número igual o superior a dos, para cada parámetro afectado, aceptándose el material si ambos ensayos dan resultados satisfactorios y rechazándose en caso contrario. Los citados ensayos contradictorios serán por cuenta del Contratista si implican la no aceptación del material.
- El Director de Obra podrá admitir un material que no haya superado el control anteriormente citado si se toman las medidas precisas para corregir los defectos detectados y si mediante ensayos, definidos en número y forma por el Director de Obra, se demuestra que los parámetros afectados alcanzan los valores exigidos. Estos ensayos, así como los trabajos de corrección, serán por cuenta del Contratista.
- El tamaño de los lotes será el siguiente:
  - Reactividad: 500 m3 o fracción
  - Contenido de agua: 500 m3 o fracción
  - Granulometría: 1.000 m3 o fracción

2.28.2 Materiales granulares para sub-bases

2.28.2.1 Definición

Se define como sub-base granular la capa de material granular situada entre la base del firme y la explanada.

2.28.2.2 Procedencia y características de los materiales

La procedencia de los materiales empleados para sub-bases será la indicada en los correspondientes artículos del PG-3.

La composición granulométrica, coeficiente de desgaste de Los Ángeles, capacidad portante y plasticidad serán los descritos en los correspondientes artículos del PG-3.

2.28.2.3 Control de Calidad

Salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el control de calidad se llevará a cabo de la siguiente manera:

- Para cada fuente de procedencia del material se establecerán lotes, cuyo tamaño, en función del parámetro a ensayar, se define más adelante, a los que se asignarán los resultados de los ensayos realizados. Las muestras se tomarán en los puntos en que señale el Director de Obra.
- Si los resultados son positivos se aceptará el lote. En caso de que no alcancen los mínimos exigidos se rechazará el lote y no se abonará. Como alternativas se podrán realizar ensayos contradictorios en número igual o superior a dos, para cada parámetro afectado, aceptándose el material si ambos ensayos dan resultados satisfactorios y rechazándose en caso contrario. Los citados ensayos contradictorios serán por cuenta del Contratista si implican la no aceptación del material.

- El Director de Obra podrá admitir un material que no haya superado el control anteriormente citado si se toman las medidas precisas para corregir los defectos detectados y si mediante ensayos, definidos en número y forma por el Director de Obra, se demuestra que los parámetros afectados alcanzan los valores exigidos. Estos ensayos, así como los trabajos de corrección, serán por cuenta del Contratista.
- El tamaño de los lotes será el siguiente:
  - Granulometría: 1.000 m3 o fracción.
  - Coeficiente de desgaste de Los Ángeles: 5.000 m3 o fracción.
  - Índice CBR: 500 m3 o fracción.
  - Plasticidad: 1.000 m3 o fracción.
  - Equivalente de arena: 1.000 m3 o fracción.

2.28.3 Materiales para bases de macadam

2.28.3.1 Definición

Se define como macadam la capa del firme constituida por un conjunto de áridos de granulometría discontinua, que se obtiene extendiendo y compactando un árido grueso cuyos huecos se rellenan con un árido fino, llamado recebo.

2.28.3.2 Materiales

Los materiales empleados en las bases de macadam deberán ajustarse a las condiciones establecidas en los correspondientes artículos del PG-3.

2.28.3.3 Control de Calidad

Salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el control de calidad se llevará a cabo de la siguiente manera:

- Para cada fuente de procedencia del material se establecerán lotes, cuyo tamaño, en función del parámetro a ensayar, se define más adelante, a los que se asignarán los resultados de los ensayos realizados. Las muestras se tomarán en los puntos en que señale el Director de Obra.
- Si los resultados son positivos se aceptará el lote. En caso de que no alcancen los mínimos exigidos se rechazará el lote y no se abonará. Como alternativas se podrán realizar ensayos contradictorios en número igual o superior a dos, para cada parámetro afectado, aceptándose el material si ambos ensayos dan resultados satisfactorios y rechazándose en caso contrario. Los citados ensayos contradictorios serán por cuenta del Contratista si implican la no aceptación del material.
- El Director de Obra podrá admitir un material que no haya superado el control anteriormente citado si se toman las medidas precisas para corregir los defectos detectados y si mediante ensayos, definidos en número y forma por el Director de Obra, se demuestra que los parámetros afectados alcanzan los valores exigidos. Estos ensayos, así como los trabajos de corrección, serán por cuenta del Contratista.
- El tamaño de los lotes, referidos a obra de macadam terminado, será el siguiente:
  - Granulometría y número de caras de fractura de árido grueso: 1.000 m3 o fracción.
  - Coeficiente de desgaste de Los Ángeles: 500 m3 o fracción.
  - Granulometría del recebo: 1.000 m3 o fracción.
  - Plasticidad del recebo: 1.000 m3 o fracción.
  - Equivalente de arena de recebo: 1.000 m3 o fracción.

2.28.4 Materiales para simples o dobles tratamientos superficiales

2.28.4.1 Ligante bituminoso

El ligante bituminoso a emplear estará incluido entre los betunes asfálticos fluidificados que a continuación se indican:

RC2, RC3, RC4, RC5, MC3, MC4 y MC5.

Se definen los betunes asfálticos fluidificados como los productos resultantes de la incorporación a un betún asfáltico de fracciones líquidas, más o menos volátiles, procedentes de la destilación del petróleo.

Los betunes asfálticos fluidificados deberán presentar un aspecto homogéneo, estar prácticamente exentos de agua de modo que no formen espuma cuando se calienten a la temperatura de empleo y no presentar signos de coagulación antes de su utilización.

Además, y de acuerdo con su designación, cumplirán las exigencias que se señalan en las especificaciones del Pliego PG-3.

2.28.4.2 Áridos

Los áridos utilizados cumplirán las condiciones generales establecidas en los correspondientes artículos del PG-3.

En cuanto a su granulometría, será uniforme y normal, de los tipos A 20/10 y A 10/15 descritos en los correspondientes artículos del PG-3.

Las restantes características de los áridos, resistencia al desgaste, índice de forma, coeficiente de pulido y adhesividad se ajustarán a los límites establecidos en los correspondientes artículos del PG-3.

2.28.4.3 Control de Calidad

Salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el control de calidad se llevará a cabo de la siguiente manera:

- Para cada fuente de procedencia del material se establecerán lotes, cuyo tamaño, en función del parámetro a ensayar, se define más adelante, a los que se asignarán los resultados de los ensayos realizados. Las muestras se tomarán en los puntos en que señale el Director de Obra.
- Si los resultados son positivos se aceptará el lote. En caso de que no alcancen los mínimos exigidos se rechazará el lote y no se abonará. Como alternativas se podrán realizar ensayos contradictorios en número igual o superior a dos, para cada parámetro afectado, aceptándose el material si ambos ensayos dan resultados satisfactorios y rechazándose en caso contrario. Los citados ensayos contradictorios serán por cuenta del Contratista si implican la no aceptación del material.
- El Director de Obra podrá admitir un material que no haya superado el control anteriormente citado si se toman las medidas precisas para corregir los defectos detectados y si mediante ensayos, definidos en número y forma por el Director de Obra, se demuestra que los parámetros afectados alcanzan los valores exigidos. Estos ensayos, así como los trabajos de corrección, serán por cuenta del Contratista.
- El tamaño de los lotes, referido a superficie individual de tratamiento, será el siguiente:

  - Granulometría y número de caras de fractura del árido: 10.000 m2 o fracción.
  - Humedad del árido: 10.000 m2 o fracción.
  - Índice de lajas del árido: 10.000 m2 o fracción.
  - Coeficiente de desgaste de Los Ángeles: 20.000 m2 o fracción.
  - Coeficiente de pulido acelerado: 20.000 m2 o fracción.

- Adhesividad: 20.000 m2 o fracción.

El Control de Calidad aplicable al ligante será el definido en el Pliego PG-3 del MOPU salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

2.28.5 Materiales para riegos de imprimación

2.28.5.1 Ligante bituminoso

El ligante bituminoso a emplear estará incluido en los betunes asfálticos fluidificados que a continuación se indican:

MC0, MC1 y MC2.

La definición y las condiciones generales de estos betunes serán los que se han expresado en el apartado 2.27.4.1.

2.28.5.2 Áridos

El árido empleado para riegos de imprimación deberá ajustarse a las condiciones establecidas en los correspondientes artículos del PG-3.

2.28.5.3 Control de Calidad

El Control de Calidad se regirá por los criterios recogidos en el apartado 2.28.4.3 en la medida en que sean aplicables.

2.28.6 Materiales para mezclas bituminosas en caliente

2.28.6.1 Ligantes bituminosos

El ligante bituminoso a emplear estará incluido entre los betunes asfálticos que a continuación se indican:

B 20/30, B 40/50, B 60/70 Y B 80/100.

Cuya definición y condiciones generales se describen en los correspondientes artículos del PG-3.

2.28.6.2 Control de Calidad

Salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el control de calidad se llevará a cabo de la siguiente manera:

- Para cada fuente de procedencia del material se establecerán lotes, cuyo tamaño, en función del parámetro a ensayar, se define más adelante, a los que se asignarán los resultados de los ensayos realizados. Las muestras se tomarán en los puntos en que señale el Director de Obra.
- Si los resultados son positivos se aceptará el lote. En caso de que no alcancen los mínimos exigidos se rechazará el lote y no se abonará. Como alternativas se podrán realizar ensayos contradictorios en número igual o superior a dos, para cada parámetro afectado, aceptándose el material si ambos ensayos dan resultados satisfactorios y rechazándose en caso contrario. Los citados ensayos contradictorios serán por cuenta del Contratista si implican la no aceptación del material.
- El Director de Obra podrá admitir un material que no haya superado el control anteriormente citado si se toman las medidas precisas para corregir los defectos detectados y si mediante ensayos, definidos en número y forma por el Director de Obra, se demuestra que los parámetros afectados

alcanzan los valores exigidos. Estos ensayos, así como los trabajos de corrección, serán por cuenta del Contratista.

- El tamaño de los lotes, será el siguiente:

  - Peso específico neto: 3.000 Tn. o fracción.
  - Resistencia a compresión: 3.000 Tn. o fracción.
  - Coeficiente de desgaste: 3.000 Tn. o fracción.
  - Resistencia a la intemperie: 3.000 Tn. o fracción.

2.29 MATERIALES ELASTOMERICOS

Entran dentro de esta clasificación los apoyos elásticos para estructuras, y las bandas elásticas para estanqueidad de juntas

2.29.1 Apoyos elásticos para estructuras

2.29.1.1 Definición

Se definen así los aparatos de apoyo constituidos por una placa de material elastomérico que permite, con su deformación elástica, traslaciones o giros de los elementos estructurales que soportan.

Dado que estos tipos de aparatos son, en general, objeto de diversas patentes de fabricación, será aceptable, cualquier marca que ofrezca el Contratista que reúna las características y calidades requeridas y acepte la Dirección de las Obras.

2.29.1.2 Calidad y ensayos

Cada uno de los aparatos de apoyo se ajustará a las características indicadas en los planos, en cuanto a tipología, dimensiones, capacidad de carga vertical y desplazamiento horizontal admisible.

Se estará a lo dispuesto en el Artículo 692 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3, las Recomendaciones de la Dirección General de Carreteras para el proyecto y puesta en obra de apoyos elastoméricos para puentes de carreteras (1982) y la Nota técnica sobre aparatos de apoyo para puentes de carretera (MOPTMA) 1995.

Las características del material elástico policloropreno (neopreno) constituyente de los apoyos cumplirá las condiciones siguientes:

- Deberá presentar una buena resistencia a la acción de grasas, intemperie, ozono atmosférico y a las temperaturas extremas a que haya de estar sometido.
- La dureza, media en grados Shore A, estará comprendida entre cincuenta grados y setenta grados (50º y 70º), con una variación máxima entre elementos de una misma estructura de más menos cinco grados ($\pm$ 5º) (Norma ASTM D2240).
- La resistencia mínima a rotura por tracción (ASTM D412) será de ciento setenta y cinco kg. por centímetro cuadrado (175 kg/cm2).
- El alargamiento de rotura en tanto por ciento (ASTM D412) será del trescientos por ciento (300%) como mínimo.
- La resistencia al desgarro, en probeta C (ASTM D624) será de cuarenta y cinco kilogramos por centímetro (45 kg/cm) como mínimo.
- En la medida de rigidez a baja temperatura (ASTM D797) el Módulo de Young a 40º C tendrá como máximo un valor de setecientos kilogramos por centímetro cuadrado (700 kg/cm2).
- En la prueba de envejecimiento por calor (ASTM D573) después de setenta (70) horas a cien grados (100º C), las variaciones de las características sufridas deben estar limitadas por los siguientes valores:
  - Dureza: $\pm$ 15 Shore A
  - Alargamiento de rotura: 40% máximo
  - Resistencia a tracción: $\pm$ 15 kg/cm2
- En la prueba de envejecimiento mediante la exposición a la acción del ozono (ASTM D1149) con la probeta sometida a un alargamiento de veinte por ciento (20%) durante cien horas (100 h) no presentará ninguna grieta.

- Según la Norma ASTM D395, método B, la deformación remanente por compresión durante veintidós horas (22 h.) a setenta grados centígrados (70º C) será como máximo del veinticinco por ciento (25%).

2.29.1.3 Características y tolerancias

En apoyos elásticos, será preceptivo lleven incorporados chapas de acero separando las distintas capas del elastómero. El espesor de cada una de las capas no será nunca superior a quince milímetros (15 mm.).

No serán aceptados los apoyos constituidos por capas sueltas simplemente apiladas.

Las tolerancias de longitud en el sentido del largo o del ancho serán las siguientes:

$$0 \pm 5 \text{ mm.}$$

Las tolerancias de espesor de cada capa elemental, o del conjunto de apoyo serán:

- Valor medio: Valor nominal $\pm$ 0,5 mm.
- Valor en un punto cualquiera: Valor medio $\pm$ 0,5 mm.

Estas tolerancias se pueden admitir en algún elemento aislado pero no son acumulables.

2.29.1.4 Zunchos de acero

Las placas de acero empleadas en los zunchos de los apoyos elásticos tendrán un límite elástico mínimo de dos mil cuatrocientos kilogramos por centímetro cuadrado (2.400 kgf/cm2) y una carga de rotura mínima de cuatro mil doscientos kilogramos por centímetro cuadrados (4.200 kgf/cm2).

2.29.2 Bandas elastoméricas para estanqueidad de juntas.

2.29.2.1 Definición

Son tiras o bandas de material elastomérico, caucho sintético o natural, de sección transversal adecuada para formar un cierre que impida el paso del agua a través de las juntas de las obras de hormigón.

Se colocan embebidas en el hormigón según una superficie ortogonal a la de la junta y centradas con ella.

2.29.2.2 Características

2.29.2.2.1 Aspecto

La sección transversal de las bandas será compacta, homogénea y exenta de porosidades, burbujas y otros defectos.

Serán admisibles defectos superficiales de poca importancia tales como oquedades o protuberancias cuyas dimensiones máximas sean inferiores a seis milímetros (6 mm) de extensión y un milímetro y medio (1,5 mm) de profundidad. Se admitirán, asimismo, rebabas en las líneas producidas por los troqueles de menos de seis milímetros (6 mm) de ancho, un milímetro y medio (1,5 mm) de profundidad y cincuenta centímetros (50 cm.) de longitud.

2.29.2.2.2 Tolerancias

La anchura de la banda no será menor de cincuenta centímetros (50 cm.) y su longitud no será inferior a cinco metros (5 m.)

La tolerancia admisible en las características geométricas especificadas por el fabricante en las dimensiones superiores a cien milímetros (100 mm) será de tres por ciento, en más o menos (+ 3%) respecto de la dimensión nominal.

2.29.2.2.3 Características físicas

El material constitutivo de las bandas cumplirá las especificaciones fijadas en el cuadro adjunto.

CARACTERÍSTICAS		VALOR LÍMITE	MÉTODO DE ENSAYO
Dureza Shore A		62 ± 5	UNE-EN ISO 868:2003
Resistencia a tracción a 23 ± 2ºC		Mín. 100 Kp/cm2	UNE 53510
Alargamiento en la rotura a 23 ± 2ºC		Mín. 380%	UNE 53510
Deformación remanente por tracción		Máx. 20%	UNE-ISO 2285:2009
Deformación remanente por compresión	A 168 h y 23 ± 2EC	Máx. 20%	UNE 53511
	A 24 h y 70ºC	Máx. 35%	
Resistencia al desgarramiento		Mín. 80 kp/cm^2	UNE 53516
Envejecimiento térmico	Variación dureza Shore A	Máx. ± 8	UNE-ISO 188:2009
	Resistencia a tracción respecto de la inicial	Mín. 80%	
	Alargamiento en la rotura respecto del inicial	Mín. 80%	

2.29.2.3 Uniones y piezas especiales

Las uniones de las bandas realizadas tanto en fábrica como en la obra se realizarán por procedimiento de vulcanización en caliente con aportación de elastómero crudo, de forma que la resistencia de la unión sea, al menos, la de la propia banda.

No se permitirá la realización de uniones o empalmes adhesivos.

La ejecución de las uniones en obra será realizada de acuerdo con las instrucciones que al efecto deberá proporcionar el fabricante y se ejecutarán por personal operario especializado.

Es conveniente que las uniones en ángulo, intersecciones y cambios de ancho sean realizadas mediante piezas especiales preparadas en taller, moldeadas o con uniones vulcanizadas, de forma que en la obra sólo tengan que realizarse las uniones a tope definidas anteriormente.

Deberá disponerse de piezas especiales que garanticen la estanqueidad en el cruce de tubos, barras y otros elemento que tengan que atravesar las bandas y cuyo diseño habrá de ser sometido a la aprobación de la Dirección de Obra.

2.29.2.4 Recepción

Las prescripciones concernientes a las dimensiones, aspecto general y acabado se comprobarán mediante inspección unitaria. Las bandas que no satisfagan las características sometidas a inspección serán rechazadas.

Las pruebas y verificaciones se ejecutarán sobre muestras tomadas del producto elaborado proporcionado por el fabricante.

Las muestras para los ensayos de comprobación de las características físicas serán escogidas por la Dirección de Obra con el fin de obtener el siguiente número de ellas para cada pedido:

- Longitud total, en metros, de las bandas que componen el pedido Número de muestras
  - 150 o menos 1
  - de 150 a 300 2
  - de 300 a 1500 4
  - de 1500 a 3000 8
  - más de 3000 15

Cuando una muestra no satisfaga una prueba, se repetirá esta misma sobre dos muestras más tomadas de la misma longitud de banda ensayada. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará la longitud de banda ensayada, aceptándose si el resultado de ambas es satisfactorio.

2.29.2.5 Transporte y almacenamiento

Las bandas elastoméricas podrán suministrarse en rollos con el fin de facilitar la manipulación; sin embargo si no se prevé la instalación de material en el lapso de seis meses, deberá desenrollarse y depositarse de esta forma.

Se almacenarán en un lugar fresco, preferentemente a temperaturas inferiores a 21ºC, protegido del viento y de los rayos solares.

Se protegerán convenientemente las bandas elastoméricas de la acción de aceites y grasas.

2.30 IMPERMEABILIZANTES

Se estará a lo dispuesto en el artículo 690 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3.

2.30.1 Condiciones que debe reunir la superficie a impermeabilizar

El soporte base debe tener la resistencia mecánica suficiente de acuerdo con las condiciones de la obra. La terminación de la superficie de fábrica será un fratasado fino o acabado similar.

En ningún caso deberá colocarse un material impermeabilizante directamente sobre una base pulverulenta o granular suelta. La superficie de la base estará seca y exenta de polvo, suciedad, manchas de grasa o pintura en el momento de aplicar la impermeabilización.

2.30.2 Pinturas de imprimación

Son productos bituminosos elaborados en estado líquido, capaces de convertirse en película sólida cuando se aplican en capa fina y deberán cumplir con las condiciones expuestas en la Norma UNE 104234/92.

Deben ser de base asfáltica si el impermeabilizante es asfáltico.

Las características que deben reunir son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	TIPO
Contenido en agua	%	Nulo
Viscosidad Saybolt-Furol a 25ºC	Seg.	de 25 a 150
Valor mínimo del destilado hasta 225ºC en volumen	%	35
Valor máximo del destilado hasta 360ºC en volumen	%	65
Características del residuo obtenido en la destilación hasta 360ºC		
Solubilidad mínima en sulfuro de carbono	%	99
Penetración a 25ºC, 100 g, 5 seg.	0,1 mm.	de 20 a 50

2.30.3 Másticos de base asfáltica

Son aquellos materiales elaborados de consistencia más o menos pastosa que tienen en su composición base de betún asfáltico o de asfalto natural.

Los másticos se utilizan para la fijación y recubrimiento de armaduras y de láminas prefabricadas que componen el sistema de impermeabilización, y para recubrimiento de las láminas prefabricadas.

El filler no sobrepasará el 40% en peso del mástico.

Las características del aglomerante bituminoso serán:

- Punto de reblandecimiento (anillo y bola), unidad ºC
  - Mínimo 79
  - Máximo 100
- Penetración a 25ºC, 100 g., 5 seg., unidad 0,1 mm.
  - Mínimo 20

- Máximo 60

- Ductilidad a 25ºC, 5 cm./min., unidad cm.
  - Mínimo 3
  - Máximo -

- Pérdida por calentamiento, 5 horas a 163ºC, unidad %
  - Mínimo -
  - Máximo 1

2.30.4 Materiales de sellado

Son materiales que se aplican en las juntas para evitar el paso del agua y materias extrañas.

El material, una vez alcanzado su estado de trabajo, presentará suficiente cohesión, buena adherencia a los elementos de la junta, baja susceptibilidad a los cambios de temperatura y deformabilidad adecuada para adaptarse sin muestra de fisuración a los cambios dimensionales de la junta.

2.30.4.1 Masillas de aplicación en frío

2.30.4.1.1 Definición

Son aquellas masillas que a temperatura ambiente presentan una consistencia que permite el llenado completo de la junta y que a su vez cumplen con la norma UNE 104233/90.

2.30.4.1.2 Características

- Consistencia
  - La consistencia del producto será tal que pueda ser aplicado a temperatura superior a 10ºC a una presión que no exceda a 7 Kp/cm2 sin formar bolsas de aire o discontinuidades.

- Fluencia
  - La fluencia máxima a 60ºC no excederá de 0,5 cm.
  - El ensayo se realizará con probetas mantenidas durante 24 h. a la temperatura ambiente del laboratorio.

- Adherencia
  - Después de mantener el material durante 48 h. al aire, se someterá a 5 ciclos completos de adherencia, cada uno de los cuales consta de un período de extensión de la probeta a -18ºC seguido de otro de compresión a la temperatura ambiente.
  - No deben aparecer grietas o separaciones de profundidad mayor de 6 mm. en el material o en la unión de éste con el bloque de mortero.
  - Un mínimo de 2 probetas del grupo de 3 que representen un material dado no deberá fallar.

- Penetración: La penetración realizada con cono se ajustará a los siguientes límites:
  - a 0ºC (200 g. durante 60 seg.) no será menor de 1,0 cm.
  - a 25ºC (150 g. durante 5 seg.) no será mayor de 2,2 cm.

Las probetas de ensayo se mantendrán durante 23 h. a temperatura ambiente y 1 h. en agua a 0ºC o 1 h. en agua a 25ºC según el tipo de ensayo.

2.30.4.2 Masillas de aplicación en caliente

2.30.4.2.1 Definición

Son aquellas masillas que en estado de fusión presentan una consistencia uniforme tal que permite, por vertido, el llenado completo de la junta, evitando la formación de bolsas de aire o discontinuidades.

Todas ellas cumplirán con la norma UNE 104.233/90 así como todas las condiciones que se exponen a continuación.

2.30.4.2.2 Características

- Fluencia
  - La fluencia máxima a 60ºC no excederá a 0,5 cm.
- Adherencia
  - Se someterá el material a 5 ciclos completos de adherencia a -18ºC.
  - No deben aparecer durante el ensayo grietas o separaciones de profundidad superior a 6,5 mm. en el material o en la unión de éste con el bloque de mortero.
  - Un mínimo de 2 probetas, del grupo de 3 que representen un material dado, no deberán fallar.
- Temperatura de vertido
  - La temperatura de vertido será como máximo de 10ºC inferior a la temperatura de seguridad, que se define como la máxima a que puede calentarse el material para que cumpla el ensayo de fluencia dado en el apartado anterior, y como mínimo la temperatura que cumpla el ensayo de adherencia.
- Penetración
  - La penetración realizada con cono a 25ºC bajo carga de 150 g. aplicada durante 5 seg. no será superior a 90 décimas de mm.

2.30.4.2.3 Materiales de sellado de junta a base de poliuretano

Estos productos son unas masillas para juntas de elasticidad permanente de un solo componente a base de poliuretano, parecido al caucho, y que debe poseer las siguientes cualidades:

- Muy buena adherencia a: los materiales de construcción relacionados con el cemento, la piedra artificial, el fibrocemento, el acero, las aleaciones, la madera, el vidrio, la cerámica, etc.
- Una gran resistencia al envejecimiento y las intemperies.
- No fluye en las juntas verticales ni en las juntas de cubiertas cuya anchura no sobrepase 20 mm.
- Resiste el agua, los álcalis diluidos, el agua calcárea, los agentes de limpieza acuosa.
- Resiste temporalmente los carburantes, los aceites minerales, los ácidos

Todos estos productos estarán homologados de acuerdo con la Norma UNE 56321/89.

2.30.5 Emulsiones asfálticas coloidales

Se preparan con agentes emulsionantes minerales coloidales.

Se emplean para establecer "in situ" recubrimientos impermeabilizantes por sí solas o en unión de otros; pueden utilizarse también como protectores o regeneradores de otras capas impermeabilizantes.

Estas emulsiones pueden también llevar aditivos a base de látex u otros, y así mismo cargas minerales como fibras de amianto.

Todos estos productos coincidirán con lo expuesto en la Norma UNE 104231/99.

2.30.6 Armaduras saturadas de productos asfálticos

Se utilizan en la impermeabilización "in situ" por sistemas multicapas y se especificarán de acuerdo a la Norma UNE 104204/95.

Las longitudes de los rollos producidos serán múltiples de 5 m., y su anchura de 1 m. El fabricante tomará las precauciones necesarias para que las distintas capas de un rollo no se adhieran unas a otras después de sometido a una temperatura de 40º durante 2 horas y a una presión igual al peso del propio rollo.

2.30.7 Laminas asfálticas impermeables

2.30.7.1 Definición y clasificación

Son productos prefabricados laminares constituidos por una armadura, un recubrimiento asfáltico y una protección.

Se clasifican por la terminación en:

- Lámina de superficie no protegida o lámina lisa
- Lámina de superficie autoprotegida

2.30.7.2 Condiciones Generales

- Anchura: no menor de 100 cm.
- Longitud: no menor de 5 m.
- Plegabilidad a 25ºC

Un mínimo de 8 a 10 probetas ensayadas no deben agrietarse cuando se doblan en ángulo de 90º a velocidad constante sobre un mandril cilíndrico de 13 mm. de radio de curvatura para lámina de superficie lisa o metálica, y de 20 mm. de radio de curvatura para láminas de superficie mineralizada.

El material presentado en rollos no deberá agrietarse ni deteriorarse al ser desenrollado a la temperatura de 10ºC

2.30.7.3 Resistencia al calor

A 80ºC durante 2 horas, en posición vertical, la pérdida de materias volátiles será inferior a 1,5 %. Al terminar el ensayo, las probetas no estarán alabeadas ni deformadas, ni habrán experimentado cambio, como flujo de betún o formación de ampollas.

En el caso de láminas de superficie mineralizada, los gránulos minerales aplicados a la superficie de recubrimiento no se habrán deslizado más de 1,5 mm.

2.30.7.4 Adherencia

El material presentado en rollos, no deberá adherirse al ser desenrollado a la temperatura de 35ºC.

2.30.7.5 Absorción de agua

La cantidad de agua absorbida no debe ser superior al 10% en peso.

2.30.8 Material compresible para juntas de hormigonado

El material compresible a emplear en las juntas de hormigonado y/o en protección de tuberías estará constituido por planchas de poliuretano expandido y tendrá los siguientes espesores mínimos:

DIÁMETRO NOMINAL DE LA TUBERÍA (mm.)	ESPESOR DE LA PLANTA DE MATERIAL COMPRESIBLE (mm.)
< 500	20
500 ≤ D ≤ 1.200	35
< 1.200	50

Se estará a lo dispuesto en la ORDEN (FOM/475/02), de 13 de febrero, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3 relativos a hormigones y aceros.

2.30.9 Control de calidad

La aceptación de los materiales de impermeabilización estará condicionada a la presentación de los correspondientes certificados de ensayos, proporcionados por el fabricante, garantizando el cumplimiento de lo indicado en el presente Pliego, en la Norma UNE 104281-6-2/85, 104281-6-6/85 y 104281-6-8/86 de acuerdo con las características establecidas en los planos del Proyecto y/o en el cuadro de Precios.

Cuando el material llegue a obra con el Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas Normas, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes.

2.30.10 Áridos a emplear en riegos de imprimación

2.30.11 Características

El árido empleado para riegos de imprimación deberá ajustarse a las condiciones establecidas en el artículo 530.2.2. del PG-3.

2.30.12 Control de Calidad

El control de calidad se regirá por los criterios recogidos en los apartados relativos a áridos del presente pliego, en la medida en que sean aplicables.

El importe de los ensayos será por cuenta del Contratista.

2.30.13 Áridos en mezclas bituminosas en caliente

2.30.13.1 Características

La definición y propiedades de los áridos empleados para mezclas bituminosas en caliente se ajustarán a lo prescrito en el artículo 542.2.2 del PG-3.

2.30.13.2 Control de Calidad

El control de calidad aplicable será el definido en el Pliego PG-3 del MOPU.

- Coeficiente de desgaste de los Ángeles (NLT-149) 5.000 m2 ofracción.
- Análisis granulométrico de los áridos extraídos de mezclas bituminosas (NLT-165) 5.000 m2 o fracción.

El importe de los ensayos será por cuenta del Contratista.

2.31 RESINAS EPOXI

2.31.1 Definición

Las resinas epoxi son productos obtenidos a partir del bisfenol A y la epiclorhidrina, destinados a coladas, recubrimientos, estratificados, encapsulados, prensados, extrusionados, adhesivos y otras aplicaciones de consolidación de materiales.

Son resinas sintéticas, caracterizadas por poseer en su molécula uno o varios grupos epoxi que pueden polimerizarse, sin aportación de calor, cuando se mezclan con un agente catalizador denominado "agente de curado" o "endurecedor".

Será de aplicación el artículo 615 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3 y la Norma ASTM C882.

2.31.2 Componentes de los sistemas epoxi

2.31.2.1 Sistema epoxi

Los sistemas epoxi o formulaciones epoxi se componen de los elementos principales: resina y endurecedor, a los que pueden incorporarse agentes modificadores tales como diluyentes, flexibilizadores, cargas y otros que tienen por objeto modificar las propiedades físicas o químicas del sistema de resina o abaratarlo.

2.31.2.2 Resinas de base

El tipo de sistema y su formulación deberán ser previamente aprobados por el Director a propuesta del Contratista de las obras y las características de los componentes y del sistema deberán ser garantizadas por el fabricante o por el formulador, en su caso.

2.31.2.3 Endurecedores

El endurecimiento de una resina puede hacerse con un agente o con un endurecedor. En el primer caso, una molécula epoxi se une a otra en presencia del catalizador. En el segundo caso el reactivo endurecedor o agente de curado se combina con una o más moléculas de resina.

Los agentes catalizadores más empleados son las bases fuertes tales como aminas terciarias o materiales fuertemente receptores de protones, como el trifluoruro de boro.

Los reactivos endurecedores más comunes son las aminas y sus derivados, poliaminas, los ácidos y anhídricos orgánicos.

La reacción es exotérmica pudiendo producir una elevación considerable de temperatura del sistema que debe ser tenida en cuenta en cada caso particular al elegir la resina y el endurecedor. El calor de curado cuando el endurecedor es una amina es del orden de 25 Kcal/mol. epoxi.

Por otra parte, deberá conocerse de antemano, mediante ensayos y pruebas suficientes en fábrica, el tiempo útil de aplicación, o "potlife", desde el momento de mezclado de la resina con el endurecedor, a distintas temperaturas ambiente en la gama de temperatura previsible.

Los agentes de curado o endurecedores pueden clasificarse en agentes de curado en frío y agentes de curado en caliente. Los primeros reaccionan con las resinas a temperaturas ordinarias o bajas, en atmósferas particularmente húmedas; de este grupo son: las aminas alifáticas primarias, las poliaminas, los poliisocianatos. Los agentes de curado en caliente más empleados son los anhídricos orgánicos, las

aminas primarias y aromáticas y los catalizadores, que son inactivos a temperaturas ordinarias, pero que se descomponen en componentes activos al calentarlo.

2.31.3 Tipo de formulación

En cada caso, se estudiará una formulación adecuada a las temperaturas que se provean, tanto la ambiente como la de la superficie en que se realiza la aplicación.

El tipo de formulación a utilizar y sus características deberán ser garantizados por el fabricante.

En las utilizaciones en las que el espesor de la capa de resina aplicada sea superior a tres milímetros (3 mm.) se utilizarán resinas de módulos de elasticidad relativamente bajos.

En el caso de grietas y fisuras, el tipo de formulación a utilizar será función de la abertura de la grieta y de su estado activo o estacionario. Las grietas activas se inyectarán con resina de curado rápido.

2.31.4 Características físicas y mecánicas

Las características físicas y mecánicas mínimas a cumplir por el sistema epoxi serán:

- Resistencia a compresión (Kp/cm²) 550-1.000
- Módulo de deformación a compresión (Kp/cm²) 20-100x103
- Resistencia a la flexotracción (Kp/cm²) 280-480
- Resistencia a la tracción (Kp/cm²) 90-140
- Alargamiento de rotura (%) 0 -15
- Coeficiente de dilatación térmica lineal por °C 25-30x10-6
- Absorción de agua en % a 7 días, a 25 °C 0 –1

2.31.5 Almacenaje y preparación

Los componentes de la formulación deberán almacenarse a la temperatura indicada por el fabricante, al menos doce horas (12 h.) antes de su uso.

La mezcla se realizará mecánicamente, excepto para cantidades inferiores a un litro (1 l.). El endurecedor se añadirá gradualmente a la resina durante el mezclado.

Antes de proceder a la mezcla de los componentes, deberá conocerse exactamente el período de fluidez, o "pot-life", de la mezcla, período durante el cual puede utilizarse una formulación, no debiendo mezclarse cantidades cuya aplicación requiera un intervalo de tiempo superior a dicho período. En general, no se mezclarán cantidades cuya aplicación dure más de una hora (1 h.), ni cuyo volumen sea superior a seis litros (6 l.): No se apurarán excesivamente los envases que contienen la formulación, para evitar el empleo de resina o endurecedor mal mezclados que se encuentren en las paredes de los mismos.

2.31.6 Recepción y control

Los productos de resina epoxi serán sometidos en fábrica a un riguroso control de calidad que garantice la homogeneidad de cada una de las partidas del producto y su conformidad con las especificaciones descritas en las hojas de información técnica.

Por ello, cada envase, de productos llevará un número de referencia que identifique la partida que será sometida al control de calidad. El resultado de ensayo sobre cada partida se reflejará en una ficha que estará a disposición de la Dirección de las obras.

2.32 MORTEROS EPOXI

2.32.1 Definición

Se definen los morteros epoxi como la mezcla de áridos inertes y una formulación epoxi.

2.32.2 Materiales

2.32.2.1 Áridos

Estos áridos deberán cumplir como mínimo, las condiciones exigidas a los áridos para hormigones recogidas en el presente Pliego.

Los áridos deberán estar secos y limpios, y a la temperatura conveniente dentro del margen permitido para cada formulación. El tamaño máximo del árido no excederá de un tercio (1/3) de la profundidad media del hueco a rellenar, ni contendrá partículas que pasen por el tamiz 0,16 UNE.

2.32.2.2 Formulación epoxi

Ver apartado 2.31 del presente pliego.

2.32.3 Dosificación

La proporción en peso árido/resina, estará comprendida entre tres (3) y siete (7).

La proporción podrá variar según la viscosidad de la resina, la temperatura y restantes condiciones en que se realice la mezcla.

2.32.4 Fabricación

La mezcla podrá realizarse manual o mecánicamente. Primeramente se mezclarán los componentes de la resina, y a continuación se añadirá gradualmente el árido fino.

2.33 IMPRIMACIONES Y PINTURAS

2.33.1 Condiciones generales

Se estará a lo dispuesto en el CTE.

Los planos definirán las superficies a pintar o revestir y el tipo de pintura o revestimiento elegido.

El material a emplear en los recubrimientos se suministrará en los envases originales, sellados y con la etiqueta del fabricante con la que se proporcionarán las instrucciones necesarias para su correcta aplicación.

Igualmente estarán impresas en el envase la fecha de fabricación, caducidad y el número de lote.

Los materiales deben suministrarse con el correspondiente certificado de composición con referencia al número del lote e indicando el número de kilogramos suministrados.

Los materiales se almacenarán de acuerdo con las instrucciones dadas por el fabricante y en todo caso estarán protegidos de la humedad, del sol directo y en locales bien ventilados.

La temperatura del recinto de almacenamiento no debe ser inferior a 10º C, ni superior a 32º C.

La superficie de aplicación estará preparada con todos los elementos (puertas, ventanas, etc.) recibidos y totalmente nivelada y lisa.

No se pintará bajo condiciones climatológicas adversas, tiempo lluvioso, humedad relativa superior al 85%, temperatura no comprendida entre veintiocho y seis grados centígrados (CTE).

Si la superficie de aplicación es de yeso, cemento, albañilería y derivados esta no tendrá una humedad superior al 6 por 100, y no contendrá eflorescencias salinas, manchas de moho o de humedades de sales de hierro. Se procurará que no exista polvo en suspensión.

Si la superficie de aplicación es madera esta tendrá una humedad comprendida entre el 14 y el 20 por 100 si es exterior o entre el 8 y el 14 por 100 si es interior. No estará atacada por hongos o insectos ni presentará nudos mal adheridos.

Si la superficie de aplicación es metálica se limpiará esta de cualquier suciedad, grasa u óxido. Se procurará que no exista polvo en suspensión.

2.33.2 Pinturas de minio de plomo para imprimación anticorrosiva

2.33.2.1 Definición

Pinturas de minio de plomo para imprimación anticorrosiva de materiales férreos, son las que cumplen las condiciones del presente artículo y del artículo 270 del PG-3.

2.33.2.2 Composición

2.33.2.2.1 Del pigmento

Los pigmentos utilizados en la formulación de las pinturas cumplirán las características de la tabla 270.1 del artículo 270 del PG-3.

Los pigmentos extraídos al analizar la pintura cumplirán las características de la tabla 270.2 del artículo 270 del PG-3.

2.33.2.2.2 Del vehículo

Los vehículos estarán exentos de colofonia y sus derivados. Contendrán las cantidades apropiadas de antioxidantes y agentes que eviten en el mayor grado posible la sedimentación del pigmento. Los componentes del vehículo deberán mezclarse en las proporciones que indica la tabla 270.3 del artículo 270 del PG-3.

2.33.2.3 Características de la pintura líquida

Será de aplicación lo especificado en el apartado 270.3 del artículo 270 del PG-3.

2.33.2.4 Características de la película seca de pintura

Será de aplicación lo especificado en el apartado 270.4 del artículo 270 del PG-3.

2.33.3 Imprimación para galvanizados y metales no ferreos

Se define como aquella imprimación reactiva "wash primer" la compuesta a base de resinas de butiral polivinilo, con pigmentos de tetraosicromato de zinc, en medio agua-alcohol, catalizado en el momento de su aplicación, con ácidos fosfóricos en medio agua-alcohol. Dicha imprimación hará de puente de adherencia entre el metal y la capa posterior.

La mezcla de la parte pigmentada y el catalizador fosfórico se realizará en el momento de su aplicación, con la proporción especificada por el fabricante. Vendrá en envase adecuado para su protección en el que se especificará:

- Instrucciones de uso.
- Proporción de la mezcla.
- Permanencia válida de la mezcla.
- Tiempo máximo de permanencia al aire sin repintar.
- Tiempo de secado.
- Aspecto de película seca.
- Toxicidad e inflamabilidad.
- Capacidad del envase en litros y Kg.
- Rendimiento teórico en m2/litro.
- Sello del fabricante.

y cumplirá las normas UNE 125300-1:1994, PNE-prEN ISO 9117-3 y UNE-EN ISO 9117-6:2013.

2.33.4 Imprimación selladora para hormigón

Se define como aquella imprimación a base de dispersiones o emulsiones no pigmentadas en agua o disoluciones en disolventes de resinas sintéticas como acetato de polivinilo, acrílica, o a base de dispersiones acuosas pigmentadas de resinas sintéticas o disoluciones de resinas sintéticas.

Las pinturas antipolvo serán a base de resinas epoxi de dos componentes que aplicados sobre la superficie del hormigón sellen sus poros y le confiera una mayor resistencia a la abrasión y al desgaste, propiedades antipolvo y estanqueidad.

Tendrá, además, una buena resistencia a la intemperie, gran adherencia a la superficie de hormigón y será además resistente a los agentes químicos agresivos y agradablemente coloreado.

Se aplicarán sobre superficies de hormigón exentas de grasas, aceites y polvo en las que previamente se habrá eliminado la lechada superficial mediante rascado con cepillos metálicos.

Los productos, que estarán diluidos con disolventes apropiados, recomendados por el fabricante y en la proporción y condiciones por él recomendadas, se aplicarán en capas sucesivas hasta alcanzar un espesor mínimo de 40 micras.

Vendrá en envase para su protección en el que se especificará:

- Instrucciones de uso expresando si para interior o exterior.
- Tiempo de secado.
- Aspecto de la película seca.
- Capacidad del envase en litros y kg.
- Rendimiento teórico en m2 litro.
- Sello de fabricante.

y cumplirá las normas UNE 125300-1:1994, PNE-prEN ISO 9117-3 y UNE-EN ISO 9117-6:2013.

2.33.5 Esmaltes sintéticos

2.33.5.1 Definición

Pintura de resinas sintéticas obtenidas por la combinación química de aceites secantes semisecantes, con resinas sintéticas duras de tipo alquídicas, pigmentos adecuados y disolventes de hidrocarburos del tipo II.

2.33.5.2 Características

2.33.5.2.1 Generales

El producto una vez agitado durante 3 minutos no presentará coágulos, pellejos, depósitos duros ni flotación de pigmentos.

No se abrirán los envases, hasta que se vayan a aplicar.

La cantidad de disolvente se ajustará según las instrucciones del fabricante y el método aplicación.

2.33.5.2.2 Químicas

No contendrá resinas fenólicas ni de colofonia

En función del soporte cumplirá las siguientes proporciones:

- Maderas del 60% al 70% de aceites
- Metal, del 50% al 60% de aceites
- Otros, 50% de aceites

2.33.5.2.3 Físicas y mecánicas

Características de la película liquida:

- Tendrá la consistencia adecuada para su aplicación con brocha
- Finura de molido de los pigmentos : < 25 micras
- Temperatura de inflamación: >30ºC
- Tiempo de secado a 23ºC y 50% HR; al tacto, 3 horas; totalmente seca 8 horas.
- El rendimiento mínimo será: 5 kg/m2 para una capa de 30 micras

Características de la película seca:

- Resistente a la intemperie, de color estable e isaponificable.
- La adherencia será: </=2 (UNE-EN ISO 2409:2007)
- Envejecimiento acelerado (168 h):< 4 unidades perdida de luminosidad (8 para el amarillo)
- Envejecimiento artificial (500 h): No presentará cuarteamiento, cambios de color, ni cualquier otro defecto.
- Amarilleamiento acelerado por colores con reflectancia aparente superior al 80%:<0.12
- Resistencia a la abrasión: (PNE-EN 13696): daños moderados
- Espesor de la película: Rojo vivo y verdes menor o igual de 37.5 micras, resto de colores menor de 25 micras (UNE-EN ISO 2808:2007)

2.33.5.3 Recepción

Se recibirán en envases metálicos llenos y cerrados de fábrica.

Los envases no presentaran manchas, golpes ni perforaciones que hayan mantenido en contacto la pintura y el ambiente exterior.

En cada envase deberá figurar:

- Tipo de pintura
- Instrucciones de uso.
- Tiempo de secado.
- Capacidad del envase.
- Rendimiento teórico aproximado en kg/m2 o en l/m2.
- Color
- Sello del fabricante y nombre del producto
- Aspecto de la película (brillante, satinada o mate)
- Toxicidad e inflamabilidad
- Temperatura mínima de aplicación
- Disolventes adecuados
- Ámbito de aplicación (exterior o interior)
- Superficies sobre las que se puede aplicar
- Fecha de caducidad

2.33.5.4 Normativa de aplicación

- Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- Instrucciones del fabricante.
- UNE-EN ISO 2409:2013. Pinturas y barnices. Ensayo de corte por enrejado.
- UNE-EN ISO 2808:2007. Pinturas y barnices. Determinación del espesor de película.
- UNE-EN 13696:2009. Suelos de madera y parqué. Métodos de ensayo para la determinación de la elasticidad, la resistencia a la abrasión y la resistencia al impacto.

2.33.5.5 Conservación

No estará almacenada en un periodo superior a un año desde su fabricación.

Se almacenarán en recintos ventilados, protegidos de la intemperie y de temperaturas inferiores a 5º C.

No se almacenarán cerca de zonas de comedores, sala de curas, vestuarios, cocinas o aseos ni en zonas donde exista riesgo de inflamación.

2.33.6 Pintura plástica

Pintura al agua con ligante formado por resinas vinílicas o acrílicas emulsionadas y pigmentos resistentes a la alcalinidad.

Vendrá en envase adecuado para su protección en el que se especificará:

- Instrucciones de uso.
- Temperatura mínima de aplicación.
- Tiempo de secado.
- Aspecto de la película seca: satinado mate.
- Toxicidad e inflamabilidad.
- Capacidad del envase en litros y kg.
- Rendimiento teórico en m2/litro.
- Sello del fabricante.
- Color.

y cumplirá las Normas UNE 125300-1:1994, PNE-prEN ISO 9117-3, UNE-EN ISO 3678:1996 y 48103.

2.33.7 Pintura al clorocaucho para acabado de superficies metálicas

2.33.7.1 Definición

Se definen como pintura al clorocaucho para acabado de superficies metálicas aquellas formadas por caucho clorado al que se le han incorporado plastificantes y estabilizadores con objeto de dar la flexibilidad, adherencia y durabilidad.

Estas pinturas se caracterizan por su resistencia al fuego y agua.

2.33.7.2 Composición y empleo

Se empleará cualquiera de las composiciones indicadas en la tabla siguiente:

COMPONENTES	Vehículo Fijo, % en peso			
	A	B	C	D
Clorocaucho	50-60	45-60	20-35	5-50
Parafinas o bifenilos clorados	40-50	0-25	--	--
Resinas alquídicas medias o largas en aceites	--	20-30	65-80	0-25
Otros polímeros, resinas y plastificantes	--	--	--	0-95
TOTALES	100	100	100	100

2.33.8 Características de la brea epoxi

La brea-epoxi a aplicar será de tipo tixotrópico, de curado en frío, de dos componentes, de brea de hulla y reforzada con filler inerte.

El contenido de sólidos será de 70% mínimo.

El "pot life" o tiempo durante el cual la mezcla mantiene su viscosidad inicial, será de 3 horas mínimo a 20º C.

El tiempo de secado a 20º C será:

- Seco al tacto en 4 horas.
- Totalmente secado-curado en 7 días.
- Preparada para una nueva capa, después de 1 día y antes de 7.

Resistencia a las temperaturas (después de curado):

- Hasta 150º C al aire.
- Hasta 80º en agua.

Resistencia química, después de curada la brea-epoxi será resistente a:

- Agua corriente.
- Agua destilada.
- Aguas residuales industriales y de ciudad.
- Gases producidos en escapes y aguas residuales.
- Ácidos inorgánicos diluidos.
- Aceites y grasas vegetales y minerales.
- Agua de mar.
- Aguas subterráneas.
- Aguas de afluentes.
- Álcalis concentrados y diluido.
- Disolventes orgánicos.
- Disoluciones salinas.

2.33.8.1 Preparación de la superficie

El hormigón tendrá una edad superior a los 28 días si ha sido curado a temperatura ambiente, o el tiempo de curado correspondiente a otra temperatura.

Las superficies a recubrir con brea-epoxi serán previamente tratadas con chorro de arena, para dejar al descubierto la matriz del hormigón.

Si una vez chorreado el hormigón se observaran pequeñas coqueras, huecos, poros o similares se aplicará, a título de tapaporos, un mástic epoxi adecuado para rellenar los mismos.

2.33.8.2 Humedad y temperatura

Para poder aplicar el revestimiento de brea-epoxi será necesario que tanto la temperatura del material epóxico como la ambiental y la del substrato sobre la que ha de aplicarse superan los 5º C.

La humedad relativa ambiental no excederá del 90%.

La humedad del substrato será inferior al 6%.

En todo caso el substrato en previsión de la formación de condensación sobre superficie, deberá encontrarse a una temperatura por lo menos tres grados superior al punto de rocío del aire ambiental.

2.33.8.3 Preparación de la mezcla

Se respetarán, siempre, las proporciones a mezclar de cada componente que el fabricante establece. Se mezclarán hasta alcanzar la adecuada homogeneidad del mezclado, sin que queden restos de algún componente sin ser mezclado.

2.33.9 Pinturas no especificadas

Las pinturas cuyas condiciones no han sido especificadas en los apartados anteriores deberán cumplir, como mínimo, las prescripciones funcionales y de calidad fijadas en las correspondientes Normas y disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control industrial.

2.34 VÁLVULAS DE PASO O SECCIONAMIENTO

2.34.1 Definición

Elementos hidromecánicos destinados a cerrar el paso del agua en una conducción.

2.34.2 Tipos / clasificación

VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO			
Tipo	Aplicaciones	Diámetros	Presiones
Válvulas de compuerta	Abastecimiento / Saneamiento	20 – 300 mm	PN 6/10/16/25
Válvulas de mariposa	Abastecimiento	150 - 2.000 mm	PN 10/16
Válvulas de tajadera	Saneamiento	50 -1.200 mm	Hasta PN 10
Válvulas de bola	Abastecimiento / Saneamiento	8 – 100 mm	PN 6/10/16/25

2.34.3 Características y materiales

Las válvulas de seccionamiento deben cumplir con los requisitos de diseño y funcionamiento que figuran en la norma UNE-EN 1074-1 y UNE-EN 1074-2.

El fabricante deberá proporcionar la característica de la válvula Kv, es decir, las pérdidas de carga en función del caudal.

2.34.3.1 Válvulas de Compuerta

Las válvulas de compuerta abren mediante el levantamiento de un obturador circular, permitiendo así el paso del fluido. Las válvulas de compuerta se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 300 e inferiores, debido a la mayor resistencia que ofrecen en su maniobra. Modelos estándar para presiones PN 6/10/16/25.

Están constituidas básicamente por un cuerpo, una tapa, obturador husillo o vástago y mecanismo de maniobra. Las válvulas irán provistas de guías para evitar vibraciones y bloqueos de la compuerta y mejorar la maniobra.

La tapa del puente será de una sola pieza, uniéndose al cuerpo a través de tornillos.

Deberá ser estanca en cualquiera de los dos sentidos.

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS DE COMPUERTA		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Cuerpo y tapa	Fundición Nodular EN-GJS-400/500	UNE EN 1563
Eje o vástago	AISI 420 Acero Inox. X20Cr13	UNE EN 10088-3
Obturador o Compuerta	Fundición Nodular EN-GJS-400/500	EN 1563
Revestimiento de la compuerta	EPDM (abastecimiento)/ NBR (saneamiento) Vulcanizado al obturador, no pegado.	UNE EN 681/ASTM D2000

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS DE COMPUERTA		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Juntas Tóricas	EPDM / NBR	ASTM D2000
Caperuza	Fundición Nodular EN-GJS-400/500	EN 1563
Tornillería	Acero 8.8 con protección contra corrosión/ Acero inox	EN 10088
Revestimiento interior y exterior	epoxi aplicado electrostáticamente de espesor mínimo 250µ	DIN-30677-2

Las uniones de las válvulas de seccionamiento con la conducción podrán ser:

- Roscadas hasta diámetros de 50 mm
- Embridadas. La distancia entre bridas se ajustará a la norma UNE 558-2, para PN 16 será serie básica 14 y para PN 25 será serie básica 15, y los taladros de las bridas según UNE EN 1092-2

2.34.3.2 Válvulas de Mariposa

Las válvulas de mariposa permiten el paso del fluido mediante un obturador denominado mariposa que gira sobre un eje.

Las válvulas de mariposa se emplearán en tuberías con diámetros nominales superiores de 150 mm y superiores. Modelos estándar para presiones PN 10/16/25.

Están constituidas básicamente por un cuerpo, obturador circular (lenteja o mariposa), un eje y mecanismo de maniobra.

Las válvulas de mariposa pueden ser céntricas o de doble excentricidad. Normalmente se recomienda:

- Céntricas:
  - Distancia entre bridas Serie básica 20 hasta 300 mm de diámetro
  - Distancia entre bridas Serie básica 13 de 300mm a 600 mm de diámetro
- Doble excentricidad:
  - Distancia entre bridas Serie básica 14 de 600 mm a 2.000 mm

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS DE MARIPOSA		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Cuerpo	Fundición dúctil EN-GJS-400/500	UNE EN 1563
Eje o vástago	AISI 420/431 Acero Inox. X20Cr13	UNE EN 10088
Disco o mariposa	céntricas Acero Inox	EN 10088
	Bi-excentricas EN-GJS-400/500	UNE EN 1563
Anillo	Céntricas EPDM en cuerpo	UNE EN 681
	Bi-excentricas: Asiento integrado en el cuerpo En disco anillo de EPDM y aro de sujeción en inox	UNE EN 681/UNE EN 10088
Juntas Tóricas	NBR/EPDM	ASTM D2000
Tornillería	Acero inox. AISI 304/316	EN 10088

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS DE MARIPOSA		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Revestimiento interior y exterior	epoxi aplicado electrostáticamente de espesor mínimo 200µ	DIN-30677

Las uniones de las válvulas de seccionamiento con la conducción podrán ser:

- Embridadas. La distancia entre bridas se ajustará a la norma UNE 558-1 y los taladros de las bridas según UNE EN 1092-2
- Wafer con tornillos pasantes

2.34.3.3 Válvulas de Bola

Una válvula de bola o válvula de esfera, es un mecanismo de llave de paso que sirve para cerrar o abrir el paso de un fluido canalizado y se caracteriza porque el mecanismo regulador situado en el interior tiene forma de esfera perforada.

Las válvulas de bola se emplearán en tuberías con diámetros nominales entre 8 y 50 mm. Modelos estándar para presiones PN 6/10/16/25.

Están constituidas básicamente por un cuerpo, un eje, una tuerca, una bola y una palanca.

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS DE BOLA		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Cuerpo	Acero Carbono/Acero Inox.	UNE EN 36011/ 10088
Anillo de apriete	Acero Inox AISI 316	UNE EN 10088
Eje o vástago	Acero Inox. AISI 316	UNE EN 10088
Bola	Acero Inox. AISI 316	UNE EN 10088
Asiento	NBR	ASTM D2000
Palanca	Acero al carbono pintado	UNE EN 36011

Las uniones de las válvulas con la conducción podrán ser:

- Roscadas hasta diámetros de 50 mm

2.34.3.4 Válvulas de Tajadera

Son válvulas tipo guillotina. Las válvulas de tajadera se emplearán en tuberías con diámetros nominales entre 50 y 1.200 mm. Modelos estándar para presiones hasta PN 10. En este tipo de válvulas la presión de servicio decrece a medida que la válvula aumenta el diámetro.

Sólo se admitirán las unidades que tengan paso integral, y las que no posean ninguna cavidad, ni canal en el cuerpo para guía del obturador de cierre. Serán del tipo de husillo interior ascendente y volante fijo.

La tapa del puente será de una sola pieza, uniéndose al cuerpo a través de espárragos. El cierre de la tajadera se hará sobre goma, y será fácilmente recambiable.

Deberá ser estanca en ambas direcciones. Llevará un rascador para limpieza del obturador, evitando que la suciedad adherida deteriore la junta de cierre.

Están constituidas básicamente por un cuerpo, tajadera, eje, asiento, anillo, puente, caperuza, placas de presión, volante y pernos de sujeción.

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS DE TAJADERA		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Cuerpo	Hierro fundido GJL-400	UNE EN 1561
Obturador o Compuerta	Acero Inox. AISI-316	UNE EN 10088
Eje o vástago	AISI 420/316 Acero Inox. X20Cr13.	UNE EN 10088
Asiento	EPDM o NBR	UNE EN 681/ASTM D2000
Anillo	Acero Inox. AISI-316	UNE EN 10088
Puente y caperuza	Acero al carbono recub. Epoxi	ENE 36011
Placas de presión	Acero Inox. AISI-316	UNE EN 10088
Volante	Hierro fundido GJS-400/acero al carbono	EN 1561
Pernos de sujeción	Acero Inox.	UNE EN 10088
Revestimiento interior y exterior	epoxi aplicado electrostáticamente de espesor mínimo 200µ	DIN-30677

Las uniones de las válvulas con la conducción serán wafer/lug.

2.34.4 Accionamiento

Las válvulas podrán dotarse y ser maniobradas con los accesorios:

- Caperuzas
- Volantes de maniobra
- Desmultiplicadores para válvulas de compuerta
- Actuadores eléctricos

2.34.5 Protección superficial

2.34.5.1 Preparación de las superficies a proteger

- Con anterioridad a efectuar el chorreado se procederá a la eliminación mediante amolado, de las rebabas, hoja y salpicaduras de soldadura y se redondearán las aristas.
- Granallado según DIN 55928-4, SA 2.5. Las superficies deben quedar limpias de grasa, óxido y aceite. Este proceso asegura la adhesión óptima del revestimiento. El intervalo entre el granallado y el pintado no debe superar las 4 h.
- Pintado, el epoxi se aplica electrostáticamente y entra en contacto con la fundición que ha sido calentada previamente en un horno a 770º C durante 40 minutos.

2.34.5.2 Aplicación

Tanto la imprimación como las capas de acabado se efectuarán en un local seco, cubierto al abrigo del polvo y con la ventilación adecuada durante la aplicación y el secado.

Se tendrá especial cuidado en observar las condiciones de aplicación recomendadas por el fabricante en lo referente a la proporción de la mezcla, vida de la misma, control de las temperaturas y del grado de humedad relativa, tanto durante la aplicación como en el tiempo de curado

Igualmente se observarán, los intervalos de tiempo entre repintados recomendados por el fabricante. En caso de sobrepasarse el intervalo máximo se comunicará la rugosidad a la superficie con el fin de asegurar la adherencia entre capas.

La pintura se aplicará de forma que no se produzcan corrimientos, descuelgues, rateados, rayados, porosidades u otros defectos.

Los elementos en que se aprecien estos defectos u otros que denoten la incorrecta preparación de la superficie o aplicación de la pintura serán rechazados.

El espesor de la capa seca de imprimación se medirá utilizando aparatos calibrados como el cometer o el Míkotester.

El fabricante, por medio de su departamento de Control de Calidad, realizara y certificara los ensayos de adherencia a la base y entre capas bajo los requisitos fijados en la Norma DIN 53151 con un nivel de aceptación correspondiente a un valor característico VC-2 como mínimo.

2.34.6 Control de calidad

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001.

La fabricación, montaje y acabado de todos los elementos componentes de las válvulas deberán estar sujetos a un estricto y documentado proceso de control que garantice la calidad del producto suministrado.

El fabricante deberá presentar un Manual de Control de Calidad en el que deberán fijarse los equipos, medios y procedimientos de los controles a realizar, indicándose las normas oficiales de ensayos que se apliquen o en otro caso incluirse la descripción detallada de los procesos o medios de ensayo utilizados.

El Contratista adjudicatario, se compromete a que el fabricante de los mecanismos, por medio de su departamento de Control de Calidad, controlará el cumplimiento de las especificaciones de este Pliego, del Procedimiento del Control de Calidad presentado y cualquier otro acuerdo establecido con posterioridad con la Dirección de Obra.

La Dirección de Obra, por si misma o bien por delegación en inspectores, debidamente autorizados asistirá a la verificación de los ensayos o controles establecidos en el programa de Control de Calidad que considere oportuno.

La Dirección de Obra y/o sus inspectores durante el periodo de realización de los trabajos, tendrá libre acceso a las instalaciones del fabricante y a las de los subcontratistas del mismo, siendo en estos casos acompañado por personal del fabricante.

El proceso de autocontrol abarcará, al menos, los conceptos siguientes:

- Materiales:
  - Composición química.
  - Estructura molecular
  - Características mecánicas.
  - Tratamientos térmicos.
- Fabricación:
  - Dimensiones, tolerancias y paralelismo.

- Soldaduras.
- Acabado de superficies.
- Comportamiento mecánico.

- Pruebas de fábrica:
  - Pruebas de presión
  - Pruebas de estanqueidad
  - Pruebas de accionamiento apertura - cierre.
  - Resistencia a la Fatiga
  - Resistencia a los Productos Desinfectantes

- Revestimiento:
  - Composición química.
  - Preparación de superficies y espesores.
  - Comportamiento mecánico.
  - Comportamiento químico y alimentariedad para agua potable.

2.34.6.1 Puntos de inspección

El fabricante debe fijar en el Manual de Control de Calidad el control de materiales y puntos de inspección a realizar por su departamento de Control de Calidad y que será como mínimo el que se exige para cumplir las condiciones establecidas en este Pliego y de acuerdo con el Director de Obra.

El CABB, por medio de sus inspectores autorizados y previa confirmación de la fecha de realización de los puntos de inspección del fabricante, podrá asistir a la realización de los mismos.

En el Procedimiento de Control de Calidad figurarán los puntos de asistencia obligatoria de la Dirección de Obra, propuestas por el fabricante. El CABB, fijará para cada uno de los mecanismos los puntos de asistencia obligatoria que considera necesario.

El Contratista comunicará a la Dirección de Obra las fechas de realización de los controles o ensayos de asistencia obligatoria por escrito, con un mínimo de una semana de anticipación.

2.34.6.2 Control de Calidad de los materiales

El departamento de Control de Calidad del fabricante recogerá los certificados correspondientes a los materiales suministrados para la fabricación de los elementos de los mismos, y procederá a su comprobación e identificación.

Igualmente deberá comprobar la coincidencia del certificado con las características determinadas en este Pliego.

2.34.6.3 Control de Fabricación

2.34.6.3.1 Procedimientos de soldadura

El fabricante presentará a la Dirección de Obra para su estudio y comentarios, un procedimiento en el que se detallen la preparación, fases de trabajo, procedimiento de soldadura, etc., según el Código ASME Sección IX.

El fabricante, una vez aceptado el Procedimiento por la Dirección de Obra, procederá a la realización de las pruebas y ensayos necesarios para la homologación del mismo, por un laboratorio homologado o por una empresa especializada aceptada por la Dirección de Obra.

En caso de tener homologado el Procedimiento en las condiciones acordadas con la Dirección de Obra, el fabricante procederá a entregar una copia del Certificado.

Los soldadores deberán estar homologados por un laboratorio oficial o por una empresa especializada aceptada por la Dirección de Obra. Se facilitará una copia de los certificados correspondientes a la Dirección de Obra.

2.34.6.3.2 Tratamientos Térmicos

En el caso de materiales que requieren tratamiento según este Pliego o así se indique en el Procedimiento de Soldadura o de Reparación, el Certificado de control del fabricante presentará la especificación correspondiente, el Certificado del mismo y el gráfico de temperaturas.

2.34.6.3.3 Ensayos no destructivos

El fabricante, por medio de su departamento de Control de Calidad, comprobará la calidad de los materiales, y de los trabajos en ejecución mediante la realización de los ensayos no destructivos necesarios en cada uno de los elementos de los mecanismos.

El número y tipo de ensayos se definirán previamente en el Manual de Control de Calidad. El departamento de Control de Calidad, preparará el protocolo correspondiente a cada una de las comprobaciones realizadas.

A nivel general los ensayos serán los siguientes:

- Examen visual: Para detectar defectos superficiales
- Ensayos con Líquidos penetrantes: Para detectar defectos superficiales
- Ensayos con Partículas magnéticas: Para detectar defectos superficiales
- Ensayos con Ultrasonidos: Para detectar defectos internos. Medida de espesores en paredes de válvulas
- Radiografías: Para detectar Defectos internos y externos:
  - En piezas fundidas según ASTM
  - En soldaduras según ASME VIII

2.34.6.4 Ensayos y pruebas en fábrica

Todas las válvulas suministradas por el fabricante se ensayarán según UNE-EN 1074-2 para producto y UNE-EN 12266-1 ensayos en fábrica.

El fabricante por medio de su departamento de Control de Calidad preparará los protocolos con los resultados correspondientes a las pruebas realizadas.

Pruebas de los modelos:

- Ensayo para la Resistencia a la Presión interior de la Carcasa y de todos los componentes sometidos a presión: con válvula abierta. Las válvulas deben resistir, sin sufrir daños, una presión interior igual al mayor de los valores 1,5*PFA o PEA durante 10 minutos. No debe apreciarse ninguna fuga ni ninguna otra señal de defecto. Ensayo según UNE-EN 1074-1
- Ensayo para la Resistencia del Obturador a la presión diferencial: con válvula cerrada. Las válvulas deben resistir, sin sufrir daños, una presión diferencial, aplicada al obturador, igual a 1,5*PFA durante 10 minutos. No debe apreciarse ninguna fuga ni ninguna otra señal de defecto. Ensayo según UNE-EN 1074-1
- Ensayo de Estanqueidad del Asiento: Comprobación del comportamiento mecánico y de la estanqueidad interior y exterior sometiendo a la válvula en posición cerrada a una presión interior

igual o mayor a 1,1*PFA. No debe apreciarse ninguna fuga ni ninguna otra señal de defecto. Ensayo según EN 12266-1.

- Ensayo para Maniobra de las Válvulas: Medición y registro de los pares de cierre y apertura para las velocidades mínimas de diseño establecidas. Estos valores deben ser iguales o inferiores al Par Máximo de Maniobra MOT. Ensayo según UNE-EN 1074-2 (anexo C)
- Ensayo para la Resistencia a la fatiga o desgaste: Para diámetros comprendidos entre 50 mm y 600 mm. El número de ciclos de cierre/apertura debe ser de 250 para válvulas accionadas manualmente y de 2.500 para válvulas accionadas eléctrica, hidráulica o neumáticamente. Ensayo según UNE-EN 1074-2 (anexo D).
- Ensayo para Resistencia de las válvulas a flexión: Las válvulas deben resistir las contracciones transmitidas sin sufrir deformaciones. Ensayo según UNE-EN 1074-1 (anexo C)
- Resistencia de las Válvulas a los productos desinfectantes: Las propiedades funcionales de las válvulas no deben verse alteradas después de ser sometidas a un proceso de desinfección. Ensayo según UNE-EN 1074-1 (anexo E)

2.34.6.5 Control del revestimiento

Se comprobará que los certificados de la calidad de la pintura corresponden al lote enviado y es lo previsto a emplear en cada caso.

Se realizarán los siguientes controles:

- Medición del espesor en diferentes superficies interiores y exteriores
- Perfecta estabilidad del revestimiento controlado por test de reticulación por aplicación de disolvente (EN 105 Do2)
- Resistencia al choque por impacto de una bola de acero

Los revestimientos en contacto con agua destinada al consumo humano no deben afectar a las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas del agua.

2.34.6.6 Procedimientos de reparación

Si en la realización de las comprobaciones y ensayos se detecta algún defecto, no aceptable, a juicio del departamento de Control de Calidad y/o por la Inspección, el elemento o equipo quedará rechazado.

El fabricante, propondrá a la Dirección de Obra, para su aceptación o comentarios, el Procedimiento de Reparación y los nuevos ensayos a realizar para la comprobación y aceptación definitiva de los elementos o equipos rechazados.

Una vez aceptado el Procedimiento, el fabricante comunicará a la Dirección de Obra la fecha de realización de la reparación y las de comprobación y ensayos correspondientes.

2.34.6.7 Limpieza

El fabricante por medio de su departamento de Control de Calidad comprobará que la limpieza realizada corresponde a lo previsto en este Pliego y preparará el correspondiente protocolo para cada elemento.

2.34.6.8 Identificación

Toda válvula deberá estar marcada de forma claramente legible, visible y durable conforme el proyecto de Norma prEN 19:1999, indicándose:

- Diámetro nominal: se expresará mediante el símbolo DN seguido por su valor correspondiente expresado en mm.
- Presión nominal: se expresará mediante el símbolo PN seguido por su valor correspondiente expresado en bar.
- Material del cuerpo: se especificará la abreviatura correspondiente al material empleado seguido por las siglas de la Norma que emplee dicha abreviatura.
- Identificación del fabricante.
- El modelo de la válvula y Normativa aplicable.
- El año de fabricación.

2.34.6.9 Referencias, certificados y garantías

Por cada válvula suministrada, en cuanto concierne a esta Normativa, se adjuntará la documentación siguiente:

- Certificados ISO 9001 y ISO 14001
- Ficha técnica, conformada por el responsable del Control de Calidad delfabricante.
- Certificados correspondientes a los materiales suministrados para la fabricación de los mismos asegurando trazabilidad. Certificado 2.2 o certificado 3.1 según se disponga en el PPTP o en el pliego de la licitación.
- Resultados de los Ensayos realizados.
- Fotocopia del Certificado de Registro de Empresa de Aseguramiento de Calidad, o, en su defecto, Certificado del Control de Calidad realizado por empresa independiente, ambos en vigor a la fecha del pedido.
- Período de garantía contra defecto de fábrica y funcionamiento.

2.35 VÁLVULAS DE RETENCIÓN

2.35.1 Definición

Elementos hidromecánicos que impiden el retroceso del fluido por medio de un mecanismo que se abre al paso del fluido y se cierra cuando el fluido deja de circular o lo hace en sentido contrario.

2.35.2 Tipos / clasificación

Para saneamiento sólo se admitirán las de obturador ascendente. Igualmente, serán de rechazo aquellas válvulas, que, aun siendo el obturador oscilante, el eje de giro de éste se sitúe dentro de la vena líquida.

VÁLVULAS DE RETENCIÓN			
TIPO	APLICACIONES	DIÁMETROS	PRESIONES
Válvulas de retención de doble clapeta	Abastecimiento	40 – 1.200 mm	PN 10/16/25/40
Válvulas de retención de disco axial	Abastecimiento	40 – 1.000 mm	PN 10/16/25/40
Válvulas de retención múltiple	Abastecimiento	65 – 1.200 mm	PN 10/16/25/40
Válvulas de retención a bola	Saneamiento	40 – 400 mm	PN 10/16
Válvulas de pie	Abastecimiento	40 – 1.000 mm	PN 10/16
Válvulas de retención de clapeta	Abastecimiento / saneamiento	50 – 300 mm	PN 10/16

2.35.3 Características y materiales

Las válvulas de retención deben cumplir con los requisitos de diseño y funcionamiento que figuran en la norma UNE-EN 1074-1 y UNE-EN 1074-3.

2.35.3.1 Válvulas de Doble Clapeta (Muelle)

Las válvulas de doble clapeta se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 40 mm a 1.200 mm. Están constituidas básicamente por un cuerpo, unas clapetas, un anillo de asiento, un eje y un muelle.

Modelos estándar para presiones PN 10/16/25/40.

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS RETENCIÓN DOBLE CLAPETA		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Cuerpo	Fundición Nodular EN-GJS-400/500	UNE EN 1563
Clapetas	Acero Inox. AISI-316.	EN 10088
Asiento	EPDM o NBR	UNE EN 681/ASTM D2000
Eje	Acero Inox. AISI-304.	EN 10088
Resorte	Acero Inox. AISI-302	EN 10088

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS RETENCIÓN DOBLE CLAPETA		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Revestimiento interior y exterior del cuerpo	epoxi aplicado electrostáticamente de espesor mínimo 200µ	DIN-30677

Las uniones de las válvulas con la conducción podrán ser:

- Embridadas. La distancia entre bridas se ajustará a la norma UNE 558 y los taladros de las bridas según UNE EN 1092
- Wafer, mediante tornillos pasantes

2.35.3.2 Válvulas de retención de Disco Axial (Muelle)

La válvula abre cuando la presión aguas arriba supere a la presión aguas abajo.

Las válvulas de retención axial se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 40 mm a 1.000 mm. Están constituidas básicamente por un cuerpo, un obturador móvil, un asiento, un eje, un resorte y anillo de cierre.

Modelos estándar para presiones PN 10/16/25/40.

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS RETENCIÓN DISCO AXIAL		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Cuerpo	Fundición Nodular EN-GJS-400/500	UNE EN 1563
Obturador móvil	Acero Inox. A304 (*). Para diámetros superiores a 350 mm, acero al carbono + acero inoxidable	EN 10088
Asiento	Acero Inox. A304	EN 10088
Anillo de Cierre	EPDM o NBR	UNE EN 681/ASTM D2000
Eje	Acero Inox. AISI-420	EN 10088
Resorte	Acero Inox. AISI-304	EN 10088
Revestimiento interior y exterior del cuerpo	epoxi aplicado electrostáticamente de espesor mínimo 200µ	DIN-30677

Las uniones de las válvulas con la conducción podrán ser:

- Embridadas. La distancia entre bridas se ajustará a la norma UNE 558 y los taladros de las bridas según UNE EN 1092

2.35.3.3 Válvulas de retención Múltiple

Las válvulas de *retención Múltiple* se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 65 mm a 1.200 mm. Consta de dos cuerpos que embridan un disco de asiento con múltiples elementosde cierre.

Modelos estándar para presiones PN 10/16/25/40

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS RETENCIÓN MÚLTIPLE		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Cuerpos	Acero al carbono	ENE 36011
Placas	Acero al carbono	ENE 36011
Elementos de Cierre	Acero inox y neopreno	EN 10088
Muelles	Acero Inox.	EN 10088
Espárragos de sujeción	Acero Inox.	EN 10088
Soportes de guía	Acero Inox.	EN 10088
Revestimiento interior y exterior del cuerpo	epoxi aplicado electrostáticamente de espesor mínimo 250µ	DIN-30677

2.35.3.4 Válvulas de retención a Bola

Está especialmente diseñada para aguas residuales.

Las válvulas de retención a bola se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 40 mm a 400 mm. Están constituidas básicamente por un cuerpo, una tapa, una bola.

Modelos estándar para presiones PN 10/16

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS RETENCIÓN A BOLA		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Cuerpo	Fundición Nodular EN-GJS-400/500	UNE EN 1563
Bola (*)	DN 40 a 100 Aluminio +NBR	ASTM D2000
	DN 125 a 400 GGG-40+NBR	UNE EN 1563
Tapa	Fundición Nodular EN-GJS-400/500	UNE EN 1563
Junta Cuerpo Tapa	NBR	ASTM D2000
Tornillería	Acero Inox.	EN 10088
Revestimiento interior y exterior del cuerpo	epoxi aplicado electrostáticamente de espesor mínimo 250µ	DIN-30677
(*) En caso de extremos roscados DN<80 la bola podrá ser de resina fenólica		
Analizar con fabricante		

Las uniones de las válvulas con la conducción podrán ser:

- Embridadas. La distancia entre bridas se ajustará a la norma UNE 558 y los taladros de las bridas según UNE EN 1092

2.35.3.5 Válvulas de retención de Pie

Está especialmente destinada para servicios de succión próximos a las bombas, trabajando a poca presión.

Las válvulas de retención de pie se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 50 mm a 1.000 mm. Están constituidas básicamente por un cuerpo, un obturador, colador, una junta y tornillos.

2.35.4 Protección superficial

2.35.4.1 Preparación de las superficies a proteger

- Con anterioridad a efectuar el chorreado se procederá a la eliminación mediante amolado, de las rebabas, hoja y salpicaduras de soldadura y se redondearán las aristas.
- Granallado según DIN 55928-4, SA 2.5. Las superficies deben quedar limpias de grasa, óxido y aceite. Este proceso asegura la adhesión óptima del revestimiento. El intervalo entre el granallado y el pintado no debe superar las 4 h.
- Pintado, el epoxi se aplica electrostáticamente y entra en contacto con la fundición que ha sido calentada previamente en un horno a 770º C durante 40 minutos.

2.35.4.2 Aplicación

Tanto la imprimación como las capas de acabado se efectuarán en un local seco, cubierto al abrigo del polvo y con la ventilación adecuada durante la aplicación y el secado.

Se tendrá especial cuidado en observar las condiciones de aplicación recomendadas por el fabricante en lo referente a la proporción de la mezcla, vida de la misma, control de las temperaturas y del grado de humedad relativa, tanto durante la aplicación como en el tiempo de curado

Igualmente se observarán, los intervalos de tiempo entre repintados recomendados por el fabricante. En caso de sobrepasarse el intervalo máximo se comunicará la rugosidad a la superficie con el fin de asegurar la adherencia entre capas.

La pintura se aplicara de forma que no se produzcan corrimientos, descuelgues, rateados, rayados, porosidades u otros defectos.

Los elementos en que se aprecien estos defectos u otros que denoten la incorrecta preparación de la superficie o aplicación de la pintura serán rechazados.

El espesor de la capa seca de imprimación se medirá utilizando aparatos calibrados como el cometer o el Míkotester.

El fabricante, por medio de su departamento de Control de Calidad, realizara y certificara los ensayos de adherencia a la base y entre capas bajo los requisitos fijados en la Norma DIN 53151 con un nivel de aceptación correspondiente a un valor característico VC-2 como mínimo.

2.35.5 Control de calidad

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001.

La fabricación, montaje y acabado de todos los elementos componentes de las válvulas deberán estar sujetos a un estricto y documentado proceso de control que garantice la calidad del producto suministrado.

El fabricante deberá presentar un Manual de Control de Calidad en el que deberán fijarse los equipos, medios y procedimientos de los controles a realizar, indicándose las normas oficiales de ensayos que se apliquen o en otro caso incluirse la descripción detallada de los procesos o medios de ensayo utilizados.

El Contratista adjudicatario, se compromete a que el fabricante de los mecanismos, por medio de su departamento de Control de Calidad, controlará el cumplimiento de las especificaciones de este Pliego,

del procedimiento del Control de Calidad presentado y cualquier otro acuerdo establecido con posterioridad con la Dirección de Obra.

La Dirección de Obra, por si misma o bien por delegación en inspectores, debidamente autorizados asistirá a la verificación de los ensayos o controles establecidos en el programa de Control de Calidad que considere oportuno.

La Dirección de Obra y/o sus inspectores durante el periodo de realización de los trabajos, tendrá libre acceso a las instalaciones del fabricante y a las de los subcontratistas del mismo, siendo en estos casos acompañado por personal del fabricante.

El proceso de autocontrol abarcará, al menos, los conceptos siguientes:

- Materiales:
  - Composición química.
  - Estructura molecular
  - Características mecánicas.
  - Tratamientos térmicos.
- Fabricación:
  - Dimensiones, tolerancias y paralelismo.
  - Soldaduras.
  - Acabado de superficies.
  - Comportamiento mecánico.
- Pruebas de fábrica:
  - Pruebas de presión
  - Pruebas de estanqueidad
  - Resistencia a la Fatiga
  - Resistencia a los Productos Desinfectantes
- Revestimiento:
  - Composición química.
  - Preparación de superficies y espesores.
  - Comportamiento mecánico.
  - Comportamiento químico y alimentariedad para agua potable.

2.35.5.1 Puntos de inspección

El fabricante debe fijar en el Manual de Control de Calidad el control de materiales y puntos de inspección a realizar por su departamento de Control de Calidad y que será como mínimo el que se exige para cumplir las condiciones establecidas en este Pliego y de acuerdo con el Director de Obra.

El CABB, por medio de sus inspectores autorizados y previa confirmación de la fecha de realización de los puntos de inspección del fabricante, podrá asistir a la realización de los mismos.

En el Procedimiento de Control de Calidad figurarán los puntos de asistencia obligatoria de la Dirección de Obra, propuestas por el fabricante. El CABB, fijará para cada uno de los mecanismos los puntos de asistencia obligatoria que considera necesario.

El Contratista comunicará a la Dirección de Obra las fechas de realización de los controles o ensayos de asistencia obligatoria por escrito, con un mínimo de una semana de anticipación.

2.35.5.2 Control de Calidad de los materiales

El departamento de Control de Calidad del fabricante recogerá los certificados correspondientes a los materiales suministrados para la fabricación de los elementos de los mismos, y procederá a su comprobación e identificación.

Igualmente deberá comprobar la coincidencia del certificado con las características determinadas en este Pliego.

2.35.5.3 Control de Fabricación

2.35.5.3.1 Procedimientos de soldadura

El fabricante presentará a la Dirección de Obra para su estudio y comentarios, un procedimiento en el que se detallen la preparación, fases de trabajo, procedimiento de soldadura, etc., según el Código ASME Sección IX.

El fabricante, una vez aceptado el Procedimiento por la Dirección de Obra, procederá a la realización de las pruebas y ensayos necesarios para la homologación del mismo, por un laboratorio homologado o por una empresa especializada aceptada por la Dirección de Obra.

En caso de tener homologado el Procedimiento en las condiciones acordadas con la Dirección de Obra, el fabricante procederá a entregar una copia del Certificado.

Los soldadores deberán estar homologados por un laboratorio oficial o por una empresa especializada aceptada por la Dirección de Obra. Se facilitará una copia de los certificados correspondientes a la Dirección de Obra.

2.35.5.3.2 Tratamientos Térmicos

En el caso de materiales que requieren tratamiento según este Pliego o así se indique en el Procedimiento de Soldadura o de Reparación, el Certificado de control del fabricante presentará la especificación correspondiente, el Certificado del mismo y el gráfico de temperaturas.

2.35.5.3.3 Ensayos no destructivos

El fabricante, por medio de su departamento de Control de Calidad, comprobará la calidad de los materiales, y de los trabajos en ejecución mediante la realización de los ensayos no destructivos necesarios en cada uno de los elementos de los mecanismos.

El número y tipo de ensayos se definirán previamente en el Manual de Control de Calidad. El departamento de Control de Calidad, preparará el protocolo correspondiente a cada una de las comprobaciones realizadas.

A nivel general los ensayos serán los siguientes:

- Examen visual: Para detectar defectos superficiales
- Ensayos con Líquidos penetrantes: Para detectar defectos superficiales
- Ensayos con Partículas magnéticas: Para detectar defectos superficiales
- Ensayos con Ultrasonidos: Para detectar defectos internos. Medida de espesores en paredes de válvulas
- Radiografías: Para detectar Defectos internos y externos:
  - En piezas fundidas según ASTM
  - En soldaduras según ASME VIII

2.35.5.4 Ensayos y pruebas en fábrica

Todas las válvulas suministradas por el fabricante se ensayarán según UNE-EN 1074 y UNE-EN 12266.

El fabricante por medio de su departamento de Control de Calidad preparará los protocolos con los resultados correspondientes a las pruebas realizadas.

Pruebas de los modelos:

- Ensayo para la Resistencia a la Presión interior de la Carcasa y de todos los componentes sometidos a presión: con válvula abierta. Las válvulas deben resistir, sin sufrir daños, una presión interior igual al mayor de los valores 1,5*PFA o PEA durante 10 minutos. No debe apreciarse ninguna fuga ni ninguna otra señal de defecto. Ensayo según UNE-EN 1074-1
- Ensayo para la Resistencia del Obturador a la presión diferencial: con válvula cerrada. Las válvulas deben resistir, sin sufrir daños, una presión diferencial, aplicada al obturador, igual a 1,5*PFA durante 10 minutos. No debe apreciarse ninguna fuga ni ninguna otra señal de defecto. Ensayo según UNE-EN 1074-1
- Ensayo de Estanqueidad del Asiento: Comprobación del comportamiento mecánico y de la estanqueidad interior y exterior sometiendo a la válvula en posición cerrada a una presión interior igual o mayor a 1,1*PFA. No debe apreciarse ninguna fuga ni ninguna otra señal de defecto. Ensayo según EN 12266-1.
- Ensayo para la Resistencia a la fatiga o desgaste: Para diámetros comprendidos entre 50 mm y 300 mm. El número de ciclos de cierre/apertura debe ser de 2.500. Ensayo según UNE-EN 1074-3 (anexo A).
- Características Hidráulicas: El fabricante deberá proporcionar la característica de la válvula Kv, es decir, las pérdidas de carga en función del caudal. Ensayo según capítulo 4 de la norma EN 1267: la pérdida de carga obtenida en ensayo no debe ser superior a 1,1 el valor indicado por fabricante. No se exige a válvulas de diámetro superior a 300 mm.
- Resistencia de las Válvulas a los productos desinfectantes: Las propiedades funcionales de las válvulas no deben verse alteradas después de ser sometidas a un proceso de desinfección. Ensayo según UNE-EN 1074-1 (anexo E)

2.35.5.5 Control del revestimiento

Se comprobará que los certificados de la calidad de la pintura corresponden al lote enviado y es lo previsto a emplear en cada caso.

Se realizarán los siguientes controles:

- Medición del espesor en diferentes superficies interiores y exteriores
- Perfecta estabilidad del revestimiento controlado por test de gesticulación por aplicación de disolvente (EN 105 Do2)
- Resistencia al choque por impacto de una bola de acero

Los revestimientos en contacto con agua destinada al consumo humano no deben afectar a las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas del agua.

2.35.5.6 Procedimientos de reparación

Si en la realización de las comprobaciones y ensayos se detecta algún defecto, no aceptable, a juicio del departamento de Control de Calidad y/o por la Inspección, el elemento o equipo quedará rechazado.

El fabricante, propondrá a la Dirección de Obra, para su aceptación o comentarios, el Procedimiento de Reparación y los nuevos ensayos a realizar para la comprobación y aceptación definitiva de los elementos o equipos rechazados.

Una vez aceptado el Procedimiento, el fabricante comunicará a la Dirección de Obra la fecha de realización de la reparación y las de comprobación y ensayos correspondientes.

2.35.5.7 Limpieza

El fabricante por medio de su departamento de Control de Calidad comprobará que la limpieza realizada corresponde a lo previsto en este Pliego y preparará el correspondiente protocolo para cada elemento.

2.35.5.8 Identificación

Toda válvula deberá estar marcada de forma claramente legible, visible y durable conforme el proyecto de Norma prEN 19:1999, indicándose:

- Diámetro nominal: se expresará mediante el símbolo DN seguido por su valor correspondiente expresado en mm.
- Presión nominal: se expresará mediante el símbolo PN seguido por su valor correspondiente expresado en bar.
- Material del cuerpo: se especificará la abreviatura correspondiente al material empleado seguido por las siglas de la Norma que emplee dicha abreviatura.
- Identificación del fabricante.
- El modelo de la válvula y Normativa aplicable.
- El año de fabricación.
- Dirección del flujo

2.35.5.9 Referencias, certificados y garantías

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001.

Por cada válvula suministrada, en cuanto concierne a esta Normativa, se adjuntará la documentación siguiente:

- Ficha técnica, conformada por el responsable del Control de Calidad del fabricante.
- Certificados correspondientes a los materiales suministrados para la fabricación de los mismos asegurando trazabilidad
- Resultados de los Ensayos realizados.
- Fotocopia del Certificado de Registro de Empresa de Aseguramiento de Calidad, o, en su defecto, Certificado del Control de Calidad realizado por empresa independiente, ambos en vigor a la fecha del pedido.
- Período de garantía contra defecto de fábrica y funcionamiento.

2.36 VÁLVULAS DE CONTROL

2.36.1 Definición

Se emplean para la regulación, dentro de unos límites especificados, de una de las siguientes funciones.

- Caudal
- Nivel
- Presión (aguas arriba o aguas abajo)

Las válvulas de control se dividen en dos tipos:

- Válvulas de Control Autónomo: Estas válvulas tienen la capacidad intrínseca de regular la función utilizando la energía del agua conducida, mediante el ajuste de la posición del obturador. Pueden ser:
  - De Acción Directa: la fuerza se aplica mediante un muelle o diafragma directamente al obturador
  - De Acción Pilotada: la fuerza se aplica mediante una válvula pilotada ajustable
- Válvulas de Control No Autónomo: Estas válvulas requieren un sistema de control con una fuente de energía exterior para regular la función especificada.

2.36.2 Tipos

VÁLVULAS DE CONTROL			
FUNCIÓN	**TIPO**	**DIAMETROS**	**PRESIONES**
LLENADO DE LOS DEPÓSITOS	DE ACCIÓN DIRECTA CON FLOTADOR	50-300 mm	PN 10/16
	PILOTADAS	50-1.000 mm	PN 16/25
CONTROL DE PRESIÓN O CAUDAL	ACCIÓN DIRECTA LIMITADORAS DE PRESIÓN	50-300 mm	PN 10/16/25
	PILOTADAS LIMITADORAS DE PRESIÓN Ó CAUDAL	50-1.000 mm	PN 16/25
	REGULADORAS DE PRESIÓN Ó CAUDAL CON SOLENOIDES	50-1.000 mm	PN 16/25
	VALVULA DE PASO ANULAR CON ACTUADOR ELECTRICO	400-1.200 mm	PN 10/16/25
CONTROL DE SOBREVELOCIDADES	CON CIERRE DE MARIPOSA	300-2.000 mm	PN 10/16/25
	PILOTADA CON CIERRE DE PISTÓN	50-1.000 mm	PN 16/25
VÁLVULAS DE ALIVIO O DESCARGA	PILOTADA	300-2.000 mm	PN 10/16/25

2.36.3 Características y materiales

Las válvulas de control deben cumplir con los requisitos de diseño y funcionamiento que figuran en la norma UNE-EN 1074-1 y UNE-EN 1074-5.

Las válvulas de control con funciones de regulación de presión o de nivel deben ser estancas a nivel de asiento cuando están cerradas.

El fabricante deberá indicar, en la documentación técnica adecuada, los límites de trabajo de la válvula y todas las condiciones particulares para su instalación y puesta en marcha.

2.36.3.1 Válvulas de Llenado de los Depósitos

2.36.3.1.1 Flotador con Boya de Acción Directa

Las válvulas de *Flotador de Boya* se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 50 mm a 300 mm.

Presiones de trabajo PN 10/16

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS DE ACCIÓN DIRECTA CON FLOTADOR DE BOYA		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Cuerpo y tapa	Fundición Nodular EN-GJS-400/500	UNE EN 1563
Asiento	Acero Inox. AISI-304/Bronce	EN 10088
Pistón	Bronce	DIN 1705
Juntas toricas y de cierre	NBR/EPDM	ASTM D2000
Eje y Palanca	Acero Inox. AISI-304/Acero galvanizado	EN 10088
Flotador-Boya	Boya Rígida de PVC/PP	EN 1982
Revestimiento interior y exterior del cuerpo	epoxi aplicado electrostáticamente de espesor mínimo 200µ	DIN-30677

2.36.3.1.2 Válvulas Hidráulicas Pilotadas de Control de Nivel

Válvulas tipo globo compuesta por un cuerpo con un pistón. Pueden ser de Piloto de Altitud o de Piloto Flotador.

Las válvulas de *pilotadas* se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 50 mm a 1.000 mm.

Son de funcionamiento no modulante, de apertura o cierre total. Presiones de Trabajo PN 16/25

2.36.3.2 Válvulas Control de Presión o Caudal

2.36.3.2.1 Válvulas Reductoras de Presión Directa

Con tornillo de regulación calibrado. Las válvulas reductoras de presión directa se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 50 mm a 200 mm.

Presiones de Trabajo PN 10/16/25/40.

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE LAS VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN DIRECTA		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Cuerpo y tapa	Fundición Nodular EN-GJS-400/500	UNE EN 1563
Muelle	Acero galvanizado	
Asiento	Acero Inox. AISI-304.	EN 10088
Pistón	Bronce	DIN 1705
Disco de Cierre	Bronce	DIN 1705
Anillo de Cierre	NBR/	ASTM D2000
Tornillería	Acero Inox. AISI 304	EN 10088
Revestimiento interior y exterior del cuerpo	epoxi aplicado electrostáticamente de espesor mínimo 200µ	DIN-30677

2.36.3.2.2 Válvulas de Control de Presión o Caudal con Piloto

Válvulas tipo globo con pistón. Se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 50 mm a 1.000 mm.

Presiones de Trabajo PN 10/16/25/40.

Puede ser:

- Reductora de Presión: Reduce automáticamente una elevada y variable presión de entrada a una presión más baja y constante a la salida de acuerdo a la calibración del piloto e independientemente de las variaciones en el caudal y la presión de entrada.
- Sostenedora de Presión: Se abre cuando la presión de entrada (aguas arriba) es superior a la presión tarada en el piloto y se cierra cuando dicha presión baja del nivel tarado. La presión aguas arriba se mantiene por encima del valor tarado en el depósito.
- Limitadoras de Caudal, es decir, limitan el caudal que pasa por la válvula para que no supere el valor tarado en el piloto, independientemente de la presión de entrada. Las velocidades de apertura y cierre serán regulables.

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS DE CONTROL DE PRESIÓN O CAUDAL CON PILOTO		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Cuerpo y tapa	Fundición Nodular EN-GJS-500	UNE EN 1563
Cilindro de cierre	Pasos en V Acero Inox. AISI-304/316	EN 10088
Pistón	Bronce o acero inox.	DIN 1705/EN 10088
Asiento	Acero Inox. AISI-304/316	EN 10088
Piloto	Bronce y acero inox AISI-304	DIN 1705/EN 10088
Revestimiento interior y exterior del cuerpo	epoxi aplicado electrostáticamente de espesor mínimo 200µ	DIN-30677

La válvula de globo podrá ir dotada:

- Sistema de accionamiento eléctrico con Solenoides en el circuito de pilotaje. Estos solenoides se conectan a un PLC para regular las presiones o caudales programados de acuerdo a las lecturas en el correspondiente caudalímetro o presostato.

2.36.3.2.3 Válvulas de Paso Anular con Actuador Eléctrico

Comandada mediante actuador eléctrico o reductor manual. Dispone de un pistón de desplazamiento horizontal y cierre mediante pasos en V.

Se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 400 mm a 1.200 mm.

Presiones de Trabajo PN 16/25

2.36.3.3 Válvulas de Sobrevelocidad

Están destinadas a cortar el paso del agua cuando se produce una rotura en la conducción.

2.36.3.3.1 Válvulas Sobrevelocidad con cierre de mariposa

Las válvulas de sobrevelocidad con cierre de mariposa se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 300 mm a 2.000 mm.

Presiones de Trabajo PN 10/16/25/

2.36.3.3.2 Válvulas Sobrevelocidad Pilotada con cierre de pistón

Las válvulas reductoras de presión directa se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 50 mm a 1.000 mm. PN 10/16/25

2.36.3.3.3 Válvulas de Alivio o Descarga

Protegen a las conducciones contra las sobrepresiones accidentales, abriéndose y procediéndose a descargar el fluido cuando la sobrepresión sobrepase el valor a la que está tarada.

Las válvulas alivio o descarga se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 50 mm a 1.000 mm.

Presiones de Trabajo PN 10/16/25/

2.36.4 Protección superficial

2.36.4.1 Preparación de las superficies a proteger

Con anterioridad a efectuar el chorreado se procederá a la eliminación mediante amolado, de las rebabas, hoja y salpicaduras de soldadura y se redondearán las aristas.

Las superficies deberán estar limpias de grasa, aceite y materiales extraños, mediante el lavado con un disolvente adecuado.

Antes de proceder a la aplicación de la capa de imprimación se procederá a la preparación de la superficie de los mecanismos por chorreado hasta metal blanco, debiendo eliminarse la totalidad de las materias extrañas como son el óxido, la cascarilla, etc. En las superficies inaccesibles al chorreado se procederá al rascado con rasqueta de metal duro y cepillado con cepillo de alambre.

En cualquier caso, antes de proceder a la aplicación de la mano de imprimación, se procederá a la eliminación de los residuos de polvo con un aspirador con aire comprimido limpio y seco.

En ningún caso, entre la finalización de la limpieza y la aplicación de la mano de imprimación se deben superar las dos (2) horas.

2.36.4.2 Aplicación

Tanto la imprimación como las capas de acabado se efectuarán en un local seco, cubierto al abrigo del polvo y con la ventilación adecuada durante la aplicación y el secado.

Se tendrá especial cuidado en observar las condiciones de aplicación recomendadas por el fabricante en lo referente a la proporción de la mezcla, vida de la misma, control de las temperaturas y del grado de humedad relativa, tanto durante la aplicación como en el tiempo de curado

Igualmente se observarán, los intervalos de tiempo entre repintados recomendados por el fabricante. En caso de sobrepasarse el intervalo máximo se comunicará la rugosidad a la superficie con el fin de asegurar la adherencia entre capas.

La pintura se aplicara de forma que no se produzcan corrimientos, descuelgues, rateados, rayados, porosidades u otros defectos.

Los elementos en que se aprecien estos defectos u otros que denoten la incorrecta preparación de la superficie o aplicación de la pintura serán rechazados.

El espesor de la capa seca de imprimación se medirá utilizando aparatos calibrados como el cometer o el Míkotester.

El fabricante, por medio de su departamento de Control de Calidad, realizara y certificara los ensayos de adherencia a la base y entre capas bajo los requisitos fijados en la Norma DIN 53151 con un nivel de aceptación correspondiente a un valor característico VC-2 como mínimo.

2.36.5 Control de calidad

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001.

La fabricación, montaje y acabado de todos los elementos componentes de las válvulas deberán estar sujetos a un estricto y documentado proceso de control que garantice la calidad del producto suministrado.

El fabricante deberá presentar un Manual de Control de Calidad en el que deberán fijarse los equipos, medios y procedimientos de los controles a realizar, indicándose las normas oficiales de ensayos que se apliquen o en otro caso incluirse la descripción detallada de los procesos o medios de ensayo utilizados.

El Contratista adjudicatario, se compromete a que el fabricante de los mecanismos, por medio de su departamento de Control de Calidad, controlará el cumplimiento de las especificaciones de este Pliego, del Procedimiento del Control de Calidad presentado y cualquier otro acuerdo establecido con posterioridad con la Dirección de Obra.

La Dirección de Obra, por si misma o bien por delegación en inspectores, debidamente autorizados asistirá a la verificación de los ensayos o controles establecidos en el programa de Control de Calidad que considere oportuno.

La Dirección de Obra y/o sus inspectores durante el periodo de realización de los trabajos, tendrá libre acceso a las instalaciones del fabricante y a las de los subcontratistas del mismo, siendo en estos casos acompañado por personal del fabricante.

El proceso de autocontrol abarcará, al menos, los conceptos siguientes:

- Materiales:
  - Composición química.
  - Estructura molecular
  - Características mecánicas.
  - Tratamientos térmicos.
- Fabricación:
  - Dimensiones, tolerancias y paralelismo.
  - Soldaduras.
  - Acabado de superficies.
  - Comportamiento mecánico.
- Pruebas de fábrica:
  - Pruebas de presión
  - Pruebas de estanqueidad
  - Pruebas de accionamiento en vacío y sentido de giro y señalización exterior de la posición apertura - cierre.
- Revestimiento:
  - Composición química.
  - Preparación de superficies y espesores.
  - Comportamiento mecánico.

- Comportamiento químico y alimentariedad para agua potable.

2.36.5.1 Puntos de inspección

El fabricante debe fijar en el Manual de Control de Calidad el control de materiales y puntos de inspección a realizar por su departamento de Control de Calidad y que será como mínimo el que se exige para cumplir las condiciones establecidas en este Pliego y de acuerdo con el Director de Obra.

El CABB, por medio de sus inspectores autorizados y previa confirmación de la fecha de realización de los puntos de inspección del fabricante, podrá asistir a la realización de los mismos.

En el Procedimiento de Control de Calidad figurarán los puntos de asistencia obligatoria de la Dirección de Obra, propuestas por el fabricante. El CABB, fijará para cada uno de los mecanismos los puntos de asistencia obligatoria que considera necesario.

El Contratista comunicará a la Dirección de Obra las fechas de realización de los controles o ensayos de asistencia obligatoria por escrito, con un mínimo de una semana de anticipación.

2.36.5.2 Control de Calidad de los materiales

El departamento de Control de Calidad del fabricante recogerá los certificados correspondientes a los materiales suministrados para la fabricación de los elementos de los mismos, y procederá a su comprobación e identificación.

Igualmente deberá comprobar la coincidencia del certificado con las características determinadas en este Pliego.

2.36.5.3 Control de Fabricación

2.36.5.3.1 Procedimientos de soldadura

El fabricante presentará a la Dirección de Obra para su estudio y comentarios, un procedimiento en el que se detallen la preparación, fases de trabajo, procedimiento de soldadura, etc., según el Código ASME Sección IX.

El fabricante, una vez aceptado el Procedimiento por la Dirección de Obra, procederá a la realización de las pruebas y ensayos necesarios para la homologación del mismo, por un laboratorio homologado o por una empresa especializada aceptada por la Dirección de Obra.

En caso de tener homologado el Procedimiento en las condiciones acordadas con la Dirección de Obra, el fabricante procederá a entregar una copia del Certificado.

Los soldadores deberán estar homologados por un laboratorio oficial o por una empresa especializada aceptada por la Dirección de Obra. Se facilitará una copia de los certificados correspondientes a la Dirección de Obra.

2.36.5.3.2 Tratamientos Térmicos

En el caso de materiales que requieren tratamiento según este Pliego o así se indique en el Procedimiento de Soldadura o de Reparación, el Certificado de control del fabricante presentará la especificación correspondiente, el Certificado del mismo y el gráfico de temperaturas.

2.36.5.3.3 Ensayos no destructivos

El fabricante, por medio de su departamento de Control de Calidad, comprobará la calidad de los materiales, y de los trabajos en ejecución mediante la realización de los ensayos no destructivos necesarios en cada uno de los elementos de los mecanismos.

El número y tipo de ensayos se definirán previamente en el Manual de Control de Calidad. El departamento de Control de Calidad, preparará el protocolo correspondiente a cada una de las comprobaciones realizadas.

A nivel general los ensayos serán los siguientes:

- Examen visual: Para detectar defectos superficiales
- Ensayos con Líquidos penetrantes: Para detectar defectos superficiales
- Ensayos con Partículas magnéticas: Para detectar defectos superficiales
- Ensayos con Ultrasonidos: Para detectar defectos internos. Medida de espesores en paredes de válvulas
- Radiografías: Para detectar Defectos internos y externos:
  - En piezas fundidas según ASTM
  - En soldaduras según ASME VIII

2.36.5.4 Ensayos y pruebas en fábrica

Todas las válvulas suministradas por el fabricante se ensayarán según UNE-EN 1074 y UNE-EN 12266.

El fabricante por medio de su departamento de Control de Calidad preparará los protocolos con los resultados correspondientes a las pruebas realizadas.

Pruebas de los modelos:

- Ensayo para la Resistencia a la Presión interior de la Carcasa y de todos los componentes sometidos a presión: Las válvulas deben resistir, sin sufrir daños, una presión interior igual al mayor de los valores 1,5*PFA o PEA durante 10 minutos. No debe apreciarse ninguna fuga ni ninguna otra señal de defecto. Ensayo según UNE-EN 1074-1.
- Ensayo para la Resistencia a la presión diferencial: con válvula cerrada. Las válvulas deben resistir, sin sufrir daños, una presión diferencial, aplicada al obturador, igual a 1,5*APM, donde APM es la presión diferencial máxima de la válvula de control en funcionamiento (proporcionado por el fabricante) durante 10 minutos. No debe apreciarse ninguna fuga ni ninguna otra señal de defecto. Ensayo según UNE-EN 1074-1. Si el diseño de la válvula de control no contempla la estanqueidad del asiento, los requisitos y el ensayo para el obturador se deben modificar según apartado 5.1.2 Norma EN 1074-5.
- Ensayo para Maniobra de las Válvulas: Solo de aplicación en válvulas de control cuyo obturador principal se puede maniobrar manualmente para cancelar la función de regulación. Ensayo según UNE-EN 1074-2 (anexo C)
- Ensayo de Estanqueidad del Asiento: Sólo es de aplicación en válvulas de control en las que se exige la estanqueidad del asiento. Comprobación del comportamiento mecánico y de la estanqueidad interior y exterior sometiendo a la válvula en posición cerrada a una presión interior igual o mayor a 1,1*PFA. No debe apreciarse ninguna fuga ni ninguna otra señal de defecto. Ensayo según EN 12266-1
- Características Hidráulicas: Sólo para válvulas con un diámetro menor o igual a DN300.
  - Coeficiente de Caudal Kv: El fabricante deberá proporcionar la característica de la válvula Kv, es decir, las pérdidas de carga en función del caudal. Ensayo según capítulo 4 de la norma EN 1267:

la pérdida de carga obtenida en ensayo no debe ser superior a 1,1 el valor indicado por fabricante

- Características hidráulicas de Regulación: Ensayo según UNE-EN 1074-5 (anexos A, B y C).

- Ensayo para la Resistencia a la fatiga o desgaste: El número de ciclos de cierre/apertura debe ser de 2.500. Ensayo según UNE-EN 1074-5 (anexo D).
- Resistencia de las Válvulas a los productos desinfectantes: Las propiedades funcionales de las válvulas no deben verse alteradas después de ser sometidas a un proceso de desinfección. Ensayo según UNE-EN 1074-1 (anexo E)

2.36.5.5 Control del revestimiento

Se comprobará que los certificados de la calidad de la pintura corresponden al lote enviado y es lo previsto a emplear en cada caso.

Se realizarán los siguientes controles:

- Medición del espesor en diferentes superficies interiores y exteriores
- Perfecta estabilidad del revestimiento controlado por test de reticulación por aplicación de disolvente (EN 105 Do2)
- Resistencia al choque por impacto de una bola de acero

Los revestimientos en contacto con agua destinada al consumo humano no deben afectar a las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas del agua.

2.36.5.6 Procedimientos de reparación

Si en la realización de las comprobaciones y ensayos se detecta algún defecto, no aceptable, a juicio del departamento de Control de Calidad y/o por la Inspección, el elemento o equipo quedará rechazado.

El fabricante, propondrá a la Dirección de Obra, para su aceptación o comentarios, el Procedimiento de Reparación y los nuevos ensayos a realizar para la comprobación y aceptación definitiva de los elementos o equipos rechazados.

Una vez aceptado el Procedimiento, el fabricante comunicará a la Dirección de Obra la fecha de realización de la reparación y las de comprobación y ensayos correspondientes.

2.36.5.7 Limpieza

El fabricante por medio de su departamento de Control de Calidad comprobará que la limpieza realizada corresponde a lo previsto en este Pliego y preparará el correspondiente protocolo para cada elemento.

2.36.5.8 Identificación

Toda válvula deberá estar marcada de forma claramente legible, visible y durable conforme el proyecto de Norma EN 19:1999, indicándose:

- Diámetro nominal: se expresará mediante el símbolo DN seguido por su valor correspondiente expresado en mm.
- Presión nominal: se expresará mediante el símbolo PN seguido por su valor correspondiente expresado en bar.
- Material del cuerpo: se especificará la abreviatura correspondiente al material empleado seguido por las siglas de la Norma que emplee dicha abreviatura.
- Identificación del fabricante.

- El modelo de la válvula y Normativa aplicable.
- El año de fabricación.

2.36.5.9 Referencias, certificados y garantías

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001.

Por cada válvula suministrada, en cuanto concierne a esta Normativa, se adjuntará la documentación siguiente:

- Ficha técnica, conformada por el responsable del Control de Calidad delfabricante.
- Certificados correspondientes a los materiales suministrados para la fabricación de los mismos asegurando trazabilidad
- Resultados de los Ensayos realizados.
- Fotocopia del Certificado de Registro de Empresa de Aseguramiento de Calidad, o, en su defecto, Certificado del Control de Calidad realizado por empresa independiente, ambos en vigor a la fecha del pedido.
- Período de garantía contra defecto de fábrica y funcionamiento.

2.37 VÁLVULAS DE AIREACIÓN

2.37.1 Definición

Dispositivos de funcionamiento automático que permiten la entrada y/o la salida de aire de la conducción.

Son elementos de protección y seguridad y-además- necesarios para conseguir un comportamiento eficiente de cualquier red de tuberías y/o bombeo.

2.37.2 Tipos / Clasificación

Según su funcionamiento:

2.37.2.1 Valvulas Aductoras

Dispositivo que permite la entrada de grandes cantidades de aire durante el vaciado de la conducción. Se abren cuando la presión en la tubería baja.

2.37.2.2 Purgadores automáticos

Son unos dispositivos de funcionamiento automático que tienen por misión eliminar las bolsas de aire en los puntos altos de las conducciones.

2.37.2.3 Ventosas Bifuncionales

Son las que realizan las funciones de evacuación y admisión de aire durante el llenado y el vaciado de la conducción.

2.37.2.4 Ventosas Trifuncionales

Son las que pueden realizar tres funciones:

- Expulsión del aire al llenar la tubería
- Eliminación de burbujas o de bolsas de aire en los puntos altos
- Admisión de aire al vaciar

2.37.3 Diseño / Geometría

2.37.3.1 Válvulas aductoras

La entrada de aire está protegida con una rejilla para evitar la entrada de materiales extraños a la línea. En ocasiones se le acopla un Purgador de manera que deje entrar grandes cantidades de aire durante el llenado de la tubería y permita la salida del mismo cuando la tubería está en funcionamiento.

2.37.3.2 Purgadores automáticos:

Flotador único/doble + cuerpo de un solo compartimento + orificio de purga

2.37.3.3 Ventosas Bifuncionales:

Flotador único + cuerpo de un solo compartimento + una superficie de aeración.

2.37.3.4 Ventosas Trifuncionales:

- De flotador único, con cuerpo de un solo compartimento y dos superficies de aeración diferenciadas.
- De flotador único, con cuerpo de un solo compartimento y una superficie de aeración (la superficie de purga está incluida dentro de la de evacuación/admisión)
- De doble flotador, con un cuerpo de dos compartimentos y dos superficies de aeración diferenciadas.
- De doble flotador, con dos cuerpos de un compartimento y dos superficies de aeración diferenciadas.
- De doble flotador, con un compartimiento y una superficie de aeración en función de la combinación de los flotadores.

2.37.4 Características de los materiales

Para todos los materiales de las válvulas de aireación se cumplirán las siguientes características:

- Cuerpo y tapa: Fundición Dúctil GJS-500-7 según UNE-EN 1563:2012.
- Tapa sólo purgadores: Acero St-44 o Fundición dúctil GSJ-500-7 para abastecimiento y Fundición Dúctil GJS-500-7 para aguas residuales
- Boya-Flotador y Mecanismos internos: Acero inoxidable A-304 o A-316 para abastecimiento y A-316 para Saneamiento
- Cierre Tobera: mediante tornillo A304 y NBR o PDM para abastecimiento / A316 y NBR o PDM para saneamiento
- Tornillería: Interna Acero Inoxidable A2, Externa Acero Zincado
- Bridas: UNE-EN 1092-1:2008
- Recubrimiento: Epoxi atóxico interior y exterior 200µ (en caso de abastecimiento epoxi atóxico para agua potable)

2.37.5 Control de calidad

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001.

La dirección de obra decidirá si se realizan las siguientes pruebas o s

- Certificado de Materiales s/ UNE 10204/ 3.1. Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección.
- Pruebas Estanqueidad y evacuación de aire s/ AWWA C512-92
- Pruebas de Resistencia o hidrostáticas
- Prueba de Funcionamiento
- Prueba de rigidez del obturador

Certificado del cumplimiento de:

- UNE-EN 1074:2001 (Parte 1): Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados.
- UNE-EN 1074:2001 (Parte 4): Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación. Parte 4: Purgadoras y ventosas.
- AWWA C 512/92 American Water Works Association- Air-Release, Air/Vacuum, and Combination Air Valves for Waterworks Service
- UNE-EN ISO 9001:2015-Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos
- UNE 10204/ 3.1. Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección

Trazabilidad

- Especificaciones de Pedido (nº de pedido, lugar de entrega, Lote de fabricación…)
- Expedición y Recepción: marcado, manual o instrucciones de instalación y/o mantenimiento)

2.38 CARRETES DE DESMONTAJE

2.38.1 Definición

El carrete telescópico de desmontaje es una unión de tubos embridados que por su diseño permiten compensar las desviaciones dimensionales que se producen en la fabricación de cualquier tipo de instalación hidráulica realizada mediante tubería rígida.

Están formados por una parte macho desplazable y una parte hembra fija. Es en la parte fija en la que se aloja la junta de estanqueidad, que se localiza entre las camisas interior y exterior. Ambas partes están embridadas, y permiten el desplazamiento de las bridas exteriores dando al conjunto una mayor o menor longitud exterior.

2.38.2 Tipos / Clasificación

Según:

- DN y PN
- Material: de Acero Inoxidable y Mixtos
  - Carretes de Acero Inox (completamente) hasta DN 600mm
  - Carrete Mixto: el cuerpo o parte deslizante del carrete es de acero inoxidable y las bridas son de acero al carbono ST. 37.2

2.38.3 Diseño / Geometría

Formado por dos elementos, macho y hembra. Cada uno de ellos compuesto por dos piezas unidas por soldadura o por una única pieza.

Cumplirán los siguientes requisitos:

- Espesor macho-hembra: mínimo 4,5mm macho y 9mm la hembra
- Diámetros Nominales (DN) DN 50-600
- Presión Nominal (PN) PN 10/16/25/40
- Junta: doble Junta Cuatrilabial
- Bridas normalizadas s/UNE-EN 1092-1:2008

2.38.4 Características de los materiales

- Tubos y bridas en carrete completo inoxidable: Acero inoxidable AISI-304/ AISI-316/ AISI 316-L
- Tubos y bridas en carrete mixto: cuerpo acero inoxidable AISI-304 y bridas en acero al carbono ST-37.2.
- Junta: caucho (epdm) o (nbr)
- Espárragos y tuercas: acero inoxidable aisi-304 (a-2)
- Tornillos: acero inoxidable aisi-304 (a-2)
- Torneado y pulido de tubos: en superficie exterior del tubo macho e interior del tubo hembra
- Adhesivo anticorrosivo anaerobio: fijador de tuercas y tornillos según norma mil-s-22473-d
- Taladro bridas: según UNE EN 1092-1:2008
- Electrodos: ASTM E 309-15

2.38.5 Control de calidad

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001.

- Marcado CE
- Pruebas de Accionamiento
- Certificado de Materiales s/ EN 10204/3.1
- Prueba de Estanqueidad s/ ISO-5208
- Líquidos penetrantes y/o partículas magnéticas.
- Ultrasonidos y/o radiografías.
- Reparación y realización de nuevos ensayos no destructivos (si ha lugar).
- Pruebas de resistencia, o hidrostáticas.

En el caso de uso de carretes mixtos o no fabricados en una pieza se solicitará certificado de soldadura garantizando que se ha llevado a cabo la correcta eliminación de los óxidos metálicos de los cordones de la unión.

2.39 ESTABILIZADORES DE FLUJO

2.39.1 Definición

Consisten en un sistema destinado a regular y estabilizar el flujo tras las turbulencias producidas en el fluido por codos bruscos, derivaciones, o mecanismos y que producen perturbaciones que dan lugar a errores apreciables en las lecturas de los aparatos de medida o control próximo.

2.39.2 Tipos / Clasificación

Dependiendo de los calibres requeridos

- Según PN
- Según DN

2.39.3 Diseño / Geometría

Principalmente son instalados aguas arriba de los contadores.

2.39.4 Características de los materiales

- Cuerpo, aletas y bridas: Acero al carbono ST-3720 o fundición modular GJL-220 según UNE-EN 1561, estabilizado mediante tratamiento térmico a 700°C.
- Galvanizado: Si la pieza es fabricada en acero al carbono, toda la pieza se galvanizará en caliente con 70 micras de espesor mínimo según UNE-EN-1092-1:2008.
- Taladros y bridas: según UNE EN 1092-1:2008

2.39.5 Control de calidad

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001.

- Líquidos penetrantes y/o partículas magnéticas
- Ultrasonidos y/o radiografías
- Reparación y realización de nuevos ensayos no destructivos
- Pruebas de Estanqueidad
- Pruebas de resistencia, o hidrostáticas.

2.40 ACUMULADORES HIDRONEUMÁTICOS-ANTIARIETES

2.40.1 Definición

Depósito a presión, de acero soldado cuya función es reducir a valores admisibles las ondas de sobrepresión y depresión que se propagan por las tuberías cuando se ha producido una variación brusca de caudal, a consecuencia de parada o puesta en marcha de bomba/s o cierre de válvula/s.

2.40.2 Tipos / Clasificación

- Antiarietes con membrana recambiable: Depósito a presión de acero que contiene en su interior una vejiga intercambiable como receptáculo de agua y que evita que el agua esté en contacto con el acero. en la cámara existente entre la vejiga y el depósito, se aloja el gas y en la boca de conexión con la conducción, para proteger la vejiga, está alojada una rejilla antiextrusión, cuya pérdida de carga ha sido previamente tenido en cuenta.
- Antiarietes sin membrana: Depósito a presión de acero sin membrana en su interior. Se emplea con aguas residuales en que los elementos en suspensión puedan dañar el material de la membrana.

2.40.3 Diseño / Geometría

Deben cumplir la Directiva Europea 97/28/CE de equipos a presión aplicada al diseño, la fabricación y la evaluación de la conformidad de los equipos a presión y de los conjuntos sometidos a una presión máxima admisible PS superior a 0,5 bar.

En los antiarietes sin membrana la presión neumática debe mantenerse a través de un compresor que inyecta el aire comprimido necesario al interior del depósito.

2.40.4 Características de los materiales

- Cuerpo: Acero soldado fabricados de acuerdo a la directiva Europea 97/28/CE de equipos a presión.
- Membrana: Caucho sintético flexible en una sola pieza s/ UNE-EN 13831:2008 (Vasos de expansión cerrados con diafragma incorporado para su instalación en sistemas de agua)
- Rejilla antiextrusión: En la boca de conexión con la conducción (para proteger la vejiga)
- Protecciones: Protección interior y exterior mediante capa de imprimación. Acabado exterior de pintura epoxi.

2.40.5 Control de calidad

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001.

- Marcado CE conforme a la Directiva Europea 97/28/CE de equipos a presión
- UNE-EN 13831:2008 (Vasos de expansión cerrados con diafragma incorporado para su instalación en sistemas de agua)
- Certificado de Materiales s/EN 10024-3.1
- Características de Acero s/EN10130 , EN10111, EN10025
- Control de soldadura s/ EN 25817 nivel C
- Control líquidos penetrantes de uniones soldadas s/ASME V (6)
- Control radiográfico de uniones soldadas s/ EN 1435
- Comprobación a Pmáx trabajo x 1,50

2.41 COMPENSADORES DE DILATACIÓN

2.41.1 Definición

Los compensadores de dilatación son los elementos metálicos que permiten el libre desplazamiento en el sentido longitudinal de la conducción, en dos dimensiones o en tres y que compensan las dilataciones y contracciones de la misma. Tendrán un desplazamiento capaz de absorber un salto térmico no menor de cuarenta grados centígrados (40º C) centrado entre cinco grados bajo cero (-5º C) y treinta y cinco grados sobre cero (+35º C) para el tramo de conducción que cubran. La holgura adicional para este desplazamiento, no será menor del cinco por ciento (5%), calculados y construidos según (E.J.M.A.) Expansión Joint Manufactures Associatión, Inc.

2.41.2 Tipos / Clasificación

- Según formas constructivas
  - Axial (1D)
  - Axial Presión Equilibrada
  - Equilibrada con codo
  - Angular (2D)
  - Angular esférico (cardán) (3D)
  - Lateral
  - Lateral esférico
  - Universal
  - Universal presión equilibrada
  - Universal presión equilibrada con codo
- Opcional
  - Encamisado interior/ Exterior

2.41.3 Características de los materiales

- Camisa Interior: Acero inoxidable AISI-304
- Protección: Acero inoxidable AISI-304
- Tirantes y tuercas: Acero al carbono ST 37 galvanizado en caliente calidad T.R. s/DIN 931 y DIN 934
- Bridas: Acero al carbono según UNE-EN 1092-1:2008
- Limitadores de carrera: Acero al carbono ST-37, galvanizado en caliente calidad T.R. s/DIN 931 y 934.
- Fuelle: Acero inoxidable AlSI- 321

2.41.4 Control de calidad

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001.

- Prueba "Tensión -Deformación"
- Líquidos penetrantes y/o partículas magnéticas
- Ultrasonidos y/o radiografías
- Reparación y realización de nuevos ensayos no destructivos
- Pruebas de estanqueidad
- Pruebas de resistencia o hidrostáticas

2.42 JUNTAS ANTIVIBRATORIAS

2.42.1 Definición

Estos elementos de fuelle en elastómero cumplen una doble función como es la de absorción de las vibraciones de la conducción y a su vez compensar las dilataciones de la misma.

2.42.2 Características de los materiales

- Cuerpo: Caucho (EPDM)
- Bridas locas Acero al carbono ST-37 Chorreadas y pintadas /inoxidable/ aluminio
- Refuerzo de cuerpo: Tela de nylon y/o hilo de acero trenzado.
- Taladros bridas según UNE-EN-1092-1:2008.
- Tornillos y tuercas: Acero de calidad 8.8, galvanizado en caliente

2.42.3 Control de calidad

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001.

- Pruebas de estanqueidad
- Pruebas de resistencia o hidrostáticas
- Marcado CE

2.43 CLAPETAS DE DESCARGA

2.43.1 Definición

Son los mecanismos que se colocan a la salida de un drenaje, arqueta de descarga, etc., que se opone, por presión exterior, al retroceso, hacia aguas arriba, del agua.

2.43.2 Tipos / Clasificación

- Clapeta descarga abastecimiento: Se colocan empotradas en la arqueta mediante un tubo embridado al existente.
- Clapeta de descarga de acero inoxidable o EPDM: Se colocan en la pared de la obra de fábrica; la lengüeta que impide el paso del agua en un sentido y lo deja libre en el contrario puede ser de acero inoxidable o de epdm
- Clapeta de descarga pico pato: Se colocan en el tubo (mediante brida o abrazadera), sin necesidad de obra de fábrica a la que anclarla.

2.43.3 Diseño / Geometría

Las de acero inoxidable pueden ser circulares o rectangulares.

Las que tienen tapa de EPDM se utilizan con altas velocidades de descarga y/o diámetros pequeños.

2.43.4 Características de los materiales

- Clapeta descarga abastecimiento
  - Tubo y bridas: Fundición nodular (GJS-400-15C) según UNE 1563:2012 taladrado según UNE-EN 1092-1:2008.
  - Ejes, casquillos y arandelas: Acero inoxidable AISI-321.
  - Tapa: Acero inoxidable AISI-321.
  - Junta: Caucho (EPDM O NBR).
- Clapeta de descarga de acero inoxidable y/o EPDM
  - BastidorAcero inoxidable AISI 316L
  - Tablero/ lengüeta: Acero inoxidable AISI 316L / EPDM
  - Junta de estanqueidad: EPDM
  - Ejes: Acero inoxidable AISI 316L
- Clapeta de descarga pico pato
  - Cubierta: clorobutil, EPDM, neopreno s/ U.S.C.G., nitrilo
  - Tubo: clorobutil, EPDM, neopreno, nitrilo, goma natural, hypalon, viton, NSF61

2.43.5 Control de calidad

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001.

Comprobar las soldaduras (UNE EN 6520-1), controlando las gargantas y verificando que no hay presencia de escorias, poros, rechupes, salpicaduras, etc.

Se comprobará el estado de ejes, cojinetes, articulaciones, etc…

Se comprobará la estanqueidad en el caso de aguas cargadas, viendo si la clapeta es capaz de aplastar los sedimentos aprisionados sobre el asiento de la clapeta y seguir manteniendo la estanqueidad.

En las clapetas con tapa de EPDM se comprobará que velocidad del agua es capaz de abrirse y si quedan sedimentos entre ella y el asiento comprobar la estanqueidad.

2.44 BOCAS DE RIEGO

2.44.1 Definición

Son tomas de agua estancas en una arqueta a nivel del terreno con racores de fácil y rápido acoplamiento. Cumplirá norma UNE-EN 14339:2006 (Hidrantes contra incendios bajo tierra)

2.44.2 Diseño / Geometría

Brida de entrada DN 40/ 45/ 65/ 80 mm

Racor Tipo Barcelona DN 45/ 70 mm

Racor Tipo Bilbao

2.44.3 Características de los materiales

- Cuerpo y tapa: Fundición nodular s/ UNE-EN 1561:2012.
- Husillo: Acero inox. AISI-402 con tratamiento térmico hipertemplado a 1.050 grados-agua. Pulido.
- Bola: Ebonita.
- Obturador: Fundición gris GG-25 recubierto con elastómero NBR.
- Tornillería: Inoxidables A-2
- Pintura: Epoxi atóxica
- Taladros bridas: según UNE-EN-1092-1:2008.
- Racor salida: Aluminio forjado con tapa UNE-23.400

2.44.4 Control de calidad

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001.

Se exigirá cumplimiento de:

- UNE-EN 14339:2006 (Hidrantes contra incendios bajo tierra)
- UNE 23400 (Racores de salida)

Pruebas:

- Pruebas de estanqueidad
- Pruebas de resistencia, o hidrostáticas

2.45 HIDRANTES

2.45.1 Definición

Son tomas de agua contraincendios, colocadas en superficie o bajo tierra, equipadas con racores de fácil y rápido acoplamiento para su uso urgente.

2.45.2 Tipos / Clasificación

- Hidrantes de superficie (de columna)
  - Columna seca: se vacía automáticamente tras su utilización, protegiéndolo de daños por heladas.
  - Columna húmeda: Tiene válvulas individuales, que permiten el uso independiente de cada una de las bocas contra incendios
- Hidrantes enterrados

2.45.3 Diseño / Geometría

Los hidrantes de superficie pueden estar dotados de un cofre protector de las tomas (carcasa). El vaciado de hidrantes será automático, para evitar las heladas.

En caso de rotura del hidrante tendrá un dispositivo de cierre automático. La acometida será orientable a 360° y posible su reglaje en altura.

El número de tomas, tipo de racores y diámetro de los mismos se define en los Planos de Proyecto.

Cumplirá la norma UNE-EN 14384:2006 (Hidrantes de columna)

2.45.4 Características de los materiales

- Cabeza: Fundición gris GJL-250 según UNE 1561:2012
- Cuerpo: Fundición dúctil GJS-500-7 según UNE 1563:2012
- Carrete: Fundición dúctil GJS-500-7 según UNE 1563:2012
- Eje de accionamiento: AlSI- 305
- Conjunto de cierre: Fundición gris recubierto de NBR
- Boca de salida: 2 racores "Barcelona" de aluminio forjado UNE 23400-1/98
- Válvula de drenaje: Latón
- Capuchón: Acero galvanizado y pintado

2.45.5 Control de calidad

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001.

Se exigirá:

- Certificado AENOR
- Certificado cumplimiento UNE 23.405 s/ hidrantes de superficie
- Bocas de Salida Certificado cumplimiento UNE 23.400
- Cumplirá UNE-EN 14384:2006 (Hidrantes de columna)
- Cumplirá UNE-EN 14339:2006 (Hidrantes contra incendios bajo tierra)

2.46 LIMPIADOR BASCULANTE

2.46.1 Definición

Se trata de elementos capaces de realizar una limpieza automática en los tanques de retención de aliviaderos, en los tanques de tormentas y en las estaciones de bombeo.

La limpieza de la cámara de retención y canales de los tanques de tormenta y estaciones de bombeo se llevan a cabo una vez se han vaciado los mismos, para evitar que la sedimentación acumulada provoque malos olores y que su limpieza sea más complicada.

Esta secuencia se realiza según los siguientes pasos:

- El agua almacenada en el tanque provoca la sedimentación en su fondo; a través de una sonda de nivel se detecta el llenado del mismo. El limpiador se encuentra en su posición de reposo.
- Una vez vaciado el tanque la sedimentación se acumula sobre la solera. El vaciado se detecta por medio de la sonda de nivel cuya señal es recogida por el autómata, el cual abre la electro-válvula que permite el llenado del limpiador auto-basculante.
- Una vez lleno el limpiador auto-basculante de agua, el punto de gravedad del conjunto limpiador-agua se desplaza provocando el volteo, liberándose todo el volumen instantáneamente. La ola de agua creada barre los sedimentos depositados en la solera del tanque, arrastrándolos hasta un canal que los recibe.
- Una vez vaciado el contenido del limpiador éste vuelve a su posición de reposo por su propio diseño, accionando un final de carrera que cierra la electro-válvula.

El Control Automático fijará la frecuencia de la limpieza; en caso necesario, los volteadores podrán actuar varias veces consecutivas con objeto de conseguir una completa limpieza del tanque.

2.46.2 Diseño/geometría

La capacidad del volteador (litros/metro) a instalar vendrá supeditado por la longitud a limpiar (L), la altura de caída del agua (H) y la pendiente de la solera (%) además de las características del residuo a movilizar, granulometría y densidad. El diseño de los limpiadores deberá justificarse identificando estos parámetros para la definición geométrica rectangular de la instalación propuesta.

Los volteadores estarán limitados a capacidades comprendidas entre 200 y 2.000 litros/metro y a longitudes inferiores a 10 metros. En el caso de requerirse longitudes mayores se podrán colocar varios volteadores, uno a continuación del otro, separados por un murete, y así sucesivamente hasta cubrir la totalidad de la superficie a limpiar.

La solera del tanque deberá tener buen acabado superficial, evitando pérdidas de rozamiento de la ola de limpieza.

Al final de la calle, son necesarios canales de recogida o fosas de evacuación que tengan un volumen un 20% superior a la del limpiador. De esta manera podrán recoger todo los sedimentos y el agua vertido por el limpiador, evitando que la ola rebote sobre el muro opuesto y fluctué por la solera de la calle.

El limpiador se deberá instalar por encima de la cota del aliviadero, así queda fuera del alcance de las aguas residuales y con ello se consigue minimizar el mantenimiento y su correcto funcionamiento. Los dos rodamientos deben estar accesibles junto con los sensores de volteo y electroválvulas de suministro de agua para acciones de mantenimiento.

2.46.3 Características de los materiales

Estarán construidos, incluidos soportes de fijación, rigidizadores, ejes y soportes rodamientos, en acero inoxidable AISI 316L. Tornillería A4 y amortiguación de caucho.

2.46.4 Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de los materiales a emplear, de acuerdo con lo especificado en el presente Pliego, y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares entregando certificados de pruebas hidrostáticas en fábrica, fabricación según UNE y marcado CE.

También el contratista deberá comprobar las soldaduras (UNE EN 6520-1), controlando las gargantas y verificando que no hay presencia de escorias, poros, rechupes, salpicaduras, etc.

El contratista, fijándose en los siguientes aspectos y con sucesivos llenados de prueba, comprobará que el funcionamiento es correcto:

- Limpieza efectiva libre de escorias.
- Ausencia de vibración estructural.
- Engrase adecuado de los dos rodamientos.
- Detectores inductivos de volteo del limpiador
- Armario eléctrico y cuadro para el alojamiento de los sistemas de control.
- Cierre efectivo de la electro-válvula.
- Correcto funcionamiento y ubicación de las sondas.
- Tiempos de llenado y funcionamiento silencioso.

2.47 COMPUERTAS DESLIZANTES

2.47.1 Definición

Se definen como compuertas los elementos que se deslizan por guías fijas a un muro e impiden total o parcialmente el paso del agua.

2.47.2 Compuertas deslizantes de pared

2.47.2.1 Descripción

Serán de cierre por los cuatro lados, y podrán actuar como reguladores de caudal. Se emplean para diámetros superiores a 150 mm. Podrán ser de sección cuadrada, rectangular o circular. Llevarán uno o varios ganchos de presión en la parte superior del tablero y en la parte inferior del marco, a fin de conseguir un apriete uniforme en las superficies de contacto. El accionamiento será eléctrico con mando manual de emergencia, y el husillo fijo.

2.47.2.2 Tipos

El Proyecto y/o el Cuadro de Precios definirá el tipo de compuerta a colocar en cada caso.

2.47.2.2.1 Compuertas deslizantes de tracción manual

Estas compuertas sirven para abrir y cerrar desagües o tomas rápidamente. El accionamiento se realiza a través de una barra de longitud variable según la profundidad a que se encuentra la compuerta.

2.47.2.2.2 Compuertas deslizantes a tornillo sin fin

Este tipo de compuerta se utiliza especialmente para tomas situadas en aguas sucias.

2.47.2.2.3 Compuertas deslizantes a husillo ascendente

Las compuertas a husillo ascendente se emplean cuando se desea que la tuerca del husillo no entre en contacto con el fluido.

2.47.2.2.4 Compuertas deslizantes a husillo, abriendo hacia abajo

La compuerta a husillo de apertura hacia abajo se emplea cuando se requiere y/o recogen objetos flotantes de la superficie del agua o para regular un nivel determinado de agua.

2.47.2.3 Características de los materiales

En la construcción de estas unidades se emplearán los siguientes materiales:

- Marco: AISI 316L
- Tablero: AISI 316L
- Carriles guía: AISI 316L y PEAD
- Husillo: AISI 316L, con rosca trapezoidal según DIN 103, de un sólo paso.
- Husillo de prolongación: AISI 316L
- Casquillo roscado: Bronce G-CuSn 14 (UNE-EN 1982:2009)
- Tubo protección del husillo: PVC

- Ganchos de apriete: AISI 316L
- Tornillos de ajuste: A4
- Junta de cierre a situar en el tablero: PEAD
- Junta de cierre a situar en el marco: PEAD
- Ruedas de guía: 316L
- Cuñas de presión: PEAD
- Ejes de las ruedas de guía: AISI 316L

La máxima holgura entre el tablero y las guías será de 1,5 mm.

2.47.3 Compuertas deslizantes de canal

2.47.3.1 Descripción

Serán de cierre por tres lados, los dos laterales y la solera. Se admitirán cuando vayan a trabajar totalmente abiertas o cerradas. Serán de sección cuadrada o rectangular. El accionamiento será eléctrico con mando manual de emergencia, y el husillo fijo. Se emplearán para medidas tanto de altura como de anchura, superiores a 500 mm.

2.47.3.2 Tipos

El proyecto y/o el Cuadro de Precios definirá el tipo de compuertas a colocar en cada caso.

2.47.3.2.1 Compuertas deslizantes de tracción manual

Son compuertas para abrir y cerrar rápidamente. El accionamiento se realiza a través de una barra o directamente sobre la misma compuerta.

2.47.3.2.2 Compuertas deslizantes a husillo ascendente

Se emplean cuando se desea que la tuerca del husillo no entre en contacto con el fluido.

2.47.3.2.3 Compuertas deslizantes con rodillos en husillo ascendente

Las compuertas deslizantes con rodillos son las que en la misma compuerta van incorporados uno, dos o varios pares de rodillos que van alojados en las guías y que facilitan el desplazamiento y guiado de la misma.

2.47.3.2.4 Compuerta deslizante a husillo abriendo hacia abajo

La compuerta a husillo hacia abajo se emplea cuando se requiere limpiar y/o recoger objetos flotantes de la superficie del agua o para regular un nivel determinado de agua.

2.47.3.2.5 Compuertas vagón

Son compuertas para efectuar el cierre de canales de grandes dimensiones con estanqueidad a 3 lados.

El sistema de traslación y guía de la compuerta se efectúa por medio de rodillos guía.

El accionamiento se efectuará por medio de uno o dos husillos, dependiendo del tamaño de la compuerta y se especificará en los Planos de Proyecto y/o el Cuadro de Precios.

En el caso de compuertas con dos husillos se preverán dos cabezales con eje de unión entre ellos y se prolongará a un extremo de la compuerta para su accionamiento.

2.47.3.3 Características de los materiales

En la construcción de estas unidades se emplearán los siguientes materiales:

- Marco: Acero U St. 37-2 (DIN 17100)
- Tablero: Acero U St-37-2 (DIN 17100)
- Carriles guía: Acero St.37-2 (DIN 17100)
- Husillo: Acero inoxidable X12 Cr Mo S17 (DIN 17440) con rosca trapezoidal según DIN 103, de un solo paso.
- Casquillo roscado: Bronce G-GuSn 12 Ni (DIN 1705)
- Junta de cierre: Neopreno (Cr)
- Ruedas de guía: Fundición GG-20
- Ejes de las ruedas de guía: Acero U St-42-1K
- Pintura: Ver protección de superficies
- La junta de cierre deberá ser resistente al ataque biológico.

En todos los casos se analizarán las características de los fluidos a aislar, a fin de determinar si los materiales anteriormente indicados son capaces de resistir su acción corrosiva. En el caso en que exista necesidad de recurrir a otro tipo de material, éste se fijará de acuerdo con la Dirección de Obra, ateniéndose a las características del fluido.

2.47.4 Acuñamiento

Las compuertas deberán ser estancas, por lo cual las superficies de contacto entre corredera y las guías fijas deben ser perfectamente lisas y estar fuertemente apretadas.

Se empleará el acuñamiento de rodillos escalonados, colocando dos o más pares de rodillos según la altura del tablero. Uno de los escalones actuará en todo momento como guía, mientras que el otro o los otros juntamente con cuñas de presión, producirán el cierre. Estos rodillos deberán tener distintos diámetros, a fin de que los rodillos escalonados inferiores puedan pasar por las cuñas de los rodillos escalonados superiores.

La Dirección de Obra podrá aceptar otros dispositivos de acuñamiento previa presentación por el Contratista de la documentación, con los detalles necesarios, características de los materiales, etc., así como una lista de referencias.

2.47.5 Sistemas de accionamiento

El Proyecto y, en su caso, el Cuadro de Precios define, en cada caso, el sistema y dispositivo de accionamiento, dependiendo del tipo de compuerta y del lugar de la instalación.

2.47.5.1 Sistema de accionamiento en pozo

Son los sistemas en que el elemento de manejo está por debajo del suelo de operación y son:

- Caballete de soporte, accionado manualmente
- Engranaje bajo cárter, accionado manualmente
- Caballetes de soportes y engranaje cilíndrico bajo cárter, accionado eléctricamente.

2.47.5.2 Sistema de accionamiento sobre suelo

Se trata de elementos de accionamiento, en forma de columnas de maniobra, montados sobre el suelo de operaciones y son:

- Pedestales, accionados manual o eléctricamente

2.47.5.3 Dispositivos de accionamiento eléctrico

Los sistemas eléctricos para compuertas deslizantes se instalarán sobre el suelo en forma de columnas de maniobra.

2.47.6 Control de calidad

El Fabricante por medio de su departamento de Control de Calidad verificará la calidad de los materiales a emplear de acuerdo con lo especificado en el presente Pliego, y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares en su caso. (Norma AWWA-C501-80).

Se comprobará que el par requerido para movimiento de la compuerta es el mismo o inferior a 25 kg o el que en su caso determine la Dirección de Obra.

Se llevará a cabo una elevación manual empleando el mando de emergencia. Se comprobará el esfuerzo que debe realizarse, y no será de recibo esta unidad si el esfuerzo es superior al valor fijado en este Pliego.

El actuador será sometido a pruebas de aislamiento eléctrico. Se comprobará el funcionamiento del indicador de posición. Se le hará trabajar en funcionamiento normal con la compuerta y se comprobará el par máximo. Se comprobará su funcionamiento cuando falle una fase, o cuando esté cambiada.

Igualmente se comprobarán los valores de la intensidad consumida por el actuador a plena carga y en vacío.

En las condiciones normales de diseño, el caudal de agua perdido a través de la compuerta de tipo canal no será superior a 1,25 litros por minuto y metro de perímetro de la compuerta.

En las compuertas del tipo de pared con una lámina de agua de 6 m. o menos, este caudal perdido no será superior a 2,5 litros por minuto y por metro del perímetro de la compuerta. Para láminas de agua superiores, el caudal perdido por metro de perímetro de la compuerta, no excederá de los siguientes valores:

Lámina de agua	Caudales perdidos
9 m	3,14 l/seg
12 m	3,75 l/seg
15 m	4,38 l/seg

En el caso de superarse estos caudales, la compuerta no será admitida.

2.48 PANTALLAS DEFLECTORAS

2.48.1 Definición

La pantalla deflectora es una barrera que evita que los flotantes que arrastra el agua, tales como papeles, telas, etc. sean aliviados directamente al río cuando se haya rebasado la capacidad del tanque de retención durante un episodio lluvioso.

La pantalla deflectora de flotantes se instala en el muro de alivio, que separa la cámara de retención o central de la cámara de alivio. Debe estar colocada de manera que deje pasar el agua por su parte inferior hacia la cámara de alivio, de manera que impida que los flotantes que arrastra flotando la corriente de agua consigan pasar a dicha cámara, quedando retenidos por la propia pantalla.

2.48.2 Tipos/clasificación

En cuanto a tipo de sujeción pueden destacarse varios tipos:

- Pantalla deflectora con anclajes únicamente al muro de alivio.
- Pantalla deflectora con anclajes al techo. Este tipo de sujeción ofrece la ventaja de que en el hueco existente entre la pantalla deflectora y el muro de alivio, no pueden quedarse objetos colgados de los soportes.
- Pantalla deflectora con anclajes a las paredes laterales.
- Posibilidad de combinar todos los sistemas de sujeción.

En cuanto a tipología de materiales, se fabrican en acero inoxidable, poliéster reforzado con fibra de vidrio o polipropileno.

2.48.3 Diseño/geometría

La pantalla deflectora de flotantes se instalará en el muro de alivio, que separa la cámara de retención o central de la cámara de alivio.

Se deben definir las siguientes variables: material, configuración, longitud, altura y espesor de chapas y quedarán justificados de forma coherente con la justificación hidráulica del aliviadero.

2.48.4 Características de los materiales

Los materiales podrán ser los siguientes:

- Chapa: PRFV, AISI316L, PP
- Sujeción: spits M 10.
- Soportes: inoxidable AISI-316.
- Tornillería: inoxidable AISI-316 M 10.
- Arandelas: inoxidable AISI-316.
- Estanqueidad: Siliconado.
- Juntas laterales regulables: Caucho

2.48.5 Control de calidad

El contratista controlará la calidad de los materiales empleados en la fabricación, de acuerdo con lo especificado en el presente Pliego, y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

El contratista deberá presentar a la Dirección de Obra los certificados de calidad en cuanto a resistencia y a corrosión por parte del fabricante, en lo que hace referencia al acero inoxidable AISI 316L, PP o PRFV según proceda.

2.49 TRAMEX

2.49.1 Definición

Un trámex es una superficie estable creada a partir de pletinas, colocadas paralelamente y perpendicularmente en posición vertical. Es decir, un entramado formado por la unión de las pletinas creando una superficie homogénea, lisa y estable.

2.49.2 Tipos/clasificación

Los trámex serán de acero inoxidable, acero galvanizado o PRFV. Los trámex más usados suelen estar constituidos por pletinas de 30 x 2 o 30 x 3 mm unidas formando mallas de 30 x 30 mm, 8 x 8 mm, entre otros, que, a su vez, conformarán piezas unitarias de dimensiones máximas 3,0 m x 1,0 m (dependiendo de los apoyos intermedios).

Los diferentes tipos de emparrillados se determinan por la malla. La malla es la distancia entre pletinas. Técnicamente se mide siempre entre ejes, prescindiendo del espesor de las pletinas, aunque, por lo general, se puede redondear comercialmente. La nomenclatura de la malla siempre tiene dos grupos de cifras separadas por el signo x.

2.49.3 Diseño/geometría

En el entramado se distribuyen uniformemente las cargas en todos los sentidos.

Para los trámex sobre los que se prevea circulación de personas, independientemente de su tipología, se deberá asegurar que la deformación bajo sobrecargas de uso no supera las siguientes flechas en función de su cota:

Cota < 3,00 m Dmáx = L/150

Cota ≥ 3,00 m Dmáx = L/200

Siendo:

Dmáx: Deformación máxima

L: Longitud entre apoyos

En todo caso, el diseño del entramado respetará las indicaciones de la norma UNE-EN ISO 14122-2:2002/A1:2010 Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanente a máquinas e instalaciones industriales. Parte 2: Plataformas de trabajo y pasarelas. Modificación 1 (ISO 14122-2:2001/Amd 1:2010). Deberá existir indicación de carga y señalización de escalones.

2.49.4 Características de los materiales

Los cercos y piezas angulares de apoyo para encajar los trámex tendrán la misma protección frente a la corrosión que estos. El acabado deberá ser antideslizante, para lo cual los metálicos serán de doble pletina con doble diente de sierra. En el caso de los de PRFV llevarán material silicio para evitar el deslizamiento.

Los trámex irán sujetos a la estructura soporte mediante tornillos, tuercas y piezas inferiores adaptables de acero inoxidable AISI 316L, de forma que se puedan desmontar.

Para el caso de trámex en PRFV, se fabricarán mediante moldeo regular, poseyendo una matriz de resina de poliéster y un contenido en fibra de vidrio de aproximadamente un 35% que se distribuye

uniformemente en todas direcciones, en forma de varillas en capas alternantes y tendrán las siguientes características:

- Resistencia UV: 5 en escala de grises de la norma UNE-EN ISO 4892-parte 2.
- Resistencia al fuego: M-1 (ASTM-E84 o equivalente).
- Resistencia al humo: F-1 (ASTM-E84 o equivalente).
- Capa de protección: espesor ≥ 0.20 ± 0.03 mm.
- Resistente a impactos, sin descamaciones ni desprendimientos de la capa.
- Superficie graneada: arena tratada.
- Resistencia al deslizamiento: R13 (DIN 51130) / >80 BS 7976-2: 2002.
- Intersticios: abertura máxima ≤ 8 milímetros para casos en los que se pretenda evitar caída de herramientas (conocidos como tramex de seguridad), y entre 8 y 30 mm en el resto de los casos.
- RAL a escoger por dirección de obra.

Para el caso de trámex en acero será de calidad S 275 JR (Norma EN 10025) con galvanizado uniforme contra la corrosión según UNE-EN-ISO-1461. El acero inoxidable será AISI316L con acabado a escoger por dirección de obra, electropulido o decapado químico.

- Rigidizadores: acero inoxidable austenítico AISI 316L.
- Peldaños según UNE 36750-1/2/3:2008.
- Adhesivos: sin defectos según el tipo de ciclo D3 de la norma UNE-EN ISO 9142:2004.

2.49.5 Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de los materiales empleados en la fabricación del trámex, de acuerdo con lo especificado en el presente Pliego, y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

El contratista deberá presentar a la Dirección de Obra los resultados de los ensayos realizados por parte del fabricante, en lo que hace referencia a constatar la resistencia, la corrosión, el aislamiento eléctrico, el aislamiento térmico y la indeformabilidad por la acción del calor.

2.50 BOMBAS HIDRÁULICAS

2.50.1 Definición

Se llama bomba hidráulica a la máquina que accionada mediante cualquier tipo de energía (eléctrica, motor de combustión interna, etc.) modifica la energía total H de un fluido líquido transformando la energía mecánica en energía de movimiento o/y de altura de un caudal de éste.

2.50.2 Tipos/clasificación

Las bombas pueden ser centrífugas y volumétricas.

- Las bombas centrifugas: El motor, generalmente eléctrico hace girar un eje que comunica el movimiento al rodete. El giro crea una presión negativa que origina la succión del líquido a bombear y la fuerza centrífuga del rodete hace que el líquido salga tangencialmente al movimiento de giro.

Las bombas centrífugas se utilizan generalmente para líquidos no viscosos con o sin sólidos en suspensión.

Pueden a su vez clasificarse:

- Atendiendo a la posición del eje transmisor en verticales y horizontales.
- Según el número de etapas o rodetes colocados en serie en monoetapas y multietapas.
- Según la forma de la carcasa de la bomba en radial, semiaxial y axial.
- Según el número de entradas al impulsor en de una entrada o de doble entrada.
- Según el tipo de motor en motor seco/rotor seco, motor seco/rotor húmedo y motor sumergido.

- Las bombas volumétricas o de desplazamiento positivo: impulsan el fluido a velocidad constante variando su volumen de forma periódica y lo hacen con independencia de la presión de trabajo.

Las bombas volumétricas se utilizan para bombear líquidos viscosos, fangos etc. y también como bombas dosificadoras de reactivos, etc.

2.50.3 Características de los materiales

La elección de los materiales de los diferentes componentes de las bombas se realizará atendiendo a la norma UNE-EN ISO 5199 para el caso de las bombas centrífugas y la UNE-EN ISO 16330 para las bombas volumétricas.

Los materiales de los diferentes componentes de las bombas dependerán del fluido a bombear entre otros factores y será en cada caso el fabricante el responsable de la elección del material más adecuado.

Para los usos habituales del CABB se especifica una calidad de materiales mínima:

Eje trasmisor, se realizará en acero inoxidable GX3CrNiMo19-11-2.

Rodete de fundición gris GG-25 o INOX.

Tornillería, arandelas y piezas de sujeción serán de INOX316 (A4).

Carcasa de fundición gris GG-20 o GG-25 (UNE-EN 1561:1998)

2.50.4 Control de calidad

Para los ensayos de los equipos de bombeo será de aplicación la norma ISO 5199:2002.

Las piezas fundidas no deberán tener imperfecciones significativas, deberán limpiarse mediante chorreo de arena, granallado, decapado con ácido o cualquier otro método normalizado.

Las piezas soldadas sometidas a presión deberán realizarse por operarios y de acuerdo a las normas EN 287-1, EN 287-2, EN 288-1, EN 288-2, EN 288-3, EN 288-4.

Si el Director de las obras lo considera oportuno se solicitarán ensayos específicos de composición química de los materiales, propiedades mecánicas de los mismos y ensayos no destructivos para la detección de irregularidades por ultrasonidos, líquidos penetrantes, etc. en aplicación de la norma

Las partes de las bombas sometidas a presión así como sus equipos de fijación, deberán someterse a un ensayo hidrostático según describe la norma.

Respecto al rendimiento hidráulico de los equipos, las bombas centrífugas deberán someterse a los ensayos correspondientes tal y como se describen en la norma ISO 9906.

2.51 INSTRUMENTACIÓN

2.51.1 Definición

Engloba los instrumentos necesarios para llevar a cabo operaciones de mantenimiento mediante lecturas directas o indirectas de nivel, caudal, presión, Ph, O2, SS, NO3… para su consignación en la instalación.

Entre otros se definen de forma diferenciada los siguientes.

2.51.1.1 Manómetros

Aparatos destinados a medir la presión instantánea de un fluido en el interior de una conducción y que registran la máxima presión a que ha estado sometida la conducción.

Los manómetros para medida y teletransmisión de la presión hidrostática, tendrán una amplitud máxima de medida de cero a 1,5 veces la P.N. máxima de la conducción con posibilidad de regulación de los puntos de principio y final de escala.

La máxima presión de trabajo admisible será de 1,5 veces la P.N. máxima de la conducción debiendo ser su sensibilidad del cero veinticinco por ciento (0,25 %) de la amplitud media. Irá presentado en una caja estanca.

2.51.1.2 Caudalímetros

Son los elementos previstos para medir el caudal que pasa por una conducción a sección llena. La medida dependiendo del tipo de los aparatos se realizará por chorro, por hélice de arrastre magnético, electromágneticos o por ultrasonidos.

Los aparatos serán capaces de medir el caudal instantáneo y el totalizado teniendo un aparato registrador de ambos.

La indicación local debe ser fácilmente accesible, estando el indicador separado del medidor si es necesario.

Los caudalímetros tendrán las siguientes características:

- Aforo del caudal instantáneo
- Aforo totalizado y teletransmitido, a excepción del contador de chorro.
- La precisión en la medida, como norma general y salvo especificación en contra en el apartado correspondiente a cada modelo de contador, será tal que en ningún caso tendrá un error superior al (2%) dos por ciento, del caudal nominal, para caudales comprendidos entre el (3%) tres por ciento y el (100%) cien por cien del caudal nominal.
- La temperatura máxima del agua será inferior a 30 ºC.
- La capacidad del totalizador será como mínimo la indicada a continuación para los siguientes diámetros:

DIÁMETRO NOMINAL	INDICACIÓN MÍNIMA	CAPACIDAD TOTALIZADORA
En mm.	En m3	En m3
13	0,001	10^4
20	0,001	10^4
25	0,001	10^4
30	0,001	10^5
40	0,001	10^5

DIÁMETRO NOMINAL	INDICACIÓN MÍNIMA	CAPACIDAD TOTALIZADORA
50	0,001	10^6
65	0,001	10^6
80	0,001	10^6
100	0,001	10^6
125	0,001	10^6
150	0,001	10^7
200	0,001	10^7
250	0,001	10^7
300	0,001	10^7

2.51.1.2.1 Contador de chorro

Los contadores de chorro único, doble, o múltiple son el sistema de medición de caudal más elemental. Únicamente se empleará en lugares de pequeño consumo, y para diámetros menores de 50mm.

La indicación local debe ser fácilmente accesible, estando el indicador separado del medidor si es necesario.

Las boquillas irán roscadas.

2.51.1.2.2 Contador de hélice de arrastre magnético

En el contador de hélice de arrastre magnético el fluido hace girar una hélice cuyo eje es paralelo o perpendicular a la conducción.

La transmisión del movimiento de la hélice se realiza por medio de un emisor de impulsos magnéticos entre el órgano de medida y el totalizador.

La indicación local debe ser fácilmente accesible, estando el indicador separado del medidor si es necesario.

2.51.1.2.3 Contador electromagnéttico

Se trata de dispositivos no intrusivos, que dan la velocidad desde el exterior de la tubería por medio de dos puntos que se encuentran diametralmente opuestos de la superficie interna, y en los cuales se colocan dos electrodos metálicos. Entre estos dos electrodos se genera una señal de medida eléctrica. Los caudalímetros electromagnéticos se utilizan principalmente en los fluidos con conductividad eléctrica y en tuberías llenas siendo los más utilizados en aplicaciones con agua.

El cabezal de medición deberá colocarse en lugar accesible debiendo incluir batería con autonomía suficiente dentro de las referencias existentes en el mercado en aplicaciones de abastecimiento quedando en saneamiento según las necesidades del proyecto.

2.51.1.3 Medidores de nivel

Los equipos de medida de nivel, radar, capacitivos, ultrasonidos y las boyas, son elementos instalados habitualmente en aliviaderos y estaciones de bombeo, capaces de detectar la presencia de líquidos o sólidos y a su vez preparados para suministrar una información de salida, bien sea analógica o digital.

- Boyas:

El uso de las boyas está especialmente indicado para controlar los niveles de agua tanto en el llenado como en el vaciado de los tanques.

En el interruptor de nivel, una bola acciona microrruptor en función de la posición de flotación. El embudo por el que rueda la bola es que produce la conmutación.

- Sensores de radar:

El sistema de antenas envía impulsos de microondas extremadamente cortos sobre el agua a medir, los cuales son reflejados por la superficie del agua y captados nuevamente por la antena.

La velocidad de propagación de los impulsos es la velocidad de la luz y el tiempo desde la emisión hasta la recepción de las señales es proporcional al nivel del depósito. Un proceso especial de prolongación del tiempo posibilita la medición precisa y segura de los tiempos extremamente cortos.

Los sensores de radar trabajan con poca potencia de transmisión en gama de frecuencia de banda C y K. No se requiere un ajuste con depósito vacío o lleno.

Los sensores compactos de alta frecuencia (banda K) son especialmente adecuados para aplicaciones, donde se exige una exactitud elevada. Incluso para los tamaños de antena pequeños se logra un excelente enfoque de la señal. Los sensores de baja frecuencia (banda C) son capaces de penetrar la espuma y fuertes incrustaciones de condensado, resultando de esta forma adecuados para condiciones de proceso especialmente difíciles.

- Sondas de nivel capacitivas:

El sensor y el depósito conformarán los dos electrodos de un condensador. Una variación de capacidad causada por una variación de nivel será analizada por una electrónica integrada y será convertida en su señal de salida correspondiente. La medición de nivel tendrá lugar por toda la longitud del sensor sin zona muerta.

El electrodo de medición, el agua y la pared del depósito formarán un condensador eléctrico. La capacidad del condensador estará influenciada principalmente por tres factores:

- Distancia entre las superficies de los electrodos.
- Tamaño de la superficie de los electrodos.
- Tipo de dieléctrico entre los electrodos.

En las instalaciones que generalmente serán cubiertas por el presente Pliego, los electrodos y la pared del depósito conformarán las placas del condensador, mientras que el agua será el dieléctrico.

Como regla general se puede decir, que la capacidad del condensador aumentará a medida que crece el recubrimiento de los electrodos a causa de la elevada constante dieléctrica del agua en comparación con la del aire.

La variación de la capacidad y de la resistencia será analizada y convertida en una señal proporcional al nivel.

Mientras más constantes son la conductividad, la concentración y la temperatura del agua, mejores son las condiciones para la medición de admitancia. Generalmente las variaciones de las condiciones no son críticas en los productos con constante dieléctrica K elevada.

- Sondas de nivel hidrostáticas:

En la medición de nivel hidrostática, la celda del transmisor detecta los cambios en la presión hidrostática, que aumenta o disminuye según el nivel. La presión activa se convierte en una señal eléctrica y la electrónica integrada la transforma en una señal de salida. En la medición de nivel hidrostática se utilizan distintas celdas de medición que pueden ser de tipo cerámico o metálico. Las celdas de medición cerámicas ofrecen una excelente estabilidad a largo plazo y una elevada resistencia a la sobrecarga mientras que las metálicas cubren rangos de medición más amplios.

La medición de nivel hidrostática no se ve afectada por la formación de espuma ni los elementos del depósito pudiendo ser colocada en tuberías en presión o bien en depósitos en los que se deberá dejar preferiblemente un tubo guía.

- Sondas de nivel ultrasonidos:

Los impulsos ultrasónicos son enviados por el transductor sobre el agua a medir, son reflejados por la superficie del producto y captados nuevamente por el transductor. Se propagan a la velocidad del sonido. El tiempo desde la transmisión hasta la recepción de la señal es proporcional al nivel del depósito.

Los microprocesadores empleados permitirán seleccionar el eco de nivel con seguridad aún incluso en caso de reflexiones, calculando la distancia exacta hasta la superficie del agua.

También se deberá incluir un sensor de temperatura que permita detectar la temperatura en el depósito, para de esta forma se pueden compensar las influencias sobre el tiempo de propagación del sonido.

El sensor no estará en contacto con el agua y dispondrá de dos puntos de conmutación de nivel de detección. La llegada del agua hasta la ubicación del transductor provocaría la formación de incrustaciones en el transductor a largo plazo que podrían conducir a realizar mediciones erróneas.

La sonda de nivel se integrará como dispositivo conjunto incluyendo el transductor y a la electrónica.

La alimentación del sensor será a través del transmisor.

Se deberá mantener una distancia mínima del lado inferior del transductor - la llamada zona muerta, donde no será posible ninguna medida. El valor exacto de dicha zona muerta dependerá del modelo específico elegido.

La indicación local debe ser fácilmente accesible, estando el indicador separado del medidor si es necesario.

2.51.2 Clasificación

Se establece la siguiente clasificación según la señal que emiten;

2.51.2.1 Indicadores

INDICADORES DE PRESIÓN: Manómetros

INDICADORES DE NIVEL: Visores de nivel

OTROS

2.51.2.2 Interruptores

INTERRUPTORES DE PRESIÓN: Presostatos

INTERRUPTORES DE NIVEL: Boyas, sensores capacitivos, vibratorios, radar.

OTROS

2.51.2.3 Medidores transmisores

MEDIDORES DE PRESIÓN: Transmisor de presión

MEDIDORES DE NIVEL: Radar, US, presión hidrostática, capacitivos.

MEDIDORES DE CAUDAL: Electromagnéticos, Hélice o chorro.

OTROS: Ph, O2, SS, NO3, Tª…

2.51.3 Características de los materiales

Todo el equipamiento deberá ser fabricado según estándares europeos y marcado CE siguiendo las directivas siguientes y su correspondencia en las normas nacionales UNE:

- Directiva EMC 2014/30/EU.
- Directiva máquinas 2006/42/EU.

Estarán construidos, incluidos soportes de fijación, rigidizadores, ejes y soportes, rodamientos, en acero inoxidable AISI 316L. Tornillería A4 y amortiguación de caucho.

Se detallan algunos de los citados anteriormente:

2.51.3.1 Manómetros

- Caja Estanca estampada en acero inoxidable AISI-316 llenada con glicerina o aceite de vaselina. Norma DIN-40050, tipo IP-54
- Racord -tubo Acero inoxidable AISI-316
- Movimiento Tipo reforzado en acero inoxidable AISI-316
- Esfera Resinas fenólicas, blanca con cifra en negro
- Aguja Acero inoxidable AISI-316, regulable por tornillo micrométrico.
- Visor cristal doble o plástico
- Conexión Rosca macho 1/2" gas
- Precisión Mas- menos 2% del final de la escala

Sobrepresión = 1,5 la presión máxima de trabajo

2.51.3.2 Manómetros con separador

- Tipo: Muelle tubular, sistema Bourdon, con membrana separadora
- Modelo: Concéntrico
- Tipo de conexión: Inferior o posterior rosca macho
- Diámetro de conexión: 1/2" gas
- Diámetro de esfera: 100 mm.
- Fluido: Agua con fangos
- Gama de medida: 0-5 Kg/cm2
- Protección: IP 55
- Exactitud: 1
- Construcción: Según DIN 16064
- Materiales:
  - Aguja: Aluminio, pintada de negro
  - Piezas de contacto con el fluido: Aleación de cobre
  - Caja: Acero, estanca a chorro de agua
  - Cierre: Cristal de vidrio
  - Esfera: Aluminio fondo blanco
- Sobrepresión máxima: 130% de la escala máxima de graduación durante breves espacios de tiempo.
- Fondo de escala: Ajustado para que la presión de trabajo se sitúe en un 25% de la escala.

2.51.3.3 Medidores de presión

- Célula de medida: Presión. Con líquido de relleno inerte.
- Indicador digital: Visible en todo momento.
- Materiales:
  - Boquilla de conexión: Acero inox AISI-316 para conexión con picaje 1", con llave de aislamiento y conexión en T para limpieza.
  - Unidad electrónica: Aleación de aluminio.
  - Alimentación: 24 Vdc.
  - Salida: 4-20 mA y/o bus de campo seleccionado para Sistema de Control.
- Protección: IP 68
- Límite de temperatura de proceso: -20º C a 100ºC

2.51.3.4 Interruptores y medidores de nivel

Los materiales deberán cumplir con la Directiva 2014/34/UE (ATEX), Grupo II Categoría 2 (Zona 1).

- Boyas:
  - Tipo de cable 3 x 0,75 mm2 de PVC
  - Material del flotador Polipropileno
  - Microcontactos 1 conmutado 10(2) A 250V
  - Grado de protección IP67
  - Temperatura de trabajo 0ºC a 60ºC
  - Presión máxima de trabajo 4 bar a 20ºC
  - Contrapeso Si, interno
- Sensores de radar:
  - Antena AISI 316L
  - Roscas/bridas AISI 316L DIN 2501
  - Carcasa AISI 316L
  - Soporte orientable AISI 316L
  - Grado de protección IP67
- Sondas de nivel capacitivas o hidrostáticas:

Materiales, en contacto con el medio:

- Conexión a proceso - rosca 316L
- Conexión al proceso - Brida 316L
- Sello del proceso Klingersil C-4400
- Aislamiento (aislamiento parcial) PTFE
- Electrodo (Varilla con aislamiento parcial de PTFE: ø 12 mm/0.472 in) 316L

Materiales, sin contacto con el medio:

- Carcasa
- Plástico PBT (Poliéster), fundición a presión de aluminio recubierta de polvo, 316L
- Sello entre la carcasa y la tapa de la carcasa
- NBR (Carcasa acero inoxidable), Silicona (Carcasa de aluminio/plástico)
- Borne de conexión a tierra 316L

- Sondas de nivel ultrasonidos:

Materiales, en contacto con el medio:

- Conexión a proceso PVDF/UP
- Transductor acústico PVDF
- Membrana del transductor 316Ti
- Sello transductor/conexión al proceso EPDM, FKM (Viton)

Materiales, sin contacto con el medio:

- Brida suelta PPH, 316L
- Carcasa

  Plástico PBT (poliéster) fundición a presión de aluminio recubierta de polvo, 316L

- Sello entre la carcasa y la tapa de la carcasa

  NBR (Carcasa acero inoxidable), Silicona (Carcasa de aluminio/plástico)

- Mirilla en la tapa de la carcasa Policarbonato
- Borne de conexión a tierra 316Ti/316L

2.51.3.5 Medidores de caudal en tubería

- Sensor:

- Principio de medida: Electromagnético
- Montaje: Carrete de medida en tubería mediante brida de conexión y electrónica separada del tubo de medida.
- Tramo de entrada: ≥ 5 DN
- Tramo de salida: ≥ 3 DN
- Rango de medida: De 0,3 a 12 m/s
- Tubo de medida: Acero inoxidable
- Recubrimiento: Polipropileno DN ≤ 50 (Reactivos, justificar compatibilidad)
- Goma Dura DN ≥ 50 (Agua Fango)
- Electrodos de medida: Hastelloy C
- Electrodos de puesta a tierra: Incluidos en carrete de medida Hastelloy C
- Bridas: Según DIN 2632.
- Límite de temperatura de proceso: Polipropileno: - 5º. a + 90º C
- Goma Dura: - 5º a + 80º C
- Protección sensor: IP 68

- Convertidor de señal

- Precisión: ≤ 0.2 % valor instantáneo
- Alojamiento de la unidad electrónica: Separada del cuerpo medidor en caja de aleación de aluminio y/o recubierta en poliuretano.
- Alimentación: 230 V, 50 Hz.
- Salida: 4-20 mA, HART, Profibus
- Impedancia de salida: Menor de 1 Mohm
- Límites de temperaturas de proceso: -5 º C a +80 º C.
- Tiempo de respuesta: 3 seg.
- Conductividad mínima: ≥50µS/cm
- Longitud cable sensor-unidad de medida: Mín 25 metros. Se justificará la longitud indicada si es inferior.
- Protección: IP 67

2.51.3.6 Medidores de caudal en tubería parcialmente llena

- Sensor:
  - Principio de medida: Electromagnético/Capacitivo
  - Montaje: Carrete de medida en tubería mediante brida de conexión y electrónica separada del tubo de medida.
  - Tramo de entrada: ≥ 5 DN
  - Tramo de salida: ≥ 3 DN
  - Rango de medida: Min. del 10% al 100% se sección inundada.
  - Tubo de medida: Acero inoxidable
  - Recubrimiento: Goma dura.
  - Electrodos de medida: AISI 1.4571.
  - Bridas: Según DIN 2632.
  - Unidad electrónica: Aluminio fundido.
  - Método de calibración: Calibración húmeda homologada.
  - Límite temperatura de proceso: -5º C a +80º C.
  - Conductividad mínima: ≥50µS/cm
  - Protección sensor: IP 68.
- Convertidor de señal
  - Precisión: ≤ 0.2 % valor instantáneo.
  - Alojamiento de la unidad electrónica: Separada del cuerpo medidor en caja de aleación de aluminio y/o recubierta en poliuretano.
  - Alimentación: 230 V, 50 Hz.
  - Salida: 4-20 mA. HART, Profibus
  - Longitud cable sensor-unidad de medida: Mín 25 metros. Se justificará la longitud indicada si es inferior.
  - Tiempo de respuesta: ≤ 3 seg.
  - Protección: IP 67.

2.51.3.7 Contador de chorro

- Cuerpo Latón fundido roscado C-6137 s/UNE
- Pintura Epoxi alimentaria tres manos en el interior y exterior espesor mínimo= 190 micras previo granallado al grado SA 2 1/2.

2.51.3.8 Contador de hélice de arrastre magnético

- Cuerpo Fundición gris (GG-25)
- Turbina Plástico S.A.N. (acrilo nitrilo estileno)
- Hélice y cuerpo de hélice Plástico SAN. (acrilo nitrilo estileno)
- Pivotes Acero metal duro
- Grapas de la turbina Acero inoxidable DIN 1430
- Ruedas parte móvil Sulfuro de polifenileno
- Timón de regulación Sulfuro de polifenileno
- Pintura interior Epoxi atóxico de tres componentes de 190 micras de espesor secado al horno a 200 grados.

2.51.3.9 Medidores de caudal de aire

- Especificaciones:

- Principio de medida:	Dispersión térmica
- Rango de tuberías de conducción:	51 a 610 mm. (2 a 24 pulgadas).
- Rango de medida:	0,23 a 122 MPS (metros por segundo) en las condiciones estándar de 21,1 º C y 1,01325 bar.
- Precisión:	+ 2 % del valor medido + 0,5 % del fondo de escala.
- Rango de temperatura:	4 a 38 º C (Opcional de -18 a 93 º C).
- Rango de presión:	0,7 a 3,4 bar
- Tiempo de respuesta:	3,5 s. para flujo decreciente. 7,2 s. para flujo creciente
- Grado de protección:	IP-67
- Configuración:	En unidades estándar de caudal volumétrico o de caudal másico.

- Sonda

- Material del cuerpo:	Cuerpo de acero inoxidable 316L.
- Material del thermowell:	Hastelloy C (Aleación de níquel, molibdeno y cromo) con sensores RTD de platino.
- Acoplamiento:	Conexión macho ½" NPT o ¾" NPT, con tuerca de acero inoxidable y casquillo ajustable de teflón o acero inoxidable.
- Longitud de inserción ajustable en función del diámetro del tubo:	De 51 a 150 mm. (2 a 6 pulgadas). De 150 a 305 mm. (6 a 12 pulgadas). De 305 a 610 mm. (12 a 24 pulgadas).
- Presión máxima de operación sin daños:	34 bar con casquillo de acero inoxidable. 10 bar con casquillo de teflón
- Temperatura máxima de operación sin daños:	-18 a 121 º C, con casquillo de acero inox. -18 a 93 º C, con casquillo de teflón.

- Transmisor

- Alojamiento del módulo electrónico:	IP 68
- Temperatura de operación:	-18 a 60 º C
- Alimentación eléctrica:	12 a 36 Vdc o 230 Vdc 50 Hz
- Señal de salida:	2 Analógicas 0 - 20 mA Caudal y/o Temperatura. Y/o bus de campo seleccionado para Sistema de Control

2.51.3.10 Medidores de oxígeno disuelto

- Convertidor de señal:

- Salidas de corriente:	1 salida de 4-20 mA
- Pantalla LCD alfanumérica:	Incluida
- Protección:	IP 67
- Montaje:	Pared
- Alimentación:	85 - 264 Vca +10 % -15 %, 50/60 Hz, 5 VA

- Temperaturas de operación: - 40 º C a + 60 º C
- Cumplimiento de Normas: CE. Emisiones: EN 50081. Inmunidad: EN 50082.
- Protocolo: 4-20 mA HART, Profibus

- Transmisor:
  - Sistema: Flotador esférico
  - Material: PBT/PC
  - Peso / tamaño: 2,7 Kg. / diámetro: 240 mm.
  - Rango de medida de oxígeno: 0 a 1 - 50 mg/l o ppm.
  - Rango medida de temperatura: 0 a 70 º C.
  - Precisión medida de oxígeno: + 0,5 % del fondo de escala
  - Precisión medida temperatura: + 0,1 º C
  - Salidas de corriente: 4-20 mA HART, Profibus
  - Protección: IP 68
  - Temperaturas de operación: Aire: - 40 º C a + 60 º C. Medio: 0 a + 60 ºC.
  - Alimentación: 12 - 30 Vcc
  - Calibración: Automática compensada para temperatura.
  - Cumplimiento de Normas: CE. Emisión: EN 50081. Inmunidad: EN 61000-6-2

- Sensor
  - Tipo: Célula Clark intercambiable. Vida útil: 2-3 años.

- Materiales:
  - Membrana: 50 micras FEP Teflón
  - Cátodo: Oro
  - Ánodo: Plata
  - Electrolito: KCL
  - Peso: 15 g.
  - Temperaturas de operación: 0 º C a + 40 º C.
  - Colocación: En la parte inferior del flotador esférico
  - Sistema de limpieza: Autolimpiable por el diseño especial de las aletas de la parte inferior del flotador.

2.51.3.11 Medidores de temperatura

- Sensor
  - Tipo: Pt 100
  - Longitud: A determinar
  - Conexión: Roscada 1/2" gas
  - Cabeza: Adecuada para alojar un convertidor adecuado

- Convertidor
  - Entrada: Pt 100
  - Rango: 0 - 50 º C.
  - Alimentación: 24 Vcc
  - Salida: 4-20 mA.

- Indicador local
  - Caja: Estanca de polietileno expandido
  - Escala: 0 – 100 % y/o ºC

- Señal de salida: 4-20 mA, HART, Profibus
- Alimentación: 230 V. 50 Hz.
- Protección: IP 68

2.51.3.12 Medidores de ph

- Transmisor de señal y medida local
  - Alojamiento de la unidad: Envolvente de material plástico reforzado con fibra de vidrio, del tipo ABS PC Fr.
  - Membrana frontal: Resistente a la radiación UV.
  - Protección: IP 67
  - Montaje: Mural, sobre tubo cilíndrico o sobre estructura metálica
  - Alimentación: 230 Vca 50 Hz
  - Compatibilidad electromagnética: Emisiones e inmunidad EN 61326.
  - Temperaturas de operación nominales: - 10 º C a + 55 º C
  - Medida de pH:
- Referencia de temperatura: + 25 º C
- Rango de medida: 0 – 14
- Resolución de medida• pH 0,01
  - Medida de temperatura:
- Sensor: Pt 100
- Rango de medida: - 50 º C a + 150 º C
- Resolución de medida• 0,1 º C
  - Conexiones eléctricas:

Señal de entrada procedente de los electrodos

Señal de entrada procedente de sonda Pt 100

Señal de salida de pH, 4-20 mA, HART, Profibus

Señal de salida de temperatura, 4-20 mA, HART, Profibus

Y/o bus de campo seleccionado para Sistema de Control

Salida relé libre de potencial para sistema de limpieza

- Sonda de inmersión:
  - ~ Montaje: Local, tipo inmersión.
  - ~ Material del cuerpo: PVC – U.
  - ~ Longitud total: 1.630 mm.
  - ~ Longitud de inmersión: Hasta 1.400 mm.
  - ~ Soporte para suspensión vertical de acero inoxidable 1.4401 (si fuera preciso)
- Electrodos:
  - ~ Protección del alojamiento: IP 68
  - ~ Sonda Pt 100: Integrada
  - ~ Rango de medida de pH: 0 – 14
  - ~ Rango de temperatura (Pt 100): 0 - 110 º C.
  - ~ Preamplificador integrado: Incorporado en el cuerpo.

- Sistema de limpieza de los electrodos

  ~ Tipo: Tubo acoplado al cuerpo de la sonda con conexión superior e inferior con rociador dirigida a los electrodos.

2.51.3.13 Medidores de potencial redox

- Sonda:
  - Montaje: Local tipo inmersión.
  - Material:

Cuerpo:	Ryton
Electrodo:	Platino
Diafragma:	Teflón poroso

- Longitud pértiga inmersión: Min. 2 m.
- Elementos adicionales: soportes y sujeciones necesarias.
- Rango de temperatura ambiente: 0º - 105º C
- Conexión del sensor: Roscado 1".
- Rango: -1.500 a 1.500 mV
- Sensor de temperatura: NTC
- Longitud cable sensor-transmisor: Min. 10m, justificar longitud.
- Electrodo de referencia: Incluido.

- Transmisor:
  - Número de canales: Min. 2. Ampliables y configurables en campo.
  - Montaje: Local tipo mural.
  - Precisión: ≥ 1 mV
  - Alimentación: 230 Vca 50 Hz
  - Salida: 4-20 mA, HART, Profibus
  - Relés libres de potencial configurables.
  - Protección: IP67
  - Limite temperatura de proceso: -20º C a +60º C.
  - Compensación de temperatura: Incluida.

2.51.4 Control de calidad

El Contratista controlará las características del equipo de medida de acuerdo con las especificaciones definidas en el presente Pliego, y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, prestando una especial atención a los siguientes aspectos:

- Tipo de celda de medida.
- Rango de medida.
- Desviación máxima.
- Rango de temperatura del agua.
- Tipo de señal.
- Tipo de acondicionamiento de señal y de comunicación (tensión e intensidad salida, número de salidas de relé y digitales, tensión de servicio, etc.).
- Tipo de electrodo (rango de temperatura, rango de presión, etc.).
- Grados de protección.

- Perpendicularidad del sensor ***o antena respecto la superficie a medir.
- Material del flotador.
- Presencia del contrapeso.

El contratista deberá justificar la validez de los equipos colocados mediante la entrega de:

- Certificados de fabricación conforme a estándares UNE y marcado CE de cada producto.
- Certificados de calibración y pruebas efectuadas en fábrica conforme a IEC 60770 o equivalente según proceda.
- Certificados de calibración y pruebas efectuadas en obra.
- Certificados de pruebas de estanqueidad o presión en obra.

2.52 VENTILACIÓN

2.52.1 Descripción

Conjunto de tecnologías utilizadas para renovar el aire eliminando la presencia de calor, polvo, humo, gases, condensaciones, olores, etc. en los lugares de trabajo, que pueden resultar nocivos para la salud de los trabajadores y perjudiciales para la vida útil de los equipos y maquinaria.

En ocasiones, las partículas disueltas en el aire no se pueden evacuar directamente al exterior por motivos medioambientales y/o sociales y debe ser vehiculado mediante tuberías hasta el lugar donde tratarlos (equipos de desodorización, filtros de eliminación de partículas,…etc.).

2.52.2 Tipos/clasificación

- Estática o natural: El intercambio del aire entre el exterior y el interior del recinto se realiza mediante diferencia de gradientes de Presión y/o Temperatura.
- Dinámica o forzada: El movimiento del aire se fuerza mediante equipos mecánicos (ventiladores axiales y centrífugos)

2.52.3 Componentes del sistema

- Elemento de toma de aire exterior

En el caso de la ventilación natural, el sistema está compuesto generalmente por un elemento en forma de armario, seta de ventilación, etc. que unido a una tubería de ventilación introduce el aire fresco en el recinto a través de rejillas dispuestas a lo largo del tubo.

- Columna de extracción

En el caso de la ventilación natural, mediante otro sistema de tuberías semejantes dispuestas al otro lado de la instalación a ventilar se extrae el aire viciado y se expulsa al exterior a través de un elemento generalmente en forma de chimenea.

- Ventiladores

En el caso de la ventilación forzada todo el movimiento del aire se genera mediante ventiladores axiales y/o centrífugos según el caso.

Los ventiladores axiales se disponen en el interior del tubo embridados a éste para posibilitar su desmontaje en labores de mantenimiento siendo el sentido del movimiento del flujo coincidente a la dirección del eje del mismo.

Los ventiladores centrífugos se ubican en superficie y están formados por un impulsor o rodete que gira dentro de una carcasa en forma de voluta.

El rodete tiene dispuestos a lo largo de su periferia unas placas llamadas álabes, similar a una rueda hidráulica.

La carcasa tiene una entrada de aire en el eje de la rueda y una salida perpendicular a éste.

Cuando el rodete gira, el aire entra en sentido axial, gira en ángulo recto a través de las aletas y es despedido en sentido radial despedido por las hélices mediante centrifugación.

El accionamiento será siempre accionamiento directo salvo especificación concreta de la dirección de obra.

- Tuberías de ventilación

Además de los ventiladores forman el sistema las tuberías de aspiración y de impulsión con el sistema de rejillas de recogida del aire viciado y de reparto del aire fresco de y hacia el recinto a ventilar.

2.52.4 Características de los materiales

- Elementos de toma y extracción de aire de la ventilación natural

Tanto el elemento de toma de aire como la columna de extracción estará definido en el pliego de prescripciones particulares en cuanto a formas y materiales atendiendo a requerimientos urbanísticos y técnicos en cada caso.

Si no especifica lo contrario se realizarán de acero inoxidable INOX316L.

- Ventiladores centrífugos

El rodete estará construido de polipropileno (PP).

Los álabes estarán curvados hacia atrás para ofrecer el alto rendimiento requerido al equipo.

El material de la carcasa será polipropileno homopolímero masivo (PPH).

El accionamiento del ventilador se realizará mediante accionamiento directo.

- Ventiladores axiales

Los ventiladores axiales se construirán en polipropileno homopolímero masivo (PPH) y se comunicarán con el exterior mediante cajón con lamas antiretorno y silenciador tubular acústico construido en PP de atenuación sonora de 12dB(A) injertado en el tubo.

- Tuberías de ventilación

Los colectores de ventilación aéreos se construirán a partir de tubería extrusionada (sin soldadura longitudinal) de polipropileno PP serie ventilación según DIN-8077/8078 color gris RAL-7032, lo que le confiere una gran resistencia mecánica y evita problemas ocasionados por soldaduras mal ejecutadas y roturas por memoria de forma.

Los colectores de ventilación enterrados serán de PED (polietileno de alta densidad) con nervado exterior helicoidal continuo que le conferirá total resistencia al aplastamiento.

Los colectores de ventilación colocados en zonas ATEX se construirán de PP-EL para evitar la generación de chispas.

Se permitirá la fabricación mediante soldadura longitudinal únicamente a partir de diámetros superiores a D1800.

- Elementos de regulación del caudal y accesorios

Los accesorios serán inyectados según DIN-16962 y DIN-16963.

Las válvulas de ajuste de caudal serán de tipo mariposa construidas en PP y con siete posiciones de cierre.

2.52.5 Control de calidad

Una vez realizada la instalación de todos los elementos que componen el sistema de ventilación, se realizarán pruebas de medición de caudal, presión ruido vibración, rpm de cada ventilador para comprobar que se ajustan a sus curvas características.

Además se comprobarán los caudales, presión de funcionamiento y velocidad del aire en diferentes puntos de la instalación para confirmar su correcto funcionamiento.

2.53 ACTUADORES

2.53.1 Definición

Un actuador es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o "actuar" otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo del origen de la fuerza el actuador se denomina "neumático", "hidráulico" o "eléctrico".

2.53.2 Clasificación

2.53.2.1 Eléctricos

Energía eléctrica generada con un motor reductor. Pueden ser de:

- Motores de corriente continua (DC) controlados por inducción o por excitación.
- Motores de Corriente alterna (AC) síncronos o asíncronos
- Motores paso a paso de imanes permanentes o reluctancia variable.

2.53.2.2 Neumáticos

Presión de aire generada a través de un eje con conversión mecánica con un piñón. Pueden ser de generación de movimiento lineal (los habituales) o con motor rotatorio. Dentro de los cilindros de movimiento lineal se clasifican en:

- Cilindro de simple efecto donde sólo pueden efectuar trabajo en una dirección.
- Cilindro de doble efecto donde efectúan trabajo en ambas direcciones.

2.53.2.3 Hidráulicos

Presión hidráulica generada a través de un eje con conversión mecánica con un piñón. Existen tres grandes grupos:

- Cilindro hidráulico.
- Motor hidráulico.
- Motor hidráulico de oscilación.

2.53.3 Características de los materiales

Los actuadores serán equipos fabricados de acuerdo a las Directivas 2014/68/UE y 2014/34/UE (Grupo II categoría 2 GD c IP 67) y estarán diseñados según ISO5211.

2.53.3.1 Eléctricos

Norma de aplicación	UNE-EN 15714-2:2010. Partes 1, 2.
Clase aislamiento motor	F
Tipo de protección	IP 67 o 68 s/DIN 40 050/IEC 529
Protección anticorrosión	KN, estándar
Pintura	Dos componentes: hierro-mica
Volante para servicio manual independiente	Sí

Interfaz paralelo	Sí

Entradas analógicas/digitales

(conexión de sensores) Sí

- EA de control
- SA de posición
- SD totalmente abierto
- SD totalmente cerrado

Con el protocolo seleccionado para el sistema de control de la instalación Sí

Funciones/Programación

Control	ABRIR-PARAR-CERRAR
Control valor nominal	Sí
Modo por pasos	Sí
Posiciones intermedias	Sí
Entrada emergencia	Sí
Protección motor (by-pass)	Sí
Limitador de par (by-pass)	Sí
Comportamiento a fallo de señal/comunicación	Sí
Programación	Con el mando local./ Con dispositivo de programación./ Con la estación de control.
Señales/Diagnosis	Señal colectiva de fallo (programable).

Señalización de posiciones finales.

Indicación de marcha.

Relés de señalización programable	Par de desconexión alcanzado.

Posición selector.

Estado listo REMOTO.

Indicación de posición.

Funciones de vigilancia.

Registro de datos de operación.

2.53.3.2 Neumáticos

Norma de aplicación UNE-EN 15714-3:2010. Partes 1, 3.

Clase aislamiento motor	F
Tipo de protección	IP 67 o 68 s/DIN 40 050/IEC 529
Protección anticorrosión	KN, estándar
Pintura	Dos componentes: hierro-mica
Ajustes de parámetros del actuador	No intrusivo

Señalizador de posición y par

Reductor mecánico

Volante para servicio manual independiente	Sí
Interfaz paralelo	Sí
Entradas analógicas/digitales	
(conexión de sensores)	Sí

- EA de control Sí
- SA de posición
- SD totalmente abierto
- SD totalmente cerrado

Con el protocolo seleccionado para el sistema de control de la instalación

Sí

Funciones/Programación

Control	ABRIR-PARAR-CERRAR
Control valor nominal	Sí
Modo por pasos	Sí
Posiciones intermedias	Sí
Entrada emergencia	Sí
Protección motor (by-pass)	Sí
Limitador de par (by-pass)	Sí
Comportamiento a fallo de señal/comunicación	Sí
Programación	Con el mando local.

Con dispositivo de programación.

Con la estación de control.

Señales/Diagnosis	Señal colectiva de fallo (programable).

Señalización de posiciones finales.

Indicación de marcha.

Relés de señalización programable	Par de desconexión alcanzado.

Posición selector.

Estado listo REMOTO.

Indicación de posición.

Funciones de vigilancia.

Registro de datos de operación.

2.53.3.3 Hidráulicos

Norma de aplicación	UNE-EN 15714-4:2010. Partes 1, 4.

Clase aislamiento motor	F
Tipo de protección	IP 67 o 68 s/DIN 40 050/IEC 529
Protección anticorrosión	KN, estándar
Pintura	Dos componentes: hierro-mica
Ajustes de parámetros del actuador	No intrusivo
Señalizador de posición y par	
Reductor mecánico	
Volante para servicio manual independiente	Sí
Interfaz paralelo	Sí
Entradas analógicas/digitales	
(conexión de sensores)	Sí

- EA de control Sí
- SA de posición
- SD totalmente abierto
- SD totalmente cerrado

Con el protocolo seleccionado para el sistema de control de la instalación

Sí

Funciones/Programación

Control	ABRIR-PARAR-CERRAR
Control valor nominal	Sí
Modo por pasos	Sí
Posiciones intermedias	Sí
Entrada emergencia	Sí
Protección motor (by-pass)	Sí
Limitador de par (by-pass)	Sí
Comportamiento a fallo de señal/comunicación	Sí
Programación	Con el mando local.
Con dispositivo de programación.	
Con la estación de control.	
Señales/Diagnosis	Señal colectiva de fallo (programable).
Señalización de posiciones finales.	
Indicación de marcha.	
Relés de señalización programable	Par de desconexión alcanzado.
Posición selector.	
Estado listo REMOTO.	
Indicación de posición.	

Funciones de vigilancia.

Registro de datos de operación.

2.53.4 Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de los materiales a emplear, de acuerdo con la norma UNE-EN 15714:2010. Partes 1, 2, 3 y 4 junto con lo especificado en el presente Pliego y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

2.54 MOTORES ELÉCTRICOS

2.54.1 Definición

Esta especificación cubre el diseño y construcción de los motores eléctricos de Baja Tensión, que se precisan para accionar el equipo mecánico usado en este Proyecto, y forma parte integral de todas las requisiciones a las que se adjunta.

Estarán de acuerdo con las siguientes normas:

- Reglamento Electrotécnico Español.
- Normas UNE.
- Directiva 2005/32/CE, de eficiencia energética en motores eléctricos sobre la que se asienta la Norma IEC 60034-30 y define las siguientes clases de eficiencia eléctrica IE (International Efficiency) 1 a 4.

Los motores con potencias nominales comprendidas entre 0,75 KW y 375 KW, deben cumplir el nivel de eficiencia eléctrica IE3 o el nivel de eficiencia IE2 si trabaja accionado por un convertidor de frecuencia. El ámbito de aplicación de la norma es:

- Motores eléctricos de inducción trifásicos, de una velocidad única de 50y 60 Hz.
- Que tengan de 2 a 6 polos.
- Que se alimente de una tensión nominal de hasta 1000 V.
- Con un tipo de carga S1 (servicio continuo) o S3 (servicio periódico intermitente) con un factor de duración cíclico del 80% o superior.
- Recomendaciones de la CEI, que no hayan sido cubiertas por las anteriores.

2.54.2 Clasificación

Los motores, teniendo en cuenta los equipos que van a accionar, se clasifican en tres grupos principales:

- Motores de eje horizontal.
- Motores de eje vertical.
- Motores para bombas sumergidas.

2.54.3 Características de los materiales

2.54.3.1 Motores de eje horizontal

Estos motores deben reunir las siguientes características.

- La potencia suministrada será la adecuada para cubrir las necesidades del equipo. Sin embargo, para evitar el riesgo de que se sobrecargue, la potencia de éste debe ser elegida con un cierto margen:
  - Un 50% para una potencia absorbida entre 2 y 5 CV.
  - Un 30% para una potencia absorbida entre 5 y 15 CV.
  - Un 25% para una potencia absorbida entre 15 y 30 CV.
  - Un 20% para una potencia absorbida de más de 30 CV.
- La velocidad de giro será la adecuada para cubrir las necesidades del equipo y en el caso de bombas deberá ser inferior a 1.500 r.p.m.
- Serán motores trifásicos.
- Serán preferentemente de 4 polos.
- Para motores que funciones más de 1500 h/año la eficiencia deberá ser IE3 o superior.

- Aquellos que puedan estar parados durante más de 48 horas de forma continua deberán contar con resistencia de caldeo.
- La frecuencia será de 50 Hz.
- La intensidad en el arranque será igual o inferior a 1,4 veces la intensidad nominal.
- El cos Dm. será igual o superior a 0,9.
- La protección del motor variará según el punto donde se sitúe.
- La tensión de alimentación será de 380/220 Vóltios.
- La norma IEC 60034-1 diferencia entre la Categoría A (combinación de una desviación en la tensión de ±5% y en frecuencia ±2%) y Categoría B (combinación de una desviación en la tensión de ±10% y en frecuencia +3% / -5%) para fluctuaciones de tensión y frecuencia. Se prescribirá la categoría A en zonas rurales con redes débiles.
- Serán de alto rendimiento, con un factor superior a 0,9.
- El deslizamiento a plena carga deberá ser inferior al 5%.
- El motor tendrá un par suficiente para que pueda arrancar el equipo con una tensión del 85% de la nominal. Igualmente será capaz de arrancar un mínimo de 12 veces por hora, sin que se experimente calentamiento en alguna de sus zonas.
- Arranque: directo hasta 10 kW, mediante arrancador electrónico entre 10 y 18,5 kW y mediante arrancador estático para potencias mayores de 18,5 kW, según especificaciones de las correspondientes fichas técnicas. Para elevadoras de agua para consumo humano y agua regenerada, el arranque será directo hasta 40 kW y mediante arrancador estático hasta 300 kW.
- Se colocarán sondas PTC para todos aquellos motores que se conecten a un variador de frecuencia, para potencias superiores a 18,5 kW.
- Para motores eléctricos alimentados a través de variador de frecuencia, el variador deberá tener un dv/dt menor que 800 v/µs o en su defecto, el motor deberá disponer de rodamiento aislado en el lado opuesto del accionamiento, una conexión a tierra del rodamiento del lado del accionamiento (o también aislados) y el bobinado deberá estar preparado para soportar dv/dt de 5000 v/µs.
- Se diseñarán para que, una vez transcurrido el período de arranque, puedan funcionar satisfactoriamente con valores de variación comprendidos entre los límites siguientes, + 10% de la tensión nominal y + 5% de la frecuencia nominal. En ningún caso, la suma de los valores absolutos de las variaciones simultáneas de tensión y frecuencia deberá exceder del 10%.
- Los motores que se sitúen en Pozo de bombeo de Agua Residual bruta serán antideflagrantes, a no ser que se prevean instalaciones para renovación del aire.
- Los motores se instalarán a la intemperie y deberán poder trabajar satisfactoriamente en el servicio especificado:

Temperatura ambiente: Máx 40º C Mín 0,5º C

Humedad relativa: Máx 95%

Altitud: 10 m.

- Serán estancas, con protección mínima IP-55.
- El grado de protección proporcionado por las envolventes de los motores contra contactos por personas con las partes en tensión, o con las piezas en movimiento interiores a la envolvente y contra la penetración perjudicial de cuerpos sólidos y líquidos, se fijará de acuerdo con la Norma UNE-EN 60034-5:2003. La carcasa del motor deberá estar provista de un terminal de puesta a tierra, para conexión del cable de tierra.
- El bobinado del estator se conectará preferiblemente en triángulo.

Carcasa

- Los motores que tengan la carcasa de tamaño UNE/CEI 250 o menor, tendrán como mínimo el aislamiento clase B, según las normas EN 60085:2008 y UNE-EN 60034-1:2011.

- Los motores que tengan la carcasa mayor que la UNE/CEI 250, tendrán como mínimo el aislamiento clase F según la misma norma; sin embargo, el máximo calentamiento admitido será de 80º C sobre la temperatura ambiente.
- Los bobinados de los motores se aislarán completamente como para trabajar en un sistema sin puesta a tierra.
- Los terminales de los cables se aislarán con neopreno u otro material similar resistente al calor, o con barniz aislante. El aislamiento de barniz llevará una cubierta exterior de algodón, cristal o porcelana.
- El aislamiento se diseñará para una duración mínima de 20 años (160.000 horas) de trabajo.
- Los aislantes higroscópicos y/o de goma natural no son aceptables.
- Los bobinados serán de cobre.
- La carcasa tendrá las dimensiones normalizadas por la norma UNE-EN 50347:2003.
- La carcasa cubrirá totalmente el motor. Los diseños en los que los paquetes de chapas magnéticas formen parte de la carcasa no son aceptables.
- Los motores podrán tener la carcasa de fundición de hierro o de acero (no aluminio). Esta será suficientemente resistente como para soportar todas las tensiones que pueda sufrir durante el arranque, trabajo y paradas repentinas. Los alojamientos de los cojinetes deberán mantener correcta su alineación bajo todas estas condiciones.
- Se instalarán drenajes en los puntos donde pueda acumularse agua, o si no fuesen necesarios, el fabricante lo certificará en su oferta.
- Todos los tornillos, tuercas y demás accesorios del interior de la carcasa, serán de material resistente a la corrosión o bien cadmiados o niquelados, para hacerles resistentes a la misma.
- Las tapas y culotes de los ventiladores serán de hierro fundido, acero fundido y planchas de acero. Otros materiales solo serán aceptables si reciben la aprobación previa de la Dirección de la Obra. Las aberturas de entrada de aire irán protegidas por una parrilla fundida, formando parte de la tapa o por una rejilla metálica hecha de un material resistente a la corrosión, en ambos caos los orificios resultantes serán menores de 12 mm. Dm. (IP-20).
- El sistema de ventilación será de construcción rígida y fijado de forma que impida una distorsión o desplazamiento, los cuales podrían causar choques o fricciones entre las partes fijas y las partes móviles.
- Las aletas de refrigeración de la carcasa y las de las galerías de aire, tendrán un espesor mínimo de 3 mm.
- Los motores o partes del motor que pesen más de 25 kg. tendrán uno o más cáncamos, orejetas o ganchos para facilitar su transporte y mantenimiento.
- El acabado de pintura para motores con carcasa de fundición que estén en intemperie o en instalaciones de saneamiento se hará según el ambiente C4 de la clasificación de los ambientes según ISO 12944-2 o en su defecto una protección que ensayada por el fabricante tenga una resistencia a la niebla salina según norma ISO 9227 de 500 horas.

Cajas de bornas

- Serán estancas, con protección IP-55. Tendrán juntas de Neopreno.
- Las entradas de cables se roscarán para ponerles prensaestopas y admitirán la conexión del cable. El mínimo tamaño de rosca aceptable es de 3/4" NPT.F según la norma ANSI B.2.1.
- Las cajas de bornas podrán ser de fundición de hierro, acero fundido o plancha de acero, de un espesor mínimo de 3 mm., otros materiales solo serán aceptables si reciben la aprobación previa de la Dirección de Obra. La tornillería será de acero inoxidable (AISI 340 SS).
- En los motores horizontales la caja principal de bornas se colocará en el lado izquierdo mirando desde el acoplamiento. Cuando el motor vaya dotado de calefactores, la caja de bornas de éstos se colocará en el lado opuesto.

- Todas las cajas de bornas serán orientables en cualquiera de las cuatro posiciones paralelas o transversales, al eje del motor.
- Las terminales se marcarán clara y permanentemente según la norma ICS 01.07 y 29.020 o según las del país de origen (preferiblemente VDE 0530). Las conexiones de los cables serán de tipo sin soldadura en los terminales.
- Las cajas de bornas se dimensionarán suficientemente grandes para permitir la fácil conexión de los cables de alimentación. Se dispondrá un borne de PAT de rosca M-6 en el interior de la caja de bornas, y otro igual sobre la carcasa. Ambos se identificarán claramente.
- El paso de cables a través de la carcasa, hasta la caja de bornas, se cerrará de manera que se evite la entrada de humedad y/o cuerpos extraños. Se sellará con material termostable y no higroscópico.
- Cuando el paso de cables deba atravesar las galerías de refrigeración, o salga al exterior de la carcasa, se protegerá con conductos de acero rígido.

Rotor

- El rotor estará libre de empujes axiales propios, y se equilibrará dinámicamente.
- El eje será de acero y admitirá el acoplamiento directo bajo la mínima carga indicada, sus manguetas tendrán chaveteros mecanizados según la norma UNE-EN 50347:2003, completados con las chavetas ya preparadas para colocarles los semiacoplamientos o poleas. Cuando se precise otro tipo de manguetas se indicará en las hojas de datos.
- Salvo indicación en contra de las hojas de datos o requerimientos de nivel sonoro, los ventiladores para motores de carcasa UNE/CEI 280, NEMA 445 o menores, serán aptos para girar en ambas direcciones. Para carcasas mayores que éstas, se prefieren ventiladores reversibles, pero son también admisibles los irreversibles. Cuando el ventilador sea irreversible, se indicará en la oferta.
- El material de los ventiladores será resistente a la corrosión y dúctil, tal como bronce, aluminio, latón, plástico, hierro o acero. Los ventiladores de aluminio serán de una aleación que no contenga más de 0,2% de cobre. Si son de aleación ligera, ésta no contendrá más de 6% de Mg.

Cojinetes

- Los cojinetes podrán ser de deslizamiento o de rodamiento a bolas o rodillos, según se indique en las hojas de datos.
- Los cojinetes de deslizamiento se lubrificarán solo con aceite. Los cojinetes de rodamiento se podrán lubrificar con aceite o grasa.
- Cuando la lubrificación sea por grasa, ésta deberá poder cambiarse con el motor en marcha.
- Los motores dispondrán de orificios taponados por engrasadores para el relleno y de dispositivos para rebose de la grasa usada, que no exijan la parada del motor para realizar el cambio de grasa.
- También son aceptables los cojinetes engrasados y sellados "a vida", pero solo previo acuerdo entre la Dirección de la Obra y el fabricante del motor.
- Los cojinetes de deslizamiento siempre se dotarán con anillos de lubrificación por aceite.
- Cuando la lubrificación sea por anillo de aceite se usarán aceitadores de nivel constante del tipo de botella invertida. Estos depósitos serán de cristal inastillable e irán protegidos por una jaula de alambre.
- La lubrificación por mecha o anillos de fieltro, no es aceptable.
- Se instalarán cierres adecuados para evitar el derrame de lubrificante de los cojinetes. Se evitará en particular la entrada de aceite o grasa, dentro del motor.
- Los cojinetes de rodamiento se diseñarán para una duración B-10 mínima de 60.000 horas de funcionamiento continuo.
- Los motores que deban accionar transmisiones por correas o cadenas, tendrán cojinetes de empuje radial de suficiente capacidad para estos servicios.

- Los cojinetes de deslizamiento de los motores horizontales, deben tener una capacidad de empuje adecuada para soportar cualquier empuje axial inherente al rotor, para evitar la necesidad de usar acoplamientos limitadores de juego axial. Cuando se usen estos cojinetes y el motor no tenga cojinetes de empuje, el juego axial mínimo del rotor será de 10 mm., indicándolo en su oferta y planos.
- Los motores con juego axial tendrán la mangueta del eje marcada de forma permanente, indicando el centro magnético y los extremos de la carrera.

Calefactores

- Todos los motores, irán dotados de calefactores que se conectarán automáticamente, pero solamente cuando el motor esté parado. Estos calefactores tendrán sus terminales en una caja de bornas independiente.
- La temperatura superficial de los calefactores no deberá exceder en ningún caso de los valores establecidos por las normas UNE-EN 60079-7:2016.
- El adjudicatario indicará la potencia consumida para las resistencias de calefacción.

Placas de características

- Serán de acero inoxidable AISI 304 SS, y se sujetarán con pasadores o tornillos del mismo material.
- Estarán escritas en español, y situadas en un lugar fácilmente visible.
- Estarán de acuerdo con la Norma UNE-EN 60034-1:2011.
- Como mínimo, las placas de características incluirán la información indicada más abajo, además de la exigida por dichas normas, o bien se colocará una placa adicional que la incluya.
  - Tamaño UNE/CEI de carcasa.
  - Forma de montaje
  - Posibilidad de inversión de giro.
  - Par de arranque.
  - Par máximo.
  - Intensidad de arranque.
  - Peso
  - Lubrificante recomendado.
  - Tensión y potencia elemento calefactor.
  - Valor máximo permisible del juego axial del rotor.
  - Indicación del sentido de giro
- El sentido de giro, para el que está preparado el motor, se indicará con una flecha estampada o atornillada, sobre la carcasa en el lado contrario al de accionamiento.
- En motores aptos para girar en ambas direcciones, la flecha tendrá dos puntas.
- Una flecha pintada no es suficiente.
- Carriles tensores.

2.54.3.2 Motores de eje vertical

Las exigencias adicionales a las anteriores para motores verticales serán las que a continuación se indican.

- Serán de eje macizo y estarán preparadas para colocarles acoplamientos flexibles y rígidos. Cuando se precisen otros tipos se indicarán en las hojas de datos.
- Cuando se empleen motores de eje hueco, lo que solo será previa aprobación de la Dirección de Obra, se colocarán dispositivos de antiretorno y desembrague automático en previsión de la

eventualidad de un alargamiento del eje del equipo accionado, que pueda producirse por un giro invertido.

- Los cojinetes tendrán suficiente capacidad de empuje como para resistir el empuje vertical, hacia arriba y/o hacia abajo, ejercido por el equipo accionado que se indique en las hojas de datos.
- Los rodamientos de bolas serán del tipo blindado 2RS. Cuando el ventilador vaya colocado en la parte superior se protegerá la toma de aire con un sombrerete que evite totalmente la entrada de agua en la cámara del ventilador y en los cojinetes.

2.54.3.3 Motores para bombas sumergidas

Las exigencias para este tipo de motor especial, son las que a continuación se indican:

- Los motores deben ser de eje vertical, deberán trabajar totalmente sumergidos.
- La potencia suministrada será la adecuada para cubrir las necesidades de las bombas, y se tendrán en cuenta las indicaciones dadas para los motores horizontales.
- La velocidad de giro será la adecuada para cubrir las necesidades de la bomba y deberá ser inferior a 1.500 r.p.m.
- La frecuencia será de 50 Hz.
- La intensidad en el arranque será igual o inferior a 1,4 veces la intensidad nominal.
- El cos Dm. será superior e igual a 0,9.
- El aislamiento será clase F.
- La tensión de alimentación será de 380/220 Voltios, salvo en los motores de potencia superior a 100 CV., en los que se podrán emplear tensiones más altas.
- Los motores se diseñarán para trabajar de forma continua, sin que la temperatura exceda de la permitida para el tipo de aislamiento que tienen los motores. La temperatura del motor se medirá teniendo en cuenta que la temperatura ambiente es de 40º C.

Arranque

- El motor tendrá un par suficiente, para que pueda arrancar la bomba con una tensión de + 10% de la nominal. Igualmente será capaz de arrancar un mínimo de 12 veces por hora, sin que se experimente calentamiento en alguna de sus zonas.
- Arranque: directo hasta 10 kW, mediante arrancador electrónico entre 10 y 18,5 kW y mediante arrancador estático para potencias mayores de 18,5 kW, según especificaciones de las correspondientes fichas técnicas. Para elevadoras de agua para consumo humano y agua regenerada, el arranque será directo hasta 40 kW y mediante arrancador estático hasta 300 kW.

Refrigeración

- La refrigeración del motor estará directamente ligada a su potencia. En unidades pequeñas hasta 15 CV., se podrá emplear la refrigeración por aletas, siendo el elemento refrigerante el líquido a bombear o el aire, cuando el nivel de agua es mínimo en el Pozo.
- Para potencias superiores, el motor deberá refrigerarse por medio de un líquido, que puede ser el propio bombeado, o bien uno especial trabajando en circuito cerrado. En el caso de que sea el propio líquido bombeado se tomarán las precauciones necesarias, para que la suciedad que puede arrastrar no produzca obstrucciones en dicho circuito. Para favorecer esta refrigeración se situarán en el eje de giro, turbinas que favorezcan la circulación de este líquido refrigerante.

Alarmas

- Se colocarán sondas térmicas en cada una de las fases del motor, que lo protegerán contra sobrecalentamientos. Estas señales se transmitirán hasta el Panel de Mandos del Motor, parándolo y avisando de la eventualidad.

- Igualmente, deberá situarse un detector en la Cámara de aceite, que avise de la entrada de agua en su interior, originada por rotura de la junta. La señal se transmitirá al Panel de Mando del Motor, parándolo y avisando de la eventualidad.
- En el caso de que se emplee un líquido refrigerante, deberá colocarse un detector de temperatura en dicho líquido, que avise y desconecte el motor en caso de que se eleve por encima de un valor prefijado.
- En motores a partir de 100 CV, se deberá situar un detector de humedad en el recinto del estator, que desconectará la bomba en cuanto penetre algún líquido en este recinto.
- Igualmente, y en estos motores a partir de 100 CV., se colocará un equipo para medida de la temperatura del cojinete inferior, con señal de alarma en cuanto se alcance una temperatura determinada.
- Todas estas señales y alarmas se transmitirán por cable hasta el Panel de Alarmas, este sistema operará a 120 Voltios, con corriente alterna y 50 Hz.

Cables

- La bomba se suministrará con una caja de conexiones para los cables eléctricos, capaz de soportar las condiciones de inmersión en que tiene que trabajar. Igualmente se suministrará el cable necesario de enlace entre la bomba y la caja de conexiones situada en el exterior del Pozo. Estos cables de fuerza, así como los de control o alarmas, irán soportados de la cadena de elevación de la bomba.

Rodamientos

- Los rodamientos serán del tipo antifricción y lubrificados con grasa. Tendrá un factor de vida superior a 3, y con una vida superior a 60.000 horas. Estarán calculados para soportar los empujes axiales y radiales que exija el funcionamiento normal de la bomba.

2.54.4 Control de calidad

Los motores se comprobarán en fábrica de forma individual, y una vez unidos al equipo que deben accionar. De esta forma se comprobará su funcionamiento, y se determinará si es correcto conforme a las especificaciones que se exijan de ellos en la norma UNE-EN 60034-14:2004 y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

El Adjudicatario estará provisto de los equipos necesarios para los ensayos y será responsable de la calibración de los equipos de ensayo, chequeo de cables y cualquier otro trabajo preliminar para las pruebas de aceptación eléctrica.

Para realizar las pruebas normales serán necesarios los siguientes aparatos y procedimientos:

- Equipos normales de pruebas (voltímetros, amperímetro, ohmímetro, fasímetro, hidrómetro y cronómetro).
- Megger de 500 V para la medida de resistencias de aislamiento en sistemas de 600 V y menores.
- Megger de 5.000 V para la medida de resistencia de aislamiento en sistemas de 600 V y mayores.
- Termómetro de mercurio o electrónico para la medición de temperatura.
- Telurómetro para la medida de la resistencia de puesta a tierra.
- Dispositivo de ensayo de relés formado por maleta con goma adecuada de intensidades, dos transformadores de intensidad, etc.
- Equipo para prueba en corriente continua de cables.

Antes de meter tensión a una máquina se deberá comprobar que pueda rodar libremente, que tiene los rodamientos debidamente engrasados, que los ejes están alineados, que las correas de transmisión están en condiciones, etc.

Si la máquina tiene sistemas de protección especiales como termopares, resistencias de calefacción, alarmas, panel de control, etc., se comprobará su correcto funcionamiento, tanto mecánica como eléctricamente, simulando todas las operaciones.

Arrancar el motor desacoplado y comprobar el sentido de giro con el requerido de la máquina accionada. Todos los motores se pondrán en marcha desacoplados por un período mínimo de cuatro (4) horas.

Durante el rodaje de la máquina se comprobará que las vibraciones, nivel de ruidos, calentamientos, humos, etc., están por debajo de los valores exigidos, y se contrastarán con los obtenidos en el ensayo realizado en fábrica.

Arrancar el motor acoplado con la unidad accionada en vacío. Comprobando el número de segundos requerido para alcanzar velocidad plena.

- Ensayo en vacío a tensión variable hasta el 120% de la nominal. Elaboración de características en vacío de potencia e intensidad en función de la tensión.
- Comprobación del juego axial permitido. Comprobación del centrado magnético con el motor en vacío.
- Medida de vibraciones con el motor en vacío. Esta medida se realizará sobre bancada rígida y con media chaveta rellenando el chaveteo.
- Inspección de los cojinetes, midiendo su temperatura con el motor en vacío.
- Determinación del deslizamiento en vacío.
- Ensayo de cortocircuito para una intensidad en el estator de 50%, 75% y 100% de la nominal.
- Determinación de la corriente de rotor bloqueado.
- Ensayo dieléctrico según UNE-EN 60034-14:2004.
- Medida de la resistencia de aislamiento.
- Secuencia de fases. Sentido de giro.
- Medida de la resistencia eléctrica de los bobinados a la temperatura ambiente.
- Comprobación dimensional incluyendo la posición de la caja de bornas.
- Medida de la resistencia de aislamiento y de continuidad en los elementos calefactores.
- Comprobación de los datos obtenidos con los que aparecen en la placa de características y en las hojas de datos.

Se realizarán además de las pruebas rutinarias anteriores, las siguientes, ya acoplado el motor a la unidad que debe accionarse:

- Ensayo de calentamiento, según UNE-EN 60034-14:2004.
- Medida de vibraciones según UNE-EN 60034-14:2004. Esta medida se realizará sobre bancada rígida y con media chaveta rellenando el chaveteo. Grado A para motores con P<75 kW, Grado B para motores con P≥75 kW (tamaño CEI 315L o mayores).
- Inspección de cojinetes midiendo su temperatura.
- Determinación del calentamiento según UNE-EN 60034-14:2004.
- Determinación al 50%, 75%, 100% y 115% de la carga nominal, del rendimiento.
- Ídem del factor potencia.
- Ídem deslizamiento.
- Ensayo de sobrevelocidad al 120% de la velocidad normal durante dos minutos.
- Determinación del par de arranque y par máximo.
- Determinación del cos Dm. a diferentes cargas de la máquina.
- Ídem de la eficiencia.
- Ídem de la intensidad consumida.
- Ídem de la potencia absorbida.

- Comprobación de los valores obtenidos, con los que aparecen en la placa de características y en las hojas de datos.

Todas las pruebas deberán realizarse con la presencia de la Dirección de Obra, o persona autorizada. A tal efecto, el Contratista deberá comunicar la fecha de realización de dichos ensayos, con al menos una semana de antelación.

Las unidades no serán de recibo, cuando uno de los valores alcanzados en las pruebas, sea inferior al ofertado por el suministrador.

2.55 FILTROS

2.55.1 Definición

Los filtros son elementos que comúnmente se instalan en las conducciones, aguas arriba de los mecanismos, para evitar lleguen a estos, elementos extraños (piedras, plásticos, herramientas, etc.) que los deterioren o impidan su buen funcionamiento. Son de aplicación habitual en redes de distribución de abastecimiento de agua a poblaciones y pueden ser en "Y" o en cesta.

El cuerpo del filtro tendrá su correspondiente tapa que permita la retirada de la malla para su inspección, limpieza y/o sustitución, así como purgador de fondo y manómetros delante y detrás del filtro.

2.55.2 Características de los materiales

Cuerpo y tapa: Fundición gris (GG-25) o dúctil, acero al carbono ST-37.2, soldada.

Filtro: Acero inoxidable AISI-304 espesor mínimo 1,00 mm. Luces de 1,5/3 o 5 mm.

Tornillos, tuercas, arandelas: Acero inoxidable AISI-316L (A-4).

Junta: EPDM/NBR

Tapón: Fundición gris. Válvula de bola de 1".

Orificio en tapa para instalar llave de purga o purgador automático.

Orificio de toma de presión a la entrada y a la salida según diámetro.

Taladros bridas: PN-10 según DIN 2531 PN-16 según DIN 2533

Pintura Chorreado de arena al grado SA 2 1/2, metalizado y acabado con dos manos en el interior mínimo 200 micras y exterior de epoxi atáxica de un espesor mínimo 200 micras.

2.55.3 Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de los materiales a emplear, de acuerdo con lo especificado en el presente Pliego, y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La Dirección de Obra requerirá la entrega de la siguiente documentación:

- Certificado de pruebas hidráulicas del cuerpo.
- Certificado de pruebas de estanqueidad y asiento.
- Certificado de control dimensional.
- Certificado de pruebas de funcionamiento.

Adicionalmente podrá pedir la realización de los siguientes controles según proceda:

- Radiografías de soldadura.
- Ultrasonidos.
- Líquidos penetrantes y/o partículas magnéticas.
- Reparación y realización de nuevos ensayos no destructivos
- Pruebas de resistencia.

2.56 POLIPASTOS Y PUENTES GRÚA

2.56.1 Definición

Son mecanismos de elevación a instalar en salas donde sea necesario efectuar trabajos de desplazamiento lineal, los polipastos, y bien de barrido superficial, los puentes grúas.

Los siguientes apartados tienen por objeto informar al Contratista sobre el tipo, características generales, bases de cálculo y ejecución material sin eximirle en modo alguno de la obligación de cumplir con lo prescrito en la normativa vigente.

2.56.2 Clasificación

Con carácter general, en instalaciones relacionadas con el ciclo integral del agua se tienen alguno de los siguientes tipos:

- Polipastos fijos en pequeñas instalaciones de cable o cadena.
- Polipastos móviles a lo largo de una viga o sobre estructura pórtico a ruedas.
- Puentes grúa

Monocarril para espacios más limitados y cargas moderadas.

Bicarril para altas capacidades y velocidades de operación.

Suspendido para gálibos reducidos.

- Brazos giratorios
- Pórticos grúa monocarril, bicarril.

La clasificación a efectos de tiempos de carga se realizará según UNE 58-112/1-91.

2.56.3 Diseño/geometría

Es condición necesaria la disposición de los equipos necesarios de elevación para el izado de equipamiento electromecánico como compuertas, ataquías, bombas, equipos de desbaste, etc. en todas las instalaciones para los trabajos de operación y mantenimiento necesarios.

Los polipastos serán de accionamiento eléctrico. No obstante, previa autorización del CABB, se podrán admitir polipastos manuales en instalaciones pequeñas.

Su capacidad nominal será de al menos el doble del peso del equipo mayor a extraer o mover.

Los equipos de izado deberán estar a una altura tal que permitan el izado y su descarga a nivel del suelo y en un lugar cercano o accesible desde la puerta del edificio.

Se deberá ejecutar en el interior del edificio una plataforma fija desde la que poder acceder al mantenimiento de los equipos del polipasto o puente grúa: cuadros eléctricos, carro de elevación, etc., cumpliendo con los requerimientos en materia de prevención de riesgos laborales. El cuadro eléctrico se colocará preferentemente accesible en la sala industrial.

En tanques o depósitos donde se efectúe una compartimentación del cuerpo de retención será necesario disponer de un puente grúa y de su correspondiente dársena de carga, de tal modo que ante cualquier eventual necesidad de reparación o mantenimiento se puedan efectuar dichas operaciones.

Con carácter general, en el diseño del equipo se seguirá lo indicado en las siguientes normas sin excluir otras de aplicación en el desarrollo de los componentes de menor entidad de la máquina:

Relación de normas de aplicación:

- UNE 76201:1988. Bases de cálculo de los caminos de rodadura para puentes grúa.
- UNE 58132-1 a 6. Aparatos de elevación, reglas de cálculo.
- UNE 58915-1 a 8. Aparatos de elevación de serie. Polipastos.
- UNE-EN 14492-2:2008+A1. Polipastos motorizados.
- Directiva Máquinas 2006/42/CE.
- Directiva sobre material eléctrico 2006/095 CE.
- Directiva de compatibilidad electromagnética 2004/108.
- NTP 736, 737 y 738: Conjunto de guías sobre los aspectos de prevención de riesgos en las distintas etapas de la vida de: puente, pórtico, sema-pórtico, ménsula y de brazo giratorio, que pueden influir en las condiciones de seguridad de las personas y bienes durante su utilización.
  - Grúas tipo puente (I): generalidades.
  - Grúas tipo puente (II): utilidades.
  - Grúas tipo puente III. Montaje, instalación y mantenimiento.

De no estar definido en las anteriores normas UNE-EN o relacionadas se seguirá lo indicado a continuación:

- La clasificación de la grúa se realizará de acuerdo con las "Reglas para el cálculo de los aparatos de elevación" de la Federación Europea de Manutención o cualquier otra norma oficial que lo especifique el Fabricante y sea previamente aceptada por la Dirección de Obra.
- Para las estructuras metálicas se tendrán en cuenta las "Reglas para el Cálculo de Aparatos de Elevación", de la Federación Europea de la Manutención o por cualquier otra norma oficial que especifique el Fabricante y sea previamente aceptada por la Dirección de Obra.
- El Fabricante especificará los aceros a emplear en la fabricación de las distintas partes de la grúa que deberán ser aceptados previamente por la Dirección de Obra.
- Las uniones soldadas y atornilladas se calcularán de acuerdo con la norma española CTE o cualquier otra norma oficial presentada por el Fabricante y ser previamente aceptada por la Dirección de Obra.
- Se verificarán las tensiones de fatiga de la estructura metálica de los puentes.
- La flecha máxima de las vigas de los puentes no debe exceder de 1/800 en vigas de alma llena y cajón, en la prueba de carga estática.
- El proyecto de los elementos de máquinas y mecanismos de las grúas ha de satisfacer las "Reglas para el Cálculo de Aparatos de Elevación", capítulo "Mecanismos" de la Federación Europea de la Manutención o cualquier otra norma oficial previamente aceptada por la Dirección de Obra.
- Todos los mecanismos irán sobre rodamientos, que se calcularán para una vida útil especificada en las Normas citadas anteriormente.

2.56.4 Características de los materiales

2.56.4.1 Generalidades

Las características específicas del tipo concreto de estos mecanismos a emplear en el Proyecto estarán fijadas en el P.P.T.P. En el caso de no haber especificación particular deberán cumplir las características que a continuación se detallan.

Las vigas del puente serán soldadas y de diseño moderno en cajón, o alma llena o de alma llena con platabandas en cajón. Las vigas testeras serán igualmente soldadas y de sistema cajón de alma llena. La grúa llevará, en los extremos de sus vigas testeras, topes parachoques capaces de absorber cada uno la energía cinética especificada en las "Reglas de la Federación Europea de la Manutención" o en otra norma oficial que especifique el suministrador y sea previamente aceptada por la Dirección de Obra.

Los diámetros de los tambores y poleas para cable de los mecanismos de elevación, cumplirá con las prescripciones de las Reglas para el cálculo de aparatos de elevación ya citadas. La longitud roscada del tambor debe ser tal que, al encontrarse el gancho en su posición inferior, en el tambor queden por lo menos tres espiras de cable.

El reductor y el motor se unirán mecánicamente mediante un acoplamiento de gran elasticidad con polea freno en el lado del engranaje. Sobre la polea freno actuará un freno de resorte, de tipo electromagnético, que deberá ser capaz de detener la carga máxima con un coeficiente de seguridad de 3, como mínimo. Tanto en el puente como en el carro de traslación como en el polipasto.

Los cables de acero tendrán una resistencia mínima de 160 Kg. /mm2. El coeficiente de seguridad del cable empleado será, no menor de 5,5.

Las posiciones extremas del gancho irán limitadas por interruptores de fin de carrera de husillo graduable en altura, traslación y orientación. En el aparejo y poleas se dispondrán dispositivos de seguridad que impidan la salida de los cables de las gargantas.

Todo reductor estará dotado de los siguientes dispositivos:

- Indicador de nivel de aceite
- Válvula de ventilación con filtro incorporado
- Mirillas de control de los trenes
- Tapón para purga del aceite

Los mecanismos de traslación se construirán formando unidades completas. Si una viga testero llevara más de dos ruedas, éstas se agruparán en carretones con repartición isostática de las reacciones.

Los grupos de accionamiento de la traslación irán montados fuera de las vigas del puente, a fin de garantizar un buen acceso a los mismos.

Como regla general deben emplearse tornillos de acero cuya resistencia mínima a tracción sea superior a 50 kg/mm2. No se admitirán tornillos menores de M 1 O. Se emplearán preferentemente tornillos pasantes con tuercas. Para asegurar los tornillos se emplearán:

- Arandelas elásticas
- Contratuercas
- Arandelas de seguridad
- Tuercas con pasador

No se admitirán chavetas planas, huecas, embutidas o tangenciales. Las chavetas deberán asegurarse contra el aflojamiento.

2.56.4.2 Equipo eléctrico

Las grúas serán alimentadas con corriente trifásica de 380 V 50 Hz., con conductor de protección. En caso de maniobra por contactares hay que prever una corriente de mando de 220 V., 50 Hz mediante transformador de aislamiento en la propia grúa.

El equipo eléctrico será adecuado para una temperatura ambiente de 50'C y una altura de instalación comprendido entre la cota:': 0,00 y la 300m. sobre el nivel del mar.

Con preferencia hay que utilizar motores trifásicos cerrados para aparatos de elevación, servicio intermitente, con ventilación superficial y con rotor devanado, forma de construcción B-3 y un factor de conexión como mínimo de 40% ED. El accionamiento de los motores se efectuará por contactares mandados por botones pulsadores contenidos en una botonera. Se dispondrá adicionalmente una botonera inalámbrica.

Los mecanismos y mandos serán para dos velocidades tanto en elevación como en traslación. En los sistemas de mando por contactares, la corriente principal de cada grupo de accionamiento debe ser conducida a través de seccionadores fusibles.

Se adoptarán los siguientes valores de referencia:

- Velocidad mín. de elevación (precisión): 2 m/min (doble velocidad).
- Velocidad mínima de traslación carro: 5 m/min (doble velocidad).
- Velocidad mínima de traslación puente: 10 m/min (doble velocidad).

Las desconexiones de sobreintensidad de los motores no deben actuar sobre el interruptor o contactar principal, sino que deben desconectar únicamente el correspondiente al grupo de accionamiento. Los mandos completos de contactares se instalarán en armario de chapas de acero, con protección IP-43 es decir estanca al agua y polvo. Las puertas podrán ser giradas 180'e irán provistas de cerraduras.

Los armarios de contactores tendrán alumbrado interior. La instalación para el alumbrado se efectuará con independencia de los demás cables del armario. El cableado será flexible. En el caso de que los mandos de contactores se dispongan en el interior de vigas tipo de cajón, se emplearan armazones para los contactores. El espacio que se ocupe en la viga de tipo de cajón con los aparatos de distribución, contactores y resistencias constituirá un recinto eléctrico independiente. Las puertas y los mamparos deben ser estancos al polvo.

Las tomas de corriente se diseñarán para la suma de las siguientes intensidades:

De la potencia de accionamiento máxima se elegirán la intensidad de arranque y de las dos potencias de accionamiento inmediatamente inferiores posibles en un ciclo de trabajo la intensidad nominal.

2.56.4.3 Gálibos libres

El Contratista, antes de comenzar la Construcción del Puente, presentará a la Dirección de Obra un plano en el que se presentarán las distancias mínimas libres a los paramentos y forjados exigidos por el Fabricante y los reales según las dimensiones previstas en Proyecto. Los gálibos libres tendrán la suficiente amplitud para efectuar el montaje y los trabajos de mantenimiento.

2.56.4.4 Protección superficial y pinturas

La protección superficial se realizará de con limpieza granallado SA 21/2 con acabado mínimo de 100 micras epoxi.

2.56.4.5 Ruido

El nivel de la presión acústica producida por las máquinas trabajando a plena carga es siempre inferior a 80 dB (A).

2.56.4.6 Identificación, señales de aviso y varios

En la fabricación de las grúas rige el "Reglamento de Seguridad e Higiene del Trabajo en la Industria" del Ministerio de Trabajo.

Todos los equipos y mecanismos estarán dispuestos de manera que su inspección y mantenimiento se realice fácilmente y sin correr peligro alguno. En cada grúa se pintarán dos rótulos claramente legibles con la siguiente inscripción;

- Fuerza
- Grupo

- Fabricante
- Año de construcción

Todas las señales, letreros y elementos de maniobra se rotularán de forma duradera e inequívoca. Todos los reductores llevarán un rótulo con los datos siguientes:

- Fabricante
- Número de fabricación
- Potencia de entrada
- Velocidad de entrada
- elación de reducción
- Clase de aceite
- Cantidad de aceite

El suministrador acompañará los esquemas cinemáticos de cada uno de los mecanismos y los esquemas del sistema eléctrico. Especificará, además, los pesos:

- Total de la grúa
- Carro principal
- Carro auxiliar

Tendrá una envoltura con tapas desmontables que protejan todos los mecanismos incluso el tambor y el eje del fin de carrera. Tendrá así mismo freno de disco patentado, independiente del motor, electromagnético y arranque instantáneo. La polea y el gancho estarán montados sobre rodamientos de bolas y con lengüeta de seguridad según DIN 15401.

2.56.5 Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de los materiales a emplear, de acuerdo especificado en el presente Pliego, y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Deberá entregar:

- Certificados de pruebas de carga estáticas y dinámicas para cables y cadenas conforme a norma.
  - Pruebas dinámicas. Se realizan con una sobrecarga del 110%, (las normas FEM y UNE requieren 25%, mientras que la Directiva 2006/42/CE, requiere el 10%).
  - Pruebas estáticas. Se realizan con una sobrecarga del 125%, (Directiva CEE).
- Certificados de pruebas en fábrica en vacío.
- Certificados de puesta en marcha conforme a norma.
- Certificados de fabricación conforme a normativa vigente y marcado CE.

Adicionalmente, el contratista deberá comprobar las soldaduras (UNE EN 6520-1), controlando las gargantas y verificando que no hay presencia de escorias, poros, rechupes, salpicaduras, etc. en la perfilería y sus accesorios.

2.57 SISTEMAS DE AIRE COMPRIMIDO

2.57.1 Definición

El aire comprimido es un elemento habitual en instalaciones industriales. Normalmente se emplea para obtener trabajo mecánico lineal o rotativo, asociado al desplazamiento de un pistón o de un motor neumático. En otras ocasiones, se emplea para atomizar barnices, pinturas u otros residuos que de otra forma son difíciles de movilizar.

Estos equipos tienen una función característica en el control de procesos más que de potencia debido a la precisión en el accionamiento de sus componentes. Por otra parte, el aire comprimido usado en ellos ha de tener unos requisitos mínimos de calidad por lo que se disponen elementos adicionales para bajar el contenido de humedad en cualquier lugar de la red con el fin de evitar la presencia de condensados. Además, las impurezas del aire deberán ser menores que 0.1g/Nm3 y hasta un tamaño de 3 g/Nm3 siendo necesarios filtros a la entrada y salida de compresores y puntos de consumo.

2.57.2 Clasificación

El aire comprimido dentro en este tipo de plantas asociadas al ciclo integral del agua suele dividirse en:

- Aire de servicios: El aire utilizado para servicios generales (herramientas neumáticas, sopletes de arena a presión, limpieza etc.) donde es comprimido y almacenado sin necesidadde ser secado.
- Aire de instrumentos: Usado en válvulas de control y válvulas todo-nada, así como en pequeños motores neumáticos. En este caso el aire atmosférico es comprimido, almacenado en un tanque de volumen, filtrado y secado para utilizarlo en instrumentos. El aire a comprimir es tomado de la atmósfera e introducido en los compresores, donde adquirirá las condiciones de presión adecuadas. Una vez comprimido se hace pasar por los prefiltros, bifurcándose a continuación en dos opciones: la fracción de aire de servicios se conduce directamente a su tanque de almacenamiento, mientras que la parte del aire destinada a instrumentos es secada y filtrada de nuevo en los postfiltros, para posteriormente almacenarse en el tanque de instrumentos.

2.57.3 Elementos básicos

Los elementos principales que componen una red de aire comprimido y que describiremos a continuación son:

- Compresor

El compresor aspira el aire de la atmosfera y lo comprime en un volumen más pequeño, almacenándolo después en un depósito. Para producir aire comprimido se utilizan compresores que elevan la presión del aire al valor de trabajo deseado. Los compresores móviles se utilizan en la rama de la construcción o en máquinas que se desplazan frecuentemente.

Básicamente hay siete tipos de compresores de aire que se utilizan en la industria, que se agrupan a su vez en dos grandes familias: compresores de desplazamiento positivo (CDP); los cuales encierran un volumen de gas o aire y después incrementan la presión reduciendo dicho volumen mediante el desplazamiento de uno o más miembros en movimiento; y los compresores rota-dinámicos o turbocompresores (TC); los cuales funcionan a presión constante.

Dentro de los CDP existen los siguientes:

- Compresor alternativo: La compresión del aire se consigue a partir de un cilindro en movimiento. La máquina puede incorporar un único cilindro (single-acting cilinder) o puede comprimir el aire empleando dos cilindros (double-acting cilinder). Los cilindros pueden estar

colocados horizontalmente (situación tipo boxer), verticalmente o bien en ángulo. Además, los cilindros pueden ser estancos y estar lubricados con aceite si no importa que la descarga de aire tenga algunas partículas de aceite en suspensión. En caso contrario, es posible tener compresores libres de aceite pero a costes mayores.

- Compresor de paletas deslizantes. Utiliza unas paletas colocadas excéntricamente dentro del rotor de la máquina. Al ir girando, el espacio existente entre las paletas se va reduciendo, con lo que el aire atrapado en esas cavidades se comprime. Se emplean básicamente cuando se necesitan muy bajas exigencias de caudal.
- Compresor de anillo líquido. Son compresores de desplazamiento positivo que emplean un rotor de álabes fijos dentro de una envolvente elíptica, que está parcialmente llena de líquido. Al girar el rotor, los álabes ponen el líquido en movimiento, penetran dentro de la película de líquido y comprimen el aire que queda atrapado. Son compresores libres de aceite, apropiados para el manejo de sustancias inflamables, explosivas o biosanitarias. Se emplean en laboratorios y hospitales.
- Compresor de lóbulos. Funcionan de manera similar a una bomba de engranajes. Al girar, el aire atrapado entre los lóbulos del rodete y la carcasa de la máquina es impulsado hacia la salida. Estas máquinas aportan poca compresión, que está asociada básicamente al movimiento de los lóbulos.

Entre los TC destacan principalmente:

Los del tipo rotodinámico. La velocidad del aire aumenta al paso por el rodete, mientras que a la descarga, una sección difusiva (la voluta) decelera el aire y aumenta la presión de descarga. Normalmente se emplean cuando se necesitan importantes caudales de aire a presiones relativamente moderadas.

- Tanque o depósito de almacenamiento

Normalmente suele ir integrado dentro del compresor, como una parte más de la unidad que proporciona aire comprimido. De hecho, los compresores suelen trabajar de forma discontinua, arrancando cuando la cantidad de aire que queda almacenada en el compresor es baja. Además, el depósito sirve para amortiguar las fluctuaciones de caudal que vienen del compresor (especialmente en los CDP) y evitar que se transmitan a los puntos de consumo. Por tanto, el compresor se regula para que arranque y pare y almacene el aire a presión en el depósito, tratando de espaciar al máximo sus ciclos de trabajo. Como norma general se acepta que los compresores alternativos trabajen durante unas 10 veces a la hora, con un máximo de funcionamiento del 70%. Por el contrario, compresores centrífugos, de husillo y de paletas deslizantes, pueden trabajar el 100% del tiempo.

- Aftercooler o Enfriadores

Puesto que al comprimir el aire éste se calienta, su capacidad para retener vapor de agua aumenta. Por el contrario, un incremento en la presión del aire, reduce notablemente su capacidad para retener agua. Por tanto, mientras el aire se comprime en el compresor, la alta temperatura evita que el agua condense, pero una vez en las conducciones, el descenso de temperatura, mantenido a presiones altas, sí conlleva la condensación de agua en las tuberías. Por tanto, para eliminar posibles condensaciones, se reduce la temperatura del aire en un dispositivo que se coloca justo a la salida del compresor. Para ello se introduce un enfriador (aftercooler), tan próximo al compresor como sea posible.

- Pre filtros - Post filtros

El aire del ambiente contiene contaminantes que se filtran en el compresor, estos contaminantes son concentrados durante la compresión y salen por el sistema de aire comprimido. Un sistema típico de compresión se contamina con partículas sólidas abrasivas como el polvo, residuos de tubería y oxido, lubricantes del compresor, gotas de agua condensada aceite y vapor de hidrocarburos. Todos los

compresores aspiran aire húmedo y sus filtros de aspiración no pueden modificar esto ni eliminar totalmente las partículas sólidas del aire atmosférico. La humedad es también muy dañina para el sistema ayudando a la corrosión y causando el desgaste excesivo de los components. Un filtro ideal removerá toda la suciedad y humedad del sistema neumático sin causar caída de presión en el proceso, o causando la mínima posible Los sistemas de aire contaminados aumentan los costos de operación al robar energía del sistema de aire; dando como resultado reducción en eficiencia, daños a equipos que operan con aire, mayor mantenimiento y costes de reparación, así como una disminución de la productividad.

Tanto los prefiltros como los postfiltros serán de tipo seco y serán capaces de retener cualquier impureza que pudiera venir en el aire comprimido, en el rango de 1 hasta 3 micras según ISO. Los prefiltros son comunes tanto al aire de instrumentos como al de servicio, siendo los postfiltros únicamente utilizados para el aire de instrumentos.

- Secadoras/Deshidratadoras de aire

La humedad en las líneas de aire puede crear problemas tales como la formación de hielo en las válvulas y controles. El efecto de venturi del aire estrangulado produce bajas temperaturas, que harán que cualquier humedad en el aire se congele y forme hielo. Esto hace que la válvula (especialmente una válvula automática) sea muy difícil o imposible de operar. Por otro lado, las gotas de agua pueden producir un golpe de ariete de agua en un sistema de aire que tenga alta presión y un flujo elevado, y pueden causar corrosión, óxido, y la dilución de los lubricantes dentro del sistema. Por estas razones, los secadores de aire son usados para secar el aire comprimido. Todos los secadores, aunque de distintas marcas y modelos trabajan según el mismo principio, el aire comprimido que entra al secador se pre enfría en el intercambiador aire/aire y seguidamente se introduce en el evaporador donde se enfría hasta alcanzar la temperatura del punto de rocío deseado. El resultado es un ahorro de energía y de horas de trabajo del compresor variable entre un 30 y un 80%. La tipología habitual es que sean de secado mediante refrigeración.

- Red de tuberías

Los materiales más comunes en una instalación de aire comprimido son:

- Acero
- Acero inoxidable
- Cobre
- Plástico, PE o PVC.
- Aluminio

2.57.4 Características de los materiales

Las instalaciones de equipos a presión deberán cumplir con las especificaciones establecidas en la normativa siguiente:

- Directiva 2014/68/UE del Parlamento europeo y del Consejo, de 15 de mayo de 2014, relativa a la armonización de las legislaciones de los estados miembros sobre la comercialización de equipos a presión.
  - Los materiales, equipos y aparatos utilizados en las instalaciones de equipos a presión, en su caso, deberán incorporar el marcado “CE” de conformidad, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 709/2015.
  - Las instalaciones de equipos a presión se ejecutarán con arreglo a la legislación vigente, por medio de empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad, según lo establecido en el Anexo I del Real Decreto 2060/2008 y sus instrucciones técnicas complementarias EP-1 a EP-6.

- Para cada instalación se elaborará una documentación técnica, en la que se pondrá de manifiesto el cumplimiento de las prescripciones reglamentarias. Esta documentación, en función de las características de la instalación, será en forma de Proyecto suscrito por técnico facultativo competente, o mediante Memoria Técnica suscrita por responsable técnico de empresa instaladora autorizada, según lo establecido en el Anexo II del Real Decreto 2060/2008.

- UNE-EN ISO 2151:2009. Código de ensayo de ruido para compresores
- UNE-EN ISO 11011:2015. Aire comprimido. Eficiencia Energética.
- UNE 62200:1991. Compresores. Clasificación.
- UNE-EN 1012-1:2011. Compresores y bombas de vacío. Requisitos de seguridad. Parte 1: Compresores de aire.

En el diseño de la instalación se deberán seguir los siguientes condicionantes:

- Se dispondrán sistemas de filtrado adecuados de aire que aseguren un óptimo funcionamiento de las máquinas.
- La elección del material de las tuberías dependerá: del ambiente, polvo, temperatura, vapores corrosivos, esfuerzos mecánicos, frecuencia de maniobra del aire comprimido, etc. En una instalación de aire comprimido las tuberías han de poderse desmontar fácilmente y ser resistentes a la corrosión. No se permite en estas instalaciones el cobre o acero galvanizado para tuberías de aire comprimido. Las tuberías que se instalen de modo permanente se han de acoplar preferentemente con uniones soldadas.
- Las instalaciones y tuberías, cuya temperatura pueda sobrepasar la temperatura admitida en la correspondiente ordenanza municipal, se dispondrán calorifugadas para evitar los accidentes o quemaduras por contacto involuntario de los operarios.
- Será a cuenta del Adjudicatario asegurar que, en la sala de máquinas, la temperatura ambiente máxima no superará en 3 °C la temperatura exterior en la época estival, así como la disposición de termómetros de ambiente para su comprobación.
- Las máquinas instaladas comprimiendo gas contra una red común dispondrán de las oportunas válvulas de aislamiento y antirretorno que garanticen la seguridad de la instalación, protegiéndola contra explosiones.
- Para cada máquina instalada se dispondrá de termómetro y manómetro indicador de la temperatura y presión. En el caso de instalación en cabina estos elementos se situarán en el exterior de la misma. También grifo de salida y grifo de purga. Tendrán encendido y paro remoto mediante microprocesador incorporado en cuadro de IP55 con pantalla, pulsadores, parada de emergencia, circuitos de control y respectivas protecciones. La envolvente del compresor cumplirá los requisitos de fabricación según indicado en UNE-EN 10028-1 y 2:2017.
- Depósito a presión para difusión de aire en agua dispondrá de válvulas de retención, seguridad, purga, aislamiento para aire y agua, manómetro, indicadores de nivel y panel de control de aire.
- Las instalaciones cuya potencia conjunta supere los 75 kW y la unitaria sobrepase los 18,5 kW dispondrán de los mecanismos de elevación y movimiento adecuados, que en el caso de potencia unitaria superior a 55 Kw y número de máquinas mayor de dos unidades, consistirá en un puente-grúa. En caso de que la regulación de caudal de aire implique bajar la frecuencia de los motores de las soplantes por debajo de 30 Hz, habrá que justificar si es necesario o no instalar ventilación forzada.
- Cuando la utilización del fluido impulsado requiera condiciones que obliguen a su secado, el Adjudicatario lo efectuará mediante máquina frigorífica o de absorción. En los secadores de absorción el período mínimo de regeneración será de ocho horas.
- En las instalaciones de aire en que el servicio requiera sólo una unidad, existirá otra de reserva de idénticas características. Si el servicio requiere varias unidades en paralelo, todas las unidades deberán ser de idénticas características y como mínimo, existirá una unidad en reserva.

- Puesto que el compresor, el depósito y los enfriadores suelen colocarse en una zona cercana entre ellos, es preciso diseñar la distribución en planta de las líneas de suministro desde el compresor a los puntos de consumo. Se ha de procurar que la distribución minimice en la medida de lo posible las longitudes de las tuberías desde el compresor al punto más alejado. En aquellas redes que sean muy extensas, es preferible situar el compresor en una zona central, minimizando así la distancia al punto más alejado. Algunos detalles importantes que es recomendable respetar a la hora de diseñar la instalación del aire comprimido:
  - Procurar que la tubería sea lo más recta posible con el fin de disminuir la longitud de tubería, número de codos, tes, y cambios de sección que aumentan la pérdida de presión en el sistema.
  - Los puntos de drenajes se colocan con la ayuda de tes, ya que el cambio brusco en la dirección del flujo facilita la separación de las gotas de agua de la corriente de aire.
  - La tubería no debe entrar en contacto con los cables eléctricos para así evitar accidentes.
  - En la instalación de la red deberá tenerse en cuenta cierta libertad para que la tubería se expanda o contraiga ante variaciones de la temperatura. Si esto no se garantiza es posible que se presentes "combas" con su respectiva acumulación de agua.
  - Las tuberías deben ir descendiendo levemente en la dirección del flujo. La pendiente puede fijarse aproximadamente en un 1%.
  - Las conexiones de las ramificaciones se hacen desde arriba (para obstaculizar al máximo posibles entradas de agua).
  - En todos los puntos bajos es recomendable colocar puntos de drenaje. Así mismo, en la línea principal de distribución se pueden colocar cada 30-40 metros; saliendo siempre desde el punto inferior de la tubería.
  - El número de juntas y codos debe reducirse al máximo posible, de esta forma las pérdidas de la red serán menores.
  - Las conexiones de tuberías de servicio o bajantes deben hacerse desde la parte superior de la tubería secundaria para evitar el descenso de agua por gravedad hasta los equipos neumáticos y su deterioro asociado.
  - Un buen diámetro de la tubería principal evita problemas ante una ampliación de la red.
  - Antes de implementar extensiones o nuevas demandas de aire en la red debe verificarse que los diámetros de la tubería si soportan el nuevo caudal.
- En caso de que la instalación esté en contacto con zonas de trabajo habituales se deberán tomar las medidas necesarias para insonorizar el ruido generado por la puesta en carga de los compresores mediante un carenado (≤70 dB).
- Se dispondrán by-pass para la sectorización de filtros, secadores, válvulas y compresores.

2.57.5 Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de los materiales a emplear, de acuerdo a lo especificado en el presente Pliego y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Deberá entregar la instalación de aire comprimido ya legalizada con los trámites administrativos efectuados. Además se justificará la validez de los equipos colocados mediante la entrega de:

- Certificados de fabricación conforme a estándares UNE y marcado CE de cada producto.
- Certificados de calibración y pruebas efectuadas en fábrica.
- Certificados de calibración y pruebas efectuadas en obra.

Los ensayos mínimos a realizar en taller serán los siguientes:

- Determinación del caudal.
- Revoluciones en el motor y compresor.
- Presión.

- Temperatura salida de aire.
- Temperatura ambiente.
- Humedad ambiente.
- Rendimientos.

Durante el montaje:

- Comprobación de anclaje a la bancada.
- Acoplamientos y alineaciones.

Pruebas de funcionamiento:

- Caudales y presiones.
- Temperaturas de aspiración e impulsión.
- Consumos

Todas las pruebas deberán realizarse con la presencia de la Dirección de Obra, o persona autorizada. A tal efecto, el Contratista deberá comunicar la fecha de realización de dichos ensayos, con al menos una semana de antelación.

2.58 SEÑALIZACIÓN

2.58.1 Señalización vial

2.58.1.1 Tipos/Clasificación

- Marcas viales:

Se define como marca vial, a aquella guía óptica situada sobre la superficie del pavimento, formando líneas o signos, con fines informativos y reguladores del tráfico.

- Señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes

Se definen como señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes, el conjunto de elementos destinados a informar, ordenar o regular la circulación del tráfico por carretera, en los que se encuentran inscritos leyendas o pictogramas. La eficacia de esta información visual dependerá además de que su diseño facilite la comprensión del mensaje y de su distancia de visibilidad, tanto diurna como nocturna.

- Captafaros retrorreflectantes de señalización horizontal

Se define como captafaro retrorreflectante aquel elemento de guía horizontal que refleja la luz incidente por medio de retrorreflectores para advertir, guiar o informar a los usuarios de la carretera.

- Elementos de balizamiento retrorreflectantes

Los elementos de balizamiento retrorreflectantes son los dispositivos de guía óptica para los usuarios de las carreteras, capaces de reflejar por medio de reflectores, la mayor parte de la luz incidente, procedente generalmente de los faros de los vehículos.

Dichos elementos, que pueden tener distinta forma, color y tamaño, se instalan con carácter permanente sobre la calzada o fuera de la plataforma, sobre otros elementos adyacentes a la misma, como muros o paramentos de túneles, así como sobre otros equipamientos viales, como pretiles y barreras de seguridad.

- Barreras de seguridad

Se definen como barreras de seguridad a los sistemas de contención de vehículos que se instalan en las márgenes de las carreteras. Su finalidad es proporcionar un cierto nivel de contención a un vehículo fuera de control.

2.58.1.2 Características de los materiales

En este apartado regirá lo dispuesto en Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes PG3.

2.58.1.3 Control de calidad

En este apartado regirá lo dispuesto en Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes PG3.

2.58.2 Señalización de conducciones

2.58.2.1 Descripción

Deberá señalizarse todas las conducciones que queden enterradas tras las obras tanto aquellas que contengan fluidos como las compuestas por cables eléctricos con objeto de alertar sobre su existencia y prevenir accidentes provocados por afecciones posteriores a otras obras.

2.58.2.2 Características de los materiales

La cinta de señalización de las conducciones será de polietileno salvo que se prescriba lo contrario y de un ancho suficiente para que toda la conducción quede cubierta.

La densidad del material será superior o igual a 92gr/m^2 y deberá ser del color adecuado para que el fluido conducido quede perfectamente identificado incluyendo si es posible el nombre del fluido en letras blancas todo lo largo de la banda.

En el caso de que el fluido conducido sea agua potable, la banda de señalización será azul y llevará el logotipo del CABB y el texto "*agua potable*" en blanco.

En el caso en el que el fluido transportado sea agua residual, la banda de señalización será naranja y llevará el logotipo del CABB y el texto "*saneamiento*" en negro.

Para otros fluidos los colores y el texto los definirá el Director de la obra.

2.58.2.3 Control de calidad

La banda de señalización se suministrará sin pliegues ni dobleces y será perfectamente legible en el momento de su colocación.

2.58.3 Señalización de salas y riesgos de la instalación

2.58.3.1 Descripción

El contratista debe señalizar las diferentes salas que componen las instalaciones construidas para su identificación.

Si alguna de las mencionadas salas presentara en su interior riesgos para los trabajadores encargados de los trabajos de su explotación y/o mantenimiento recogidos en el Plan de Seguridad y Salud, deberá incluir en la señalización estos riesgos así como las medidas preventivas correspondientes para evitarlos o atenuarlos.

La señalización a colocar deberá estar de acuerdo a las recomendaciones dadas por el promotor atendiendo a las costumbres de la Entidad.

2.58.3.2 Características de los materiales

Deberá señalizarse mediante placas de aluminio de 1,5 mm de grosor lacado en blanco con las esquinas y cantos pulidos para evitar puntas vivas, rotuladas con vinilo fundido de corte de 10 años de durabilidad.

El vinilo a utilizar deberá ser marca 3M serie SC-80 o similar. El tamaño mínimo de la señalización deberá adecuarse a una observación entre 0 m y 10 m, de 210 mm de diámetro en circunferencias, de lado en triángulos equiláteros y lado de cuadrados, siempre que el lugar y la cantidad de pictogramas lo permita.

El tamaño de los textos deberá ser de unos 10 mm de altura, euskera en tipografía “NORMAL”, en la parte superior o izquierda y castellano en “CURSIVA” en la parte inferior o derecha.

La señalización a colocar deberá ser previamente aprobada por la Dirección de Obra.

2.58.3.3 Control de calidad

Las placas se colocarán sin rasguños ni imperfecciones y deberán ser perfectamente legibles en el momento de su colocación.

2.58.4 Identificación de tuberías

2.58.4.1 Descripción

Deberán identificarse todas las conducciones aéreas que contengan fluidos con objeto de alertar sobre su existencia y naturaleza y prevenir accidentes.

La identificación se realizará mediante el pintado de la misma en el RAL normalizado en las instalaciones de la Entidad que el Director de las obras proporcionará cuando sea necesario.

2.58.4.2 Características de los materiales

Las pegatinas estarán fabricadas de poliéster laminado con película de poliéster cristalino sobre el laminado para conferirle alta resistencia a los productos químicos, rayos ultravioleta y condiciones climáticas extremas y asegurar que el marcado de la tubería permanece en buenas condiciones y legible durante al menos 5 años.

2.58.4.3 Control de calidad

Las pegatinas se colocarán sin pliegues ni dobleces y deberán ser perfectamente legibles en el momento de su colocación.

2.58.5 Identificación de máquinas

2.58.5.1 Descripción

Deberán identificarse todas las máquinas colocadas con el objeto de facilitar las labores de mantenimiento y explotación.

La identificación de cada máquina se realizará mediante etiquetado en una parte claramente legible adecuada a cada caso y con el visto bueno de la Dirección de obra.

El nombre de la máquina que aparezca en la etiqueta de identificación deberá coincidir con aquel que aparezca en la protección del CCM correspondiente y en todos los documentos generados durante las obras (memoria de funcionamiento, etc.)

2.58.5.2 Características de los materiales

Las pegatinas estarán fabricadas de poliéster laminado con película de poliéster cristalino sobre el laminado para conferirle alta resistencia a los productos químicos, rayos ultravioleta y condiciones climáticas extremas y asegurar que el marcado de la tubería permanece en buenas condiciones y legible durante al menos 5 años.

2.58.5.3 Control de calidad

Las pegatinas se colocarán sin pliegues ni dobleces y deberán ser perfectamente legibles en el momento de su colocación.

2.59 CONDUCTORES ELÉCTRICOS

2.59.1 Características técnicas

CABLE HEPRZ1 12/20 KV ALUMINIO

- Tipo: AL HEPRZ1
- Tensión: 12/20 kV
- Norma de diseño: UNE HD 620-9E
- Los cables satisfarán los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2.

Composición

- Conductor: cuerda redonda compactade hilos de aluminio, clase 2, según UNE EN 60228.
- Semiconductora interna: capa extrusionada de material conductor.
- Aislamiento: etileno propileno de alto gradiente, (HEPR, 105 ºC).
- Semiconductora externa: capa extrusionada de material semiconductor separable en frío.
- Pantalla metálica: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. Sección total 16 mm2.
- Separador: cinta de poliéster.
- Cubierta exterior: poliolefina termoplástica, Z1 Vemex. (Color rojo).

Características eléctricas

- Tensión nominal simple, Uo: 12 kV
- Tensión nominal entre fases, U: 20 kV
- Tensión máxima entre fases, Um: 24 kV
- Tensión a impulsos, Up: 125 kV
- Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente: 105 ºC
- Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito: 250 ºC

CABLE HEPRZ1 18/30 KV ALUMINIO

- Tipo: AL HEPRZ1
- Tensión: 18/30 kV
- Norma de diseño: UNE HD 620-9E
- Los cables satisfarán los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2.

Composición

- Conductor: cuerda redonda compactade hilos de aluminio, clase 2, según UNE EN 60228.
- Semiconductora interna: capa extrusionada de material conductor.
- Aislamiento: etileno propileno de alto gradiente, (HEPR, 105 ºC).
- Semiconductora externa: capa extrusionada de material semiconductor separable en frío.
- Pantalla metálica: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. Sección total 25 mm2.
- Separador: cinta de poliéster.
- Cubierta exterior: poliolefina termoplástica, Z1 Vemex. (Color rojo).

Características eléctricas

- Tensión nominal simple, Uo: 18 kV
- Tensión nominal entre fases, U: 30 kV
- Tensión máxima entre fases, Um: 36 kV
- Tensión a impulsos, Up: 170 kV
- Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente: 105 ºC

- Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito: 250 ºC

TERMINAL MODULAR DE INTERIOR PARA CABLE 12/20 kV y 18/30 kV

Los terminales para cables de Media Tensión serán del tipo flexible y de interior, aptos para celdas convencionales y homologados para Compañías Eléctricas y conforme a las Normas UNE-EN 61442 y HD 629 (correspondencia con IEC 60502-4).

Composición Terminal Interior enchufable acodado o recto:

- Dispositivo de acero inoxidable que fija el terminal a otros accesorios.
- Pantalla semiconductora interna EPDM que actúa como una jaula de Faraday evitando la ionización del aire ocluido en su interior.
- Contacto de varilla de cobre para la conexión del conductor al equipo.
- Ojal de toma de tierra que permite conectar la capa semiconductora externa a la pantalla del cable.
- Divisor capacitivo de tensión que permite comprobar la ausencia de tensión en el cable antes de la desconexión de la borna.
- Capa semiconductora externa premoldeada EPDM diseñada para dar continuidad a la pantalla del cable.
- Cuerpo aislante premoldeado EPDM para la reconstitución integral del aislamiento.
- Reductor premoldeado EPDM que permite la total adaptación del accesorio a las diferentes secciones y tensiones de los cables.
- Protector premoldeado EPDM que asegura la estanqueidad y protege la toma de tierra.

2.60 CABLES DE BAJA TENSIÓN

2.60.1 Características técnicas

Los cables de fuerza utilizados en instalaciones eléctricas de baja tensión serán de tipo flexible de tensiones de aislamiento 0,6/1 kV.

Los utilizados para acometidas (s/ITC, BT-015) serán del tipo RZ1-K y los utilizados en canalizaciones subterráneas y sobre bandeja serán armados tipo RVMV-K. En las instalaciones que aplique el RD 2267/2004 y en aquellas instalaciones que se indique expresamente los cables serán armados, libres de halógenos, tipo: RZ1MZ1-K (AS) para multipolares y RZ1MAZ1-K (AS) para unipolares

Los conductores de cables aislados cumplirán la norma UNE – EN 60.228 sobre formación y resistencia de los mismos.

Las características físicas, mecánicas y eléctricas del material deberán satisfacer lo previsto en las normas UNE 21.011

Los conductores serán siempre de cobre y la sección mínima a utilizar de 2,5 mm^2 para fuerza y 1,5mm2 para alumbrado.

Los cables llevarán impresas las características siguientes:

- Tipo constructivo.
- Tensión nominal del cable en kilovoltios.
- Número, sección nominal, naturaleza y forma de los conductores.

Además los cables llevarán una marca indeleble que identifique claramente al fabricante, su designación completa y las dos últimas cifras del año de fabricación.

Para el caso de instalaciones clasificadas los cables a tender cumplirán lo indicado anteriormente, y además serán siempre armados, tipo RVMV-K con aislamiento nominal 0,6/1kV.

2.61 CABLES DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

2.61.1 Características técnicas

Para interconexión con campo se utilizarán cables de cobre, no propagadores de la llama, ni de incendio, libres de halógenos, tipo RZ1-k 0,6/1 kV.

Las composiciones que se van a utilizar serán:

4x1,5 mm²; 7x1,5 mm²; 12x1,5 mm² y 19x1,5 mm²;

4x2,5 mm²; 7x2,5 mm²; 12x2,5 mm²;

4x4 mm²;

4x6 mm²;

Para las señales analógicas se utilizará cable de cobre flexible clase 5, 300/500 V. Tipo Afumex Z1 con pantalla de trenza de hilos de cobre desnudo tipo RC4Z1-K, de composición 2x1 y 4x1 mm², con pantalla por cada par de hilos y al conjunto.

2.62 BANDEJAS

2.62.1 Características técnicas

Las bandejas serán plásticas, aislantes de: PC + ABS o PRFV (bandeja interior), y PVC (bandeja exterior) rígido, sin halógenos – RoHs, perforadas, con o sin separadores interiores, hasta 100x600 mm como máximo.

Se establecerán conducciones distintas para:

- Fuerza de Media Tensión
- Fuerza de Baja Tensión
- Control e instrumentación y comunicaciones.

Se dispondrá de una reserva de un 25 % de espacio.

Se han considerado las siguientes dimensiones de bandejas y sus correspondientes cargas a soportar:

Alto x Ancho (mm)	Carga* (kg/m)
60 x 100	10,8
60 x 200	22,5
60 x 300	33,7
100 x 400	77,2
100 x 600	116,5

* Cargas admisibles según IEC 61537:2001. Distancia entre soportes de 1,5 m, con una flecha longitudinal inferior al 1% y flecha transversal inferior al 5%, a 40 ºC. Ensayo tipo I (La unión debe poderse colocar en cualquier posición entre los soportes). El sistema de bandejas (bandejas y soportes) deberá soportar sin rotura una carga de 1,7 veces la carga admisible.

Bandejas interiores

Tendrán que cumplir con las siguientes características:

- Material aislante según UNE EN 60.243-1:1998, Rigidez dieléctrica superior a 20kV/mm).
- Materia prima base PC + ABS sin halógenos – RoHS (Restriction of Hazardous Substances). La propia canaleta y accesorios del fabricante, el resto con aprobación del CABB-BBUP.
- Temperatura de servicio, desde - 20ºC hasta 90ºC según EN 61537:2001.
- Distancia entre soportes (mínimo cada 0,5 m hasta 2,0 m). Temperatura de trabajo 40ºC.
- Toda la tornillería para fijación de AISI 316-L.
- Todos los soportes que no sean del mismo material que la propia canaleta y del mismo fabricante, serán de AISI 316-L.
- Cumplimiento directiva RoHS.
- Cargas para temperatura de servicio a 40ºC (distancia entre soportes 2m) y ensayo tipo I (la unión entre dos tramos de bandeja puede quedar situada en cualquier posición entre dos soportes). El sistema de bandejas y soportes deberá soportar sin rotura una carga de 1,7 veces la carga admisible. Condiciones del ensayo según EN 61537:2001.
- Protección contra daños mecánicos IK10 (con anclaje tapa IK10) según EN 50102:1996.
- Bandeja perforada para la ventilación y fijación de cables. Pero no puede ser de panel de abeja.
- Unión entre tramos de espesor igual o superior al de las bandejas a unir.
- No propagadoras de la llama y ausencia de goteo incandescente.
- Inflamabilidad de materiales plásticos ANSI/UL 94:1990 clase UL94:V0.
- Reacción al fuego, opacidad y toxicidad de humos NF F 16-101:1998 I3 F2

- IP2X (perforadas) según UNE 20324:1993.
- Marcado CE.
- Marcado de garantía de materiales UL.
- Color gris, RAL 7035.

Bandejas exteriores

Las bandejas y las cubiertas serán de PVC rígido M1, de sección suficiente en función del número de cables y de la carga lineal que aguanta la bandeja por el peso de los cables.

El material de las bandejas y cubiertas deberá cumplir con la norma de reacción al fuego UNE 23727, y del ensayo del hilo incandescente a 960ºC sin inflamación en bandejas, según UNE-EN 60695-2-1/1:1997.

El material de las bandejas y cubiertas debe ser aislante, no precisando puesta a tierra.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias de 1,5 m, de tal modo que no se produzcan flechas longitudinales superiores a 30 mm y flechas transversales superiores de 15 mm. Las bandejas estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

La unión entre bandejas se realizará mediante unión mecánica por pernos.

Las bandejas se soportarán del techo o pared mediante soportes horizontales, perfiles de 0,5 m y conectores en acero inoxidable. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

De forma general tendrán que cumplir con las siguientes características:

- Material aislante según UNE EN 60243-1:1998, Rigidez dieléctrica igual a 18±4 kV/mm).
- Materia prima base PVC – RoHS. La propia canaleta y accesorios del fabricante, el resto con aprobación del CABB-BBUP.
- Temperatura de servicio, desde -20ºC hasta 60ºC según EN 61537:2001.
- Distancia entre soportes (mínimo cada 0,5 m hasta 1,0 m). Temperatura de trabajo 60 ºC.
- Toda la tornillería para fijación de AISI 316-L.
- Todos los soportes que no sean del mismo material que la propia canaleta y del mismo fabricante, serán de AISI 316-L.
- Cumplimiento directiva RoHS.
- Cargas para temperatura de servicio a 60ºC (distancia entre soportes 1m) y ensayo tipo I (la unión entre dos tramos de bandeja puede quedar situada en cualquier posición entre dos soportes). El sistema de bandejas y soportes deberá soportar sin rotura una carga de 1,7 veces la carga admisible. Condiciones del ensayo según EN 61537:2001
- Protección contra daños mecánicos IK10 (con anclaje tapa IK10) según EN 50102:1996.
- Bandeja perforada para la ventilación y fijación de cables. Pero no puede ser de panel de abeja.
- Unión entre tramos de espesor igual o superior al de las bandejas a unir.
- No propagadoras de la llama y ausencia de goteo incandescente.
- Inflamabilidad de materiales plásticos ANSI/UL 94:1990 clase UL94:V0.
- Reacción al fuego UNE 23727:1990 M1 (No inflamable).
- IP2X (perforadas) según UNE 20324:1993.
- Marcado CE.
- Marcado de garantía de materiales UL.
- Color gris, RAL 7035.
- Se requerirá marca de calidad del producto por organismo reconocido que garantice la aptitud frente a los UV en aplicación exterior. Constará de un informe de ensayo no basado en un ensayo puntual

sino cubriendo toda la producción. Contemplará la baja temperatura de -20ºC (que incluye ensayos a impacto a esa temperatura s/ norma de bandejas EN 61537:2007)

Bandejas en falsos suelos o techos

En zonas de falso techo o falso suelo se podrán instalar bandejas de tipo rejilla, las cuales estarán construidos en chapa de acero galvanizada de 1,5 mm de espesor y solapadas sus partes laterales para conseguir una mayor resistencia a la compresión.

Las bandejas de rejilla serán de acero galvanizado en caliente según DIN 50976, después de fabricada, con un grosor de 50-60 micras.

El instalador realizará los cálculos de carga necesarios para asegurar que las cargas en N/m no superan los valores admisibles, en función de la separación entre apoyos establecida (los valores deberán estar conforme a la norma UNE-EN 61537).

Las dimensiones serán las siguientes:

- Anchura: 100, 200, 300, 400 o 600 mm
- Altura ala: 60 o 100 mm

Tendrán que cumplir con las siguientes características:

- Material metálicas tipo Malla de varillas electrosoldadas, con borde de Seguridad para evitar cortes al operario durante la instalación o el manteamiento o que se produzcan cortes en los cables.
- Las bandejas a instalar serán conformes a la norma UNE-EN-61537, “Sistemas de bandejas y de bandejas de escalera para la conducción de cables”.
- Los extremos de cada tramo de la bandeja se conectarán entre sí mediante latiguillos flexibles de tierra de sección 16 mm² y a su vez al cable anillo equipotencial de tierra, asegurando en todo el recorrido la continuidad de la puesta a tierra.
- Se utilizarán los codos y derivaciones necesarias para el trazado.
- Los empalmes de bandeja deben estar separados de los soportes más de 1/10 de la longitud o separación de dichos soportes.
- Las bandejas se apoyarán en soportes construidos con perfiles normalizados y galvanizados por inmersión y serán sujetos a los mismos mediante tornillería de acero inoxidable y grapas de fijación. No se admitirá bajo ningún concepto soldar las bandejas a los soportes.
- Los empalmes de bandeja deben estar separados de los soportes más de 1/10 de la longitud o separación de dichos soportes.
- Las bandejas deberán ser de fabricante conocido, realizando una inspección visual para comprobar que se trata de material de nuevo uso. Las bandejas serán suministradas acompañadas de los documentos que acrediten los ensayos realizados.

2.63 TUBOS PARA CONDUCCIONES ELÉCTRICAS

2.63.1 Características técnicas

Para cables de baja tensión la sección interior de tubo será, como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores según MIE / REBT.

En MT cada circuito de cable se trazará por un único tubo, dejando otro de reserva.

Tubos rígidos libre de halógenos

Deberán ser no inflamables y no propagadores de la llama, serán estancos y estables hasta 60 ºC, debiendo soportar esa temperatura sin deformación alguna.

El grado de protección contra daños mecánicos será de 3 a 5, tanto los de pared gruesa como extragruesa.

Serán inalterables a los ambientes húmedos y corrosivos, así como ser resistentes al contacto directo de grasas y aceites.

Todos los tubos cumplirán con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como con las normas UNE 53027, 50315, UNE-EN 50086 y UNE-EN 50086-1.

Cada tubo llevará impreso las siguientes especificaciones:

- Nombre del fabricante y símbolos de identificación.
- Diámetro nominal.
- Espesor.

Se exigirá que el fabricante tenga las tuercas y contratuercas para su unión a las cajas y piezas de acoplamiento y unión entre dos tramos siendo esta unión estanca.

Los conductos aislantes y compuestos deben ser marcados según un código de tres cifras, la primera cifra indicando las características mecánicas, la segunda y la tercera indicando su resistencia a las temperaturas. El código debe estar conforme a las tablas de la norma UNE-EN 50086. Si al tubo se le pide cualquier otra aptitud de las especificadas en la norma, será colocada inmediatamente después de las tres primeras cifras indicadas anteriormente y separadas por un trazo oblicuo.

Los diámetros exteriores y las roscas deben cumplir lo indicado en la norma UNE-EN 60423

Todos los tubos que vayan a ser utilizados en ambientes húmedos o en locales que requieran algún tipo de seguridad y vayan vistos, serán roscados.

De forma general estos tubos tendrán las siguientes características:

- No emiten gases tóxicos ni corrosivos (cero halógenos), según UNE 50267.
- Al arder emiten muy pocos humos, siendo estos claros y translúcidos.
- No propagador de la llama, según UNE 60695-2-4.
- Resistencia al aplastamiento 1250 N, según UNE 61386.
- Resistencia al impacto a -5ºC de 6 Julios, según UNE 61386.
- Temperatura de trabajo entre -5ºC y 105ºC.
- Las dimensiones serán las siguientes:
  - Diámetros nominales: 16, 20, 25, 32, 40 o 63 mm.
  - Diámetros interiores mínimos correspondientes: 11,5 - 15,4 – 19,9 – 26,3 – 33,9 – 53 mm
  - Longitud de cada tramo de tubo: 3 metros.

Tubos rígidos de acero galvanizado

Para bajadas de CGPs u otros casos en los que los tubos queden muy expuestos se instalarán tubos de acero galvanizado estirados sin soldaduras, tipo DIN 2440.

Estos tubos tendrán las siguientes características:

- Material: acero galvanizado en caliente por inmersión después de construido, estirado sin soldadura, según norma DIN2440.
- Montaje: mural mediante fijaciones.
- Temperatura de utilización: -5ºC a +60ºC
- Resistencia a la compresión: > 4000 N
- Resistencia al impacto: > 20 J a –5ºC
- Resistencia a la corrosión: media
- No propagador de la llama.
- Norma: UNE 61386
- Accesorios: Curvas, manguitos, fijaciones, etc. Las dimensiones serán las siguientes:
- Diámetros nominales: ½", ¾", 1", 1 ½", 2".
- Diámetro exterior nominal equivalente en mm: 21,3 - 26,9 - 33,7 - 48,3 - 60,3 mm.
- Diámetros interiores mínimos correspondientes: 16 – 21,6 – 27,2 – 41,8 - 53 mm.

Longitud de cada tramo de tubo: 3 metros.

Tubos flexibles

Deberán ser no inflamables y no propagadores de la llama, serán estancos y estables hasta 60 º C, debiendo soportar esa temperatura sin deformación alguna.

El grado de protección contra daños mecánicos será de 3 a 5.

No deberán ser afectados por las lejías, sales, álcalis, disolventes ni petróleos.

Para las canalizaciones de red de voz y datos se utilizarán tubos flexibles de PVC y AFUMEX.

Estos tubos tendrán las siguientes características:

- No emiten gases tóxicos ni corrosivos (cero halógenos), según UNE 50267.
- Al arder emiten muy pocos humos, siendo estos claros y translúcidos.
- No propagador de la llama, según UNE 60695-2-4.
- Resistencia al aplastamiento 320 N, según UNE 61386.
- Resistencia al impacto a -5ºC de 2 Julios, según UNE 61386.
- Temperatura de trabajo entre -5ºC y 90ºC.
- Las dimensiones serán las siguientes:
  - Diámetros nominales: 16, 20, 25, 32, 40 o 50 mm.
  - Diámetros interiores mínimos correspondientes: 11,5 - 15 – 19 – 26 – 32,5 –42 mm
  - Longitud de cada tramo de tubo: 3 metros.

2.64 CAL

2.64.1 Tipos y clasificación

2.64.1.1 Cal aérea

Cal aérea es el conglomerante constituido fundamentalmente por óxido cálcico (cal viva) o hidróxido de calcio (cal apagada), obtenido por calcinación de materiales calizos, y que tiene la propiedad de endurecerse únicamente al aire, después del amasado con agua, por la acción del anhídrido carbónico.

Las condiciones de este material serán las indicadas en el artículo 200 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) del MOPU.

2.64.1.2 Cal hidráulica

Cal hidráulica es el conglomerante, pulverulento y parcialmente hidratado, que se obtiene calcinando calizas, que contienen sílice y alúmina, a una temperatura casi de fusión, para que se forme el óxido cálcico libre necesario para permitir su hidratación y, al mismo tiempo, deje cierta cantidad de silicatos de calcio anhídridos que den al conglomerante sus propiedades hidráulicas.

Las cales hidráulicas, después de amasadas con agua, se endurecen al aire, y también en agua, siendo esta última propiedad la que las caracteriza.

Si el contenido de óxido magnésico no es mayor del cinco por ciento (5%) sobre muestra calcinada, se denomina cal hidráulica de bajo contenido de magnesia, y, si es mayor del cinco por ciento (5%), cal hidráulica de alto contenido de magnesia o cal hidráulica dolomítica.

Las condiciones de este material serán las indicadas en el Artículo 200 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes del MOPU (PG-3).

2.64.2 Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de las cales para que sus características se ajusten a lo indicado en el presente Pliego y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Salvo indicación en contra de la Dirección de Obra será suficiente el Certificado del Fabricante de que se cumplan los requisitos indicados en 2.64.1.1 y 2.64.1.2.

2.65 YESOS Y ESCAYOLAS

2.65.1 Definición

Los yesos y escayolas empleadas en unidades de obra comprendidas dentro del ámbito de aplicación del presente Pliego serán los definidos en el vigente documento básico "DB-HR Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación y la Norma UNE-EN 13279-1:2009.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares definirá el tipo de yeso o escayola que deberá utilizarse en cada caso.

2.65.2 Tipos y clasificación

DENOMINACION DE LOS YESOS SEGÚN LA NUEVA NORMA EUROPEA UNE EN 13279-1	
NORMAS UNE 102-010 y 102-011	NORMA UNE EN 13279
YG, YG/L; YPM	B1 YESO DE CONSTRUCCION
YF, YF/L	C6 YESO APLICACIÓN EN CAPA FINA
YP	A CONGLOMERANTES A BASE DE YESO
E 30, E 30/L, E·35, E 35/L	A CONGLOMERANTES A BASE DE YESO
YA, YPM/A	B4 YESO CONSTRUCCION ALIGERADO
YD, YPM/D	B7 YESO CONSTRUCCION ALTA DUREZA
YE/T	C6 YESO APLICACIÓN EN CAPA FINA

2.65.3 Envasado e identificación

Los productos a que hace referencia este Pliego se suministrarán a granel o ensacados, con medios adecuados para que no sufran alteración. En el caso de utilizar sacos, serán con cierre de tipo válvula.

En cada saco, o en el albarán si el producto se suministra a granel, deberán figurar los siguientes datos:

- Nombre del fabricante o marca comercial del producto.
- Designación del producto, según el presente Pliego.
- Peso neto.

En el caso de que el producto tenga concedido un distintivo de calidad, éste figurará en el envase bajo las condiciones que se impongan en su concesión.

De la veracidad de los datos que figuran en el saco o en el albarán, será responsable él fabricante del producto.

La tolerancia en el peso neto respecto de la que figure en el saco será de ±4 por ciento.

2.65.4 Control y recepción

Para el control de recepción de los productos se establecerán partidas homogéneas procedentes de una misma unidad de transporte camión, cisterna, vagón o similar y que provengan de una misma fábrica.

También se podrá considerar como partida el material homogéneo suministrado directamente desde una fábrica en un mismo día, aunque sea en distintas entregas.

A su llegada a destino o durante la toma de muestras sobre las que se realizarán, si procede los ensayos de control de recepción, la dirección facultativa comprobará que:

- El producto llega correctamente envasado y los envases en buen estado.
- El producto es identificable de acuerdo con las especificaciones del documento básico "DB-HR Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación.
- El producto será seco y exento de grumos.

Si estas comprobaciones son satisfactorias, la partida se aceptará provisionalmente y se continuará el proceso de control. En caso contrario la dirección facultativa decidirá si se continúa el proceso de control o se rechaza la partida.

Cuando la Dirección Facultativa de la obra lo disponga, antes de comenzar el suministro de un producto, se enviarán muestras del mismo a un laboratorio aceptado por dicha Dirección, para su análisis de acuerdo con las especificaciones del presente Pliego y, en su caso, con las del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Si por aplicación de las condiciones contractuales, del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, de instrucciones de carácter general o por indicación del Director de Obra sea preciso comprobar las características de calidad de un partida a su recepción en obra, se remitirá al laboratorio encargado de realizar los ensayos de control.

La conservación de las muestras en obra se realizará de acuerdo con lo especificado en el documento básico "DB-HR Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación.

De acuerdo con la Directiva Europea de Productos de Construcción 89/106/CE, los yesos y conglomerantes a base de yeso para la construcción deberán obligatoriamente llegar a obra con el marcado CE a partir del 1 de abril de 2007. Además los fabricantes deberán cumplir la norma europea UNE-EN 13279-1:2009.

2.65.5 Control de calidad

Las características de los materiales se ajustarán a lo especificado en el documento básico "DB-HR Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación. Los métodos de ensayo para verificar las características de los productos a que hace referencia este Pliego, serán los siguientes:

2.65.5.1 Ensayos Químicos

2.65.5.1.1 Determinación del agua combinada

Se efectuará según lo especificado en el apartado 5 de la Norma UNE 102032 "Yesos y escayolas de construcción. Métodos de análisis químicos".

2.65.5.1.2 Índice de pureza

El índice de pureza se calcula mediante la expresión:

$$IP = 1{,}7 \cdot a + b$$

donde:

IP = índice de pureza en tanto por ciento.

1,7 = relación entre los pesos moleculares del sulfato de calcio (SO_4Ca) y trióxido de azufre (SO_3).

a = contenido en SO3 (%) determinado según lo especificado en el apartado 6 de la Norma UNE 102032 "Yesos y escayolas de construcción. Métodos de análisis químicos".

b = contenido en agua combinada en (%).

2.65.5.1.3 Contenido en sulfato de calcio semihidrato (SO4 Ca ½ H2O)

Se determinará según lo especificado en el apartado 10 de la Norma UNE 102037 "Yesos y escayolas de construcción. Método de análisis de fases".

2.65.5.1.4 Determinación del pH

Se efectuará según lo especificado en el apartado 14 de la Norma UNE 102032 "Yesos y escayolas de construcción. Métodos de análisis químicos".

2.65.5.2 Ensayos Físicos y Mecánicos

2.65.5.2.1 Determinación de la finura de molido

Se efectuará según lo especificado en la Norma UNE-EN 13279-2:2014 "Yesos y escayolas de construcción. Métodos de ensayos físicos y mecánicos".

En las escayolas, la muestra se pasará también por el tamiz 0,80 UNE 7050, con análoga técnica operatoria y expresión de resultados.

2.65.5.2.2 Determinación de la resistencia mecánica a flexotracción

Se seguirá el método especificado en la Norma UNE-EN 13279-2:2014 "Yesos y escayolas de construcción. Métodos de ensayos físicos y mecánicos".

2.65.5.3 Ensayos de trabajabilidad

2.65.5.3.1 Determinación del tiempo transcurrido en pasar del estado líquido al plástico

Se considerará como "tiempo transcurrido en pasar del estado líquido al plástico" el que en la Norma UNE-EN 13279-2:2014 "Yesos y escayolas de construcción. Métodos de ensayos físicos y mecánicos" se denomina "tiempo de principio de fraguado" y se determinará según el método especificado en el mismo.

2.65.5.3.2 Determinación de la duración del estado plástico

Se denominará "duración del estado plástico", la diferencia entre los tiempos que en la Norma UNE-EN 13279-2:2014 "Yesos y escayolas de construcción. Métodos de ensayos físicos y mecánicos", se denominan "final de fraguado" y "principio de fraguado" y se determinará según el método especificado en el mismo.

Deberá cumplirse lo dispuesto en el REAL DECRETO 442/2007, de 3 de Abril, por el que se deroga el REAL DECRETO 1312/1986, de 25 de abril, por el que se declaraba obligatoria la homologación de los yesos y escayolas para la construcción.

El Contratista controlará la calidad de los yesos para que sus características se ajusten a lo indicado en el vigente documento básico "DB-HR Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

2.66 SOLADOS Y ALICATADOS

2.66.1 Baldosa hidráulica

2.66.1.1 Características

Se compone de:

- Cara, constituida por la capa de huella de mortero rico en cemento, arena muy fina y, en general, colorantes.
- Capa intermedia, que puede faltar a veces, de un mortero análogo al de la cara, sin colorantes.
- Capa de base, de mortero menos rico en cemento y arena más gruesa, que constituye el dorso.

2.66.1.2 Materiales empleados

2.66.1.2.1 Cemento

El cemento cumplirá los requisitos especificados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos vigente, y la comprobación de las características especificadas se llevará a cabo de acuerdo con las normas de ensayo que se fijan en dicho Pliego.

2.66.1.2.2 Áridos

Los áridos estarán limpios y desprovistos de finos y de materia orgánica, de acuerdo con la Norma UNE-EN 1744-1:1999

2.66.1.2.3 Agua

Cumplirá las condiciones exigidas en el Artículo "Agua a emplear en morteros y hormigones", del presente Pliego.

2.66.1.2.4 Pigmentos

Cumplirán los requisitos especificados en la Norma UNE 41060.

2.66.1.3 Espesores

El espesor de una baldosa medido en distintos puntos de su contorno, con excepción de los rebajos de la cara o el dorso, no variará en más del ocho por ciento (8%) del espesor máximo y no será inferior a 1,4 cm. para baldosas de 15 cm. de lado.

El espesor de la capa de huella, con excepción de los rebajos de la cara, será sensiblemente uniforme y no menor, en ningún punto, que 4 mm.

2.66.1.4 Ángulos

La variación máxima admisible en los ángulos será de cuatro décimas de milímetro (0,4 mm.) en más o menos, medidos sobre un arco de veinte centímetros (20 cm.) de radio, o por sus valores proporcionales.

2.66.1.5 Rectitud de las aristas

La desviación máxima de un arista respecto a la línea recta será de uno por mil 1/1000, en más o menos, de su longitud.

2.66.1.6 Alabeo de la cara

La separación de un vértice cualquiera, con respecto al plano formado por otros tres, no será superior a cinco décimas de milímetro (0,5 mm.) en más, o en menos.

2.66.1.7 Plano de la cara

La flecha máxima no sobrepasará el tres por mil (3/1000) de la diagonal mayor en más o en menos, no pudiendo esta medida sobrepasar, a su vez, los dos milímetros (2 mm.).

2.66.1.8 Características físicas

2.66.1.8.1 Absorción de agua

El coeficiente de absorción de agua, máximo admisible, determinado según la Norma UNE 127020-21-22-23-24:1999 EX, será del diez por ciento (10%) en peso.

2.66.1.8.2 Heladicidad

Ninguna de las tres baldosas ensayadas, de acuerdo con la Norma UNE 127020-21-22-23-24:1999 EX, presentará en la cara o capa de huella señales de rotura o de deterioro.

2.66.1.8.3 Resistencia al desgaste

Realizado el ensayo según la Norma UNE 127020-21-22-23-24:1999 EX, con un recorrido de doscientos cincuenta metros (250 m.), la pérdida máxima de altura permitida será de 3 mm.

2.66.1.8.4 Resistencia a la flexión

Determinada según la Norma UNE 127020-21-22-23-24:1999 EX, como media de cinco (5) piezas, la tensión aparente de rotura no será inferior a 50 kg/cm2 en cara en tracción y 30 kg/cm2 en el dorso en tracción.

2.66.1.9 Control de Calidad

Salvo indicación en contra del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el control de calidad se llevará a cabo de la siguiente manera:

- Para cada fuente de procedencia del material se establecerán lotes, cuyo tamaño, en función del parámetro a ensayar, se define más adelante, a los que se asignarán los resultados de los ensayos realizados. Las muestras se tomarán en los puntos que señale el Director de Obra.
- Si los resultados son positivos se aceptará el lote. En el caso de que no se alcancen los mínimos exigidos se rechazará el lote y no se abonará. Como alternativa se podrán realizar ensayos contradictorios en número igual o superior a dos, para cada parámetro afectado, aceptándose el material si ambos ensayos dan resultados satisfactorios y rechazándose en caso contrario. Los citados ensayos serán en todo caso por cuenta del Contratista.

- El Director de Obra podrá admitir un material que no haya superado el control anteriormente citado si se toman las medidas precisas para corregir los defectos detectados, y si mediante ensayos, definidos en número y forma por el Director de Obra, se demuestra que los parámetros afectados alcanzan los valores exigidos. Estos ensayos, así como los trabajos de corrección serán por cuenta del Contratista.
- El tamaño de los lotes referido a superficie de pavimento será el siguiente:

Absorción de agua	5.000 m2 o fracción.
Heladicidad	5.000 m2 o fracción.
Resistencia al desgaste	5.000 m2 o fracción.
Resistencia a la flexión	5.000 m2 ofracción.

2.66.2 Pavimentos de hormigón

2.66.2.1 Definición

Se define como pavimento de hormigón, al constituido por losas de hormigón en masa o armado, o por una capa continúa de hormigón armado.

2.66.2.2 Materiales

Los materiales cumplirán las condiciones especificadas en el Artículo 550.2 del Pliego PG-3 del MOPU.

2.66.2.3 Control de Calidad

Se llevará a cabo de acuerdo con lo expuesto en el Artículo 550.5 del Pliego PG-3 del MOPU.

En cualquier caso los ensayos allí indicados serán todos por cuenta del Contratista.

2.66.3 Adoquines de piedra labrada

2.66.3.1 Definición

Se definen como adoquines las piedras labradas en forma de tronco de pirámide, de base rectangular, para su utilización en pavimentos.

2.66.3.2 Condiciones generales, geometría y calidad

Los adoquines deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogéneos, de grano fino y uniforme, de textura compacta.
- Carecer de grietas, pelos, coqueras, nódulos, zonas meteorizadas y restos orgánicos. Darán sonido claro al golpearlos con un martillo.
- Tener adherencia a los morteros

La forma y dimensiones de los adoquines serán las señaladas en los Planos o las que determine la Dirección de Obra.

Su cara superior será plana, y sus bordes no estarán rotos ni desgastados; tendrán unas medidas de dieciocho a veinte centímetros (18 a 20 cm.) de largo, y nueve a once centímetros (9 a 11 cm.) de ancho. El tizón será de catorce a dieciséis centímetros (14 a 16 cm.). La cara inferior tendrá como medidas las cinco sextas partes (5/6) de las homologadas de la superior; las caras laterales estarán labradas de

manera que las juntas producidas el ejecutar el pavimento no sean superiores a ocho milímetros (8 mm.) de ancho.

Los ángulos de fractura presentarán aristas vivas.

En lo referente a calidad deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Peso específico neto: No será inferior a dos mil quinientos kilogramos por metro cubico (2.500 kg/m3)
- Resistencia a compresión: No será inferior a mil trescientos kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (1.300 kgf/cm2)
- Coeficiente de desgaste: será inferior a trece centésimas de centímetro (0,13 cm.)
- Resistencia a la intemperie: Sometidos los adoquines a veinte (20) ciclos de congelación, al final de ellos no presentarán grietas, ni alteración visible alguna.

Estas determinaciones se harán de acuerdo con las Normas UNE vigentes.

2.66.3.3 Mortero de asiento

Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el mortero hidráulico designado como M450.

2.66.3.4 Lechadas de rejunte

La lechada de cemento para el rejuntado se compondrá de seiscientos kilogramos de cemento portland P-350 por metro cúbico (600 kg/cm3); y de arena, de la que no más de un quince por ciento (15%) en peso quede retenida por el tamiz 2,5 UNE ni más de un quince por ciento (15%) en peso pase por el tamiz 0,32 UNE.

2.66.3.5 Control de Calidad

Salvo indicación en contra del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el control de calidad se llevará a cabo de la siguiente manera:

- Para cada fuente de procedencia del material se establecerán lotes, cuyo tamaño, en función del parámetro a ensayar, se define más adelante, a los que se asignarán los resultados de los ensayos realizados. Las muestras se tomarán en los puntos que señale el Director de Obra.
- Si los resultados son positivos se aceptará el lote. En el caso de que no se alcancen los mínimos exigidos se rechazará el lote y no se abonará. Como alternativa se podrán realizar ensayos contradictorios en número igual o superior a dos, para cada parámetro afectado, aceptándose el material si ambos ensayos dan resultados satisfactorios y rechazándose en caso contrario. Los citados ensayos serán en todo caso por cuenta del Contratista.
- El Director de Obra podrá admitir un material que no haya superado el control anteriormente citado si se toman las medidas precisas para corregir los defectos detectados, y si mediante ensayos, definidos en número y forma por el Director de Obra, se demuestra que los parámetros afectados alcanzan los valores exigidos. Estos ensayos, así como los trabajos de corrección serán por cuenta del Contratista.
- El tamaño de los lotes referido a su superficie de pavimento, será el siguiente:

  Peso específico neto 20.000 m2 o fracción

  Resistencia a compresión 20.000 m2 o fracción

  Coeficiente de desgaste 20.000 m2 o fracción

Resistencia a la intemperie 20.000 m2 o fracción

2.66.4 Suelos de piedra natural

2.66.4.1 Características generales

Los materiales a emplear en la ejecución de los suelos de piedra natural serán de granito, cuarcita, arenisca o caliza y deberán reunir las siguientes condiciones como norma general.

Serán de construcción homogénea, de grano fino y uniforme y su estructura será compacta.

Las características de las piedras a colocar serán las indicadas en la Norma UNE 22202-1:2011

El resto de los materiales (arena, mortero de cemento y arena, lechada de cemento y arena) tendrán las características indicadas en la mencionada Norma UNE 22202-1:2011

2.66.4.2 Dimensiones

Las dimensiones de placas a colocar estarán definidas en los planos de Proyecto y/o en el Cuadro de Precios nº 1.

El espesor mínimo será de 3 cm.

2.66.4.3 Tolerancias

Las tolerancias admisibles serán las indicadas en la Norma UNE 22202-1:2011

2.66.4.4 Acabados

Los acabados podrán ser de cualquiera de los siguientes tipos:

- Pulido mate
- Apomazado
- Rugoso

El tipo de acabado será el indicado en los planos de Proyecto o el que indique el Director de Obra de acuerdo con la descripción de la unidad correspondiente en el Cuadro de Precios.

2.66.4.5 Control de Calidad

Se realizará una inspección visual y del peso específico de cada partida llegada a obra por muestreo.

El ensayo de permeabilidad y el de resistencia a compresión se comprobará en dos ocasiones por cada partida en caso que lo considere necesario la Dirección de Obra.

Todos los ensayos serán con cargo al Contratista.

2.66.5 Baldosas de gres cerámico

2.66.5.1 Características generales

Las baldosas serán de aristas vivas, de superficie tersa y plana y de espesor uniforme, fractura concoidea, debiendo estar preparada su cara inferior para facilitar su agarre con el mortero de recibido.

Serán capaces de soportar, sin desperfecto, una presión de seiscientos kilogramos por centímetro cuadrado (600 kg/cm2).

Las piezas de gres, serán totalmente impermeables de una gran dureza, tal que su desgaste por rozamiento sea prácticamente inapreciable, no deben absorber las grasas y no serán atacables por los agentes químicos, excepto ácido fluorhídrico y caústicos alcalinos calientes.

Reunirán las siguientes características mínimas:

- Coeficiente de absorción de agua máx 3%
- Resistencia a la flexión 250 kg/cm2
- Dureza al rayado de la superficie según Mohs < 5

Carecerán de grietas, coqueras, planos de exfoliación y materias extrañas que puedan disminuir su resistencia y durabilidad.

El color de las piezas coloreadas será uniforme y estable, careciendo de manchas y eflorescencias.

2.66.5.2 Control de Calidad

Se realizará una inspección visual y se comprobará por muestreo las características mínimas antes enumeradas. Según la norma UNE-EN ISO 10545-3:1997

2.66.6 Baldosas antideslizantes y de protección contra agentes químicos

2.66.6.1 Características

Tendrán las mismas características que las de gres cerámico que aparecen en el Apartado 2.66.5.1, teniendo además su cara vista con relieves.

2.66.6.2 Control de calidad

Se realizará por inspección visual y se comprobarán por muestreo las características mínimas que aparecen en el Apartado 2.66.5.2 y comprobándose además su resistencia química según UNE-EN ISO 10545-3:1997.

2.66.7 Terrazo

2.66.7.1 Características

El terrazo será de primera calidad, según la Norma UNE 127020:1999 EX, tendrá el grano grande y el color se determinará en obra sobre cinco (5) muestras que presentará el Contratista a requerimiento de la Dirección de Obra.

La cara de la huella se presentará lavada y no tendrá defecto alguno. Su aspecto y color serán uniformes.

El pulido del terrazo se realizará en obra por medio de máquina de disco horizontal.

2.66.7.2 Clasificación

2.66.7.2.1 En losas

Las losas o placas de terrazo tendrán una dimensión de 0,40 x 0,40 m. siendo su espesor mínimo de 2,6 cm. y de 1a. calidad según la Norma UNE 127020:1999 EX.

Mantendrán vivas sus aristas al objeto de disminuir el efecto de las juntas.

2.66.7.2.2 Continuo

Ejecutado "in situ" disponiendo juntas formando cuadrículas de no más de 1,25 m. de lado.

2.66.7.2.3 Gradas

Piezas prefabricadas del mismo material que las losas, apomazado, con sección en forma de L, de 3 cm. de espesor de pared y hasta 25 x 35 cm. de dimensiones de tabica y huella, respectivamente.

El espesor del mortero de acabado será de 1,5 cm. y llevará debajo dos capas de mortero de cemento de 1,5 cm. de espesor con una malla de diámetro 4 mm. cada 10 cm. entre ambos. Como base de todo ello llevará una capa de 2 cm. de arena de río de tamaño máximo de grano 0,5 cm.

2.66.7.3 Control de Calidad

Los materiales de origen industrial deberán cumplir las normas y disposiciones vigentes relativos a fabricación y control industrial.

Cuando el material llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas normas y disposiciones, su recepción se hará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

2.66.8 Entarimados

2.66.8.1 Madera para entarimados

Será madera frondosa (roble, castaño, eucaliptos, haya, uleola, etc.) con una dureza tangencial en la escala Chalis-Meudon no menor de 2,5 ni superior a 10. Podrá emplearse también madera resinosa (pino, abeto, cedro, etc.) con un peso no menor de 400 kg/m3.

Las tablas estarán perfectamente escuadradas y sin alabeos. Machihembrada en sus cantos opuestos. No tendrá nudos en los bordes ni apreciables en el interior. Las vetas seguirán una dirección que forme un ángulo con la máxima dirección de la tabla comprendido entre 0º y 45º.

Para los rastreles, se deberá utilizar madera de pino. Tendrá una humedad no superior al 12%.

La tensión máxima de rotura a flexión no será inferior a 100 kg/cm2. Tendrá un envejecimiento natural de seis meses o habrán sido estabilizadas sus tensiones.

Estará tratada contra ataques de hongos e insectos. El espesor mínimo será de 18 mm. y la anchura 70 mm.

2.66.8.2 Control de Calidad

Los materiales deberán cumplir la Normativa UNE.

Cuando el material llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas normas su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

2.66.9 Pavimentos vinílicos, plásticos y gomas

2.66.9.1 Definición y clasificación

Se tratan en estos apartados los siguientes tipos de revestimientos de suelos:

- Revestimientos por losetas de vinilo-amianto.

- Revestimientos de PVC, en losetas con juntas a tope, o juntas soldadas, o bien en rollos.
- Revestimientos de linóleo en losetas, o en rollos.
- Revestimientos de goma pegada, o bien recibida con cemento.

2.66.9.2 Materiales

En todos los casos deberán tener concedido el correspondiente Documento de Idoneidad Técnica.

- Pavimento de vinilo-amianto

Losetas semirrígidas de composición homogénea.

Se presentará en losetas de lado no menor de 30 cm. con embalse adecuado en el que conste la marca del fabricante.

- Pavimento de PVC

Losetas o rollos flexibles que cumplan las condiciones de calidad de la Norma UNE-EN 649:2011

Se presentará en losetas de lado no menor de 30 cm., o rollos de ancho no menor de 90 cm., con embalaje adecuado en el que conste la marca del fabricante.

- Pavimento de linóleo

Losetas o rollo flexibles compuestos por pasta de aceite de linaza, que aglomera harinas de corcho y madera, cargas minerales y pigmentos sobre un soporte adecuado.

Se presentará en losetas de lado no menor de 30 cm. o rollos de ancho no menor de 90 cm., con embalaje adecuado en el que conste la marca del fabricante.

- Pavimentos de goma

Rollo de goma de composición homogénea o con capa de huella y capa de base.

Cuando se reciba con cemento, la cara inferior tendrá unas protuberancias o nervaduras para su agarre.

Se presentará en rollo de ancho no menor de 90 cm. con embalaje adecuado en el que conste la marca del fabricante.

2.66.9.3 Control de Calidad

El Contratista presentará el Documento de Idoneidad Técnica con la clasificación UPEC correspondiente al material empleado y un Certificado del Fabricante con los resultados de los ensayos realizados.

El Contratista realizará una inspección visual del material y se verificará el espesor de las láminas.

2.66.10 Alicatados

2.66.10.1 Azulejos

Se define como azulejo a la pieza formada por un bizcocho cerámico, que presenta una superficie esmaltada impermeable e inalterable a los ácidos a las lejías y a la luz. Deberá haber sido cocido a temperatura superior a 900ºC. Su resistencia a flexión será mayor o igual que 15 N/mm2. Su dureza superficial Mohs no será inferior a 3. Su dilatación térmica entre 20ºC y 100ºC, oscilará entre 5 x 10-6 y 9 x 10-6. Su espesor no será menor de 3 mm. ni mayor de 15 mm.

La tolerancia en sus dimensiones será del 1% en menos.

No deberá estar esmaltado en la cara posterior ni en los cantos. Asimismo, tendrá marca en el reverso para poder identificarlo.

Los azulejos tendrán color uniforme, no tendrán poros ni grietas en la superficie vitrificada que deberá ser completamente plana.

El bizcocho podrá ser de:

- Pasta roja: arcilla roja sin mezcla de arena ni cal.
- Pasta blanca: caolín con mezcla de carbonato de cal, productos silíceos y fundentes.

Las piezas podrán llevar los cuatro cantos lisos o bien con ingletes o borde romo o en uno o en dos de ellos. En cada canto liso se dispondrán dos separadores en forma de pestaña de 0,5 mm. de saliente y 20 mm. de longitud.

Cumplirá las normas UNE - EN ISO 10545-11/97. El color y las dimensiones serán las que determine la Dirección de la Obra a la vista de las muestras recibidas del Contratista.

2.66.10.2 Adhesivos

Elástico, no tóxico, inalterable al agua.

Tendrá concedido el Documento de Idoneidad Técnica.

2.66.10.3 Control de Calidad

Se realizará una inspección visual y control dimensional por cada partida llegada a Obra.

2.66.11 Placas de fibrocemento

2.66.11.1 Características

Placas de material formado por una mezcla íntima y homogénea de cemento Portland, amianto en fibras y agua, con exclusión de materias que puedan perjudicar sus cualidades. Las placas serán homogéneas, incombustibles e imputrescibles y cumplirán con la UNE-EN 494/A1:2000.

Pueden presentarse en su color natural, coloreadas en masa o recibir capas superficiales adherentes.

Los pigmentos que se empleen para colorear la masa, deberán dar un color permanente y seguro. No contendrán sustancias que ataquen químicamente al cemento, tales como el óxido de plomo.

La proporción de cloruros solubles en el agua y de sulfatos, no excederá de 2,5% del peso del pigmento.

Las pinturas que se empleen para el acabado superficial, deberán dar un color homogéneo, tendrán una buena adherencia al fibrocemento, serán resistentes al agua y no presentarán diferencias de tonalidad. Deberán ser impermeables y no heladizas.

La densidad real será de 2,4 t/m3.

El coeficiente de dilatación entre 0ºC y 100ºC será 95 x 10-7

La resistencia a tracción en una probeta de una semionda de ancha será de 100 kg/cm2.

La cara destinada a estar expuesta a la intemperie será lisa.

Los bordes se presentará a escuadra, rectos y limpios.

Las placas llevarán una marca legible e indeleble que permita recordar el origen de la fabricación.

2.66.11.2 Control de Calidad

Al efectuar el Control de las partidas a su llegada a Obra se tendrá en cuenta que los materiales de origen industrial deberán cumplir las normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial, o en su defecto la Norma UNE-EN 494/A1:2000.

Cuando el material llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas normas y disposiciones su recepción se hará comprobando, únicamente, sus características aparentes y el control dimensional.

2.66.12 Placas de pizarra

2.66.12.1 Características

Las placas serán de pizarra procedente de roca natural sedimentaria, de naturaleza esquistosa, caracterizada por ser exfoliable. Exenta de piritas de hierro oxidables, carbonatos de calcio y otras inclusiones que a la intemperie modifiquen la resistencia o el aspecto de las pizarras.

No tendrán nudos salientes de altura superior a la mitad de su espesor nominal.

No presentará curvaturas o alabeos de flecha superior al 1,5% de la longitud considerada.

Permitirá el corte y la perforación de clavos sin que se produzcan escamas ni grietas.

La densidad aparente será superior a 2 t/m3. La resistencia a compresión será superior a 600 kg/cm2.

Las pizarras para techos serán homogéneas y carecerán de grietas capilares.

2.66.12.2 Control de Calidad

Al efectuar el control de las partidas a su llegada a obra tendrá en cuenta que los materiales de origen industrial deberán cumplir las normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial, y en su defecto la Norma UNE-EN ISO 7010:2012 (Ratificada)

Cuando el material llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas normas y disposiciones, su recepción se hará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

2.66.13 Plaquetas cerámicas, de gres y vitrificadas

2.66.13.1 Características

A base de arcillas, caolines, sílice, fundentes y otros componentes, cocidos a altas temperaturas.

Cuando su acabado sea esmaltado, el esmalte o revestimiento vítreo será totalmente impermeable e inalterable a la luz. Cualquier otro acabado, como englobado y salado, que reúna dichas características será considerado a efectos de este Pliego como esmaltado.

Su cara vista se presentará lisa o con relieves, y exenta de grietas y manchas. La cara posterior con relieves que facilitan su adherencia con el material de agarre.

La plaqueta normal reunirá las siguientes características mínimas en función de su coeficiente de absorción de agua:

Absorción de agua(a) en %	Peso específico aparente en Kg/m3	Resistencia a flexión en Kg/cm2
= < 3	2.300	250
3 < a = < 6	2.200	200
6 < a = < 10	2.100	175
10< a	1.900	125

La plaqueta de gres presentará las características que aparecen en el Apartado #2.23.5.#

2.66.13.2 Control de Calidad

Los materiales de origen industrial deberán cumplir las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control industrial, o en su defecto a la Norma UNE-EN ISO 10545-3:1997

2.66.14 Revestimiento de mortero cementado con árido

2.66.14.1 Características

Consiste en un acabado de paramentos verticales ejecutado a base de mortero de cemento al que una vez extendido y con anterioridad al comienzo del fraguado se le incrustan superficialmente áridos de tamaño comprendido entre 10 y 20 mm.

2.66.14.2 Materiales

- Cemento. El cemento a emplear será el cemento blanco, tipo BL II 32,5R.
- Arena. Será procedente de la trituración de roca caliza, con grano anguloso y de superficie rugosa con una granulometría continua. El 90% del árido estará comprendido entre 0,3 y 3 mm. y el resto entre 0,1 y 0,3 mm.
  - El contenido en materias perjudiciales (mica, yeso, feldespato, etc.) no será superior al 2%.
  - El contenido de materia orgánica será inferior al 3%.
  - El contenido en arcilla será inferior al 5%, en caso que se presente en grumos será inferior al 1%.
- Áridos superficiales decorativos. Serán procedentes de la trituración de rocas sanas de grano anguloso, superficie irregular y exentos de polvo, arena, arcilla, etc.
- Mortero. La dosificación será 1/1 con 920 kg. de cemento, 950 de arena, y 270 litros de agua.

2.66.14.3 Control de Calidad

Se efectuarán las previstas en los Apartados #2.6.# , #2.8.# y #2.10.# de este Pliego y exigiéndose además el Documento de Idoneidad técnica (DIT).

2.66.15 Chapados de piedra natural

En los chapados, se emplearán piedras procedentes de canteras de la región o de regiones, de análogas condiciones climáticas.

2.66.15.1 Características generales

Las piedras serán homogéneas de grano fino y uniforme, de textura compacta y capaz de soportar sin desperfectos una presión de 400 kgf/cm2.

Las piedras carecerán de grietas o pelos, coqueras, restos orgánicos, nódulos o riñones, blandones, gabarros y no deberán estar atronadas por causa de los explosivos empleados en su extracción.

La caliza será compacta de fractura homogénea. La resistencia mínima a compresión será 400 kg/cm2 según Norma UNE-EN 1926:1999.

El granito no estará meteorizado ni presentará fisuras. La resistencia mínima a compresión será de 800 kg/cm2 según Norma UNE-EN 1926:1999

El mármol será homogéneo y no presentará masas terrosas. La resistencia mínima a compresión será de 500 kg/cm2 según Norma UNE-EN 1926:1999

El espesor mínimo será de 30 mm.

Las piedras no deberán ser absorbentes ni permeables, no debiendo pasar la cantidad de agua absorbida del dos por ciento (2%) en peso para la caliza según UNE 22182/85, 1,4% para el granito según UNE-EN 1936:1999.

Las piedras no deberán ser heladizas, resistiendo bien la acción de agentes atmosféricos.

Las piedras presentarán buenas condiciones de adherencia para los morteros.

Las piedras deberán poder resistir sin estallar la acción del fuego.

2.66.15.2 Dimensiones y tolerancias

Las dimensiones de las placas vendrán señaladas en los Planos de Proyecto y/o Cuadro de precios o definidas en su caso por la Dirección de Obra.

Las tolerancias en las dimensiones serán las siguientes:

Lados	+ 2 mm.
Espesor	- 3 mm.
Fuera de escuadra	1 mm.
Flecha	longitud lado mayor / 500

2.66.15.3 Anclajes ocultos

Los anclajes serán de acero inoxidable con un límite elástico de 4.200 kg/cm2. La longitud de la chapa será de 100 mm. y el espesor 3 mm. La varilla será de Dm. 3 mm.

2.66.15.4 Separadores de placas

Los separadores de placa serán de policloruro de vinilo de 15 x 10 x 1,5 mm.

2.66.15.5 Control de Calidad

Se realizará una inspección visual y se comprobará el peso específico de cada partida llegando a obra por muestreo.

El ensayo de permeabilidad y el de resistencia a compresión se comprobará en dos ocasiones por cada partida en caso que lo considere necesario la Dirección de Obra.

Todos los ensayos serán con cargo al Contratista.

2.66.16 Chapa galvanizada y prelacada

2.66.16.1 Características

Se utilizará chapa de acero de calidad comercial protegida a corrosión mediante proceso de galvanización en continuo con un recubrimiento mínimo Z-275 según UNE-EN 10142:2001

El espesor mínimo de la chapa será de 1 mm.

El módulo resistente y el momento de inercia para cada perfil garantizarán la rigidez necesaria para que no se produzcan abolladuras locales bajo una carga puntual de 100 kg. en las condiciones más desfavorables.

El tipo de perfil a emplear estará especificado en el P.P.T.P. y/o en los planos de detalle.

Salvo especificación contraria en el P.P.T.P., planos de Proyecto o en el Cuadro de Precios, la protección será la correspondiente a un ambiente urbano, industrial moderado y marítimo moderado y será a base de un galvanizado Z-275 con capa de acabado a base de pinturas como las anticorrosivas de resinas 100% acrílicas, alquídicas, oleorresinosas de óxido de hierro con las imprimaciones y capas intermedias adecuadas.

Las chapas de los paneles de doble chapa estarán unidas mediante una imprimación previa de un adhesivo a un alma de aislamiento térmico cuyas características y espesores se determinara en el P.P.T.P. en los Planos de Proyecto y/o en el Cuadro de precios. Igualmente se define en ellas si las uniones se realizan mediante ensamblado o con tapajuntas.

Los accesorios reunirán las siguientes características:

- Ganchos: Acero calidad F-111 según UNE UNE-EN ISO 683-1 Y 2:2019, galvanizado, equipado con tuerca y arandela estanca y de forma que queden adaptados a los perfiles.
  - La rosca será métrica y según los perfiles serán:
  - IPM < 100 M7
  - IPM < 140 M8
  - Los ganchos de desarrollo superior a 265 serán M-8
- Tornillos autorroscantes M 6 y Tornillos de rosca cortante:

Serán de acero cadmiado o galvanizado bicromatado, o inoxidable con resistencia al cizallamiento no menor de 1.100 kg. y una resistencia mínima a torsión de 180 cm. kg.

Estarán equipados con arandela metálica y arandela eléctrica para la estanqueidad.

- Remaches: Con núcleo de acero cadmiado, aluminio o acero inoxidable con resistencia al cizallamiento no menor de 350 kg.

En caso necesario estarán equipados con arandelas de estanqueidad.

De acuerdo con la protección especificada en este P.P.T. el espesor mínimo de protección de los accesorios será lo siguiente:

13 micras en galvanizado

8 micras en cadmiado

Con resistencia a 3 inmersiones en sulfato de cobre.

- Refuerzos apoyaondas:

Serán de chapa de acero para embutición con un espesor mínimo de 6 mm., protegida a corrosión mediante proceso de galvanización en continuo con un recubrimiento mínimo Z-275 según UNE-EN ISO 683-1-2:2019

- Juntas de estanqueidad:

Serán de material elástico (vinilo, neopreno).Tendrán un perfil que se adaptará al de la chapa donde vaya a instalarse y serán duraderas y resistentes a los agentes químicos

Su composición química no atacará a las chapas puestas en contacto con ellas.

- Juntas de sellado:

Serán de masilla inyectable o cordón preformado.

2.66.16.2 Control de Calidad

Todo el material llegará a obra con el correspondiente Certificado de Origen Industrial en el que se acreditará el cumplimiento de las condiciones, normas y disposiciones anteriormente mencionadas.

En este caso se realizará una comprobación de sus características aparentes

2.67 MATERIALES CERÁMICOS Y AFINES

2.67.1 Ladrillos

2.67.1.1 Definición

Será de obligado cumplimiento el documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación (aprobado por el RD 1371/2007, de 19 de octubre).

En función de su utilización se definen dos clases de ladrillos:

- Ladrillo común (NV), para fábricas con revestimiento.
- Ladrillo visto (V), para fábricas sin revestimiento.

2.67.1.2 Condiciones generales

Los ladrillos presentarán regularidad de dimensiones y forma que permitan la obtención de tendeles de espesor uniforme, igualdad de hiladas, paramentos regulares y asiento uniforme de las fábricas, satisfaciendo para ello las características especificadas en el documento básico "DB-HR Protección frente al ruido".

Para asegurar la resistencia mecánica, durabilidad y aspecto de las fábricas, los ladrillos satisfarán las características físicas que se especifican en el documento básico "DB-HR Protección frente al ruido".

Los ladrillos no presentarán defectos que deterioren el aspecto de las fábricas y de modo que se asegure su durabilidad. Para ello cumplirán las limitaciones establecidas en el documento básico "DB-HR Protección frente al ruido".

2.67.1.3 Forma y dimensiones

Serán las indicadas en el documento básico "DB-HR Protección frente al ruido".

2.67.1.4 Resistencia a la intemperie

La resistencia a la intemperie se comprobará mediante la Norma UNE 67028 EX.

2.67.1.5 Suministro e identificación

Los ladrillos se suministrarán a obra perfectamente empaquetados, con el fin de que al efectuar su descarga se produzca un mínimo porcentaje de ladrillos rechazables por rotura o desconchado. Los paquetes no serán totalmente herméticos para permitir la absorción de la humedad ambiente.

En el albarán y, en su caso, en el empaquetado figurarán como mínimo los siguientes datos:

- Fabricante y marca comercial, si la hubiera.
- Tipo y clase de ladrillo.
- Resistencia a compresión (Kp/cm^2)
- Dimensiones nominales (cm.)
- Sello INCE si el material lo tiene concedido.

2.67.1.6 Suministro y recepción

Para efectuar el control y recepción de los ladrillos se seguirán las especificaciones del el documento básico "DB-HR Protección frente al ruido".

Cuando los ladrillos suministrado estén amparados por el sello INCE, la Dirección de Obra podrá simplificar la recepción hasta llegar a reducir la misma a la comprobación, a la llegada del material a obra de que los ladrillos llegan en buen estado, el material es identificable según el documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" y el producto se corresponde con la muestra de contraste aceptada.

Asimismo los productos procedentes de los Estados miembros de la CEE fabricados con especificaciones técnicas nacionales que garanticen objetivos de seguridad equivalentes a los proporcionados por el documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" y vengan avalados por certificados de ensayos o controles realizados por laboratorios oficialmente reconocidos en los Estados miembros de origen, la Dirección de Obra podrá simplificar la recepción a la comprobación, a la llegada del material en obra antes señalada.

2.67.1.7 Control de calidad

Los ensayos para unificar las características de los ladrillos serán los siguientes:

- Las características dimensionales y de forma se determinarán según Norma UNE 67030: "Ladrillos de arcilla cocida. Medición de las dimensiones y comprobación de la forma".
- La resistencia a la compresión se determinará según Norma UNE EN 772-1: "Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: determinación de la resistencia a compresión".
- La calificación de heladizo o no heladizo se determinará según Norma UNE 67028 EX: " Ladrillos cerámicos de arcilla cocida. Ensayo de heladicidad".
- El ensayo de eflorescencia se determinará según la Norma UNE 67029 EX: "Ladrillos cerámicos de arcilla cocida. Ensayo de eflorescencia".
- La succión de agua se determinará según la Norma UNE EN 772-11: "Método de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 11: determinación de la absorción de agua por capilaridad de piezas para fábrica de albañilería. En hormigón, piedra natural y artificial, y de la tasa de absorción de agua inicial de las piezas de arcilla cocida para fábrica de albañilería".
- La masa se determinará sobre 6 ladrillos tomados al azar de la muestra con una precisión de un gramo y desecando previamente las piezas a una temperatura de 100-110ºC hasta masa constante. El resultado será la media de las seis determinaciones.

2.67.2 Bloque hueco decorativo

2.67.2.1 Definición y condiciones generales

Es una pieza en forma de paralelepípedo rectangular constituido por un conglomerado de cemento y/o cal y un árido natural.

Será de obligado cumplimiento el documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" y lo dispuesto en el apartado 2.24.1 del presente Pliego.

Presentará perforaciones uniformemente repartidas, de eje normal al plano de asiento y de volumen no superior a los dos tercios del volumen total del bloque. Se suministrará a obra con una carga de rotura (compresión área neta) de 140 kg/cm2, absorción de agua no superior al 10% en peso, heladicidad: inerte a ± 201 C y densidad 2,15 t/m3. No presentará variaciones dimensionales superiores al 1%. El peso del bloque no será superior a 25 kg. Los bloques no presentarán grietas, deformaciones, alabeos ni desconchado de aristas.

Se fabricarán medios bloques y bloques de fondo ciego, que llevarán las perforaciones cerradas en la cara de asiento con una capa del mismo material, de espesor no inferior a 125 mm. y bloques con dos caras perpendiculares lisas para esquinas y mochetas.

2.67.2.2 Control de Calidad

Los materiales de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE) aplicables, así como el CTE y las siguientes normas UNE:

7050, 772-1, 83956, 7132, 7178, 196-3, 7204, 196-1 y 83952.

Cuando el material llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

2.68 FALSOS TECHOS

2.68.1 Definición

Se trata de una unidad de obra consistente en la formación de techos suspendidos con, o sin, juntas aparentes, en interiores de edificios.

2.68.2 Clasificación

Por la apariencia, una vez realizados, los falsos techos se pueden clasificar en:

- Continuos: Carecen de juntas aparentes
- De placas: Tienen juntas aparentes suspendidas entre las placas

2.68.3 Características de los materiales

2.68.3.1 Planchas de escayola

En el caso de techos continuos la cara vista será plana y lisa, de 20 mm. de espesor. El reverso estará rigidizado con cañas de 15 mm. de diámetro formando una cuadricula de 400 mm. Las planchas llevarán un entramado de fibras vegetales o sintéticas. Las cañas anteriormente mencionadas estarán secas y exentas de fisuras.

En el caso de techo de placas, estas serán rectangulares o cuadradas, pudiendo ser su cara exterior lisa o en relieve. El espesor de las placas será de 25 mm.

Todos los materiales cumplirán con norma UNE-EN 14246:2007 o UNE-EN 520:2005.

2.68.3.2 Tela metálica

Será de acero galvanizado de alambre de 0,5 mm. de espesor y 15 mm. de luz de malla.

2.68.3.3 Elementos metálicos de sujeción

Todos los elementos metálicos usados como soporte, cuelgue o fijación del falso techo serán de acero galvanizado.

2.68.4 Control de calidad

Los materiales de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas anteriormente así como las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control industrial.

Cuando el material llegue a obra con el correspondiente Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de todo lo citado anteriormente la recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes, y estará avalado por el sello INCE.

2.69 VIDRIOS Y LUNAS

2.69.1 Definición

Materiales destinados al acristalamiento de huecos de forma rectangular, en exteriores o interiores.

2.69.2 Características de los materiales

2.69.2.1 Vidrios y lunas

Según el método de fabricación se pueden clasificar del siguiente modo:

- Vidrio estirado

Será vidrio transparente, obtenido por el procedimiento de estirado, sin operaciones posteriores. Será plano, sin asperezas ni ondulaciones en los bordes.

Su espesor tendrá una tolerancia de+ 1 mm.

- Luna

Será vidrio transparente, obtenido por laminación, desbaste y pulido, o por flotado. Será plano, sin asperezas ni ondulaciones en los bordes y caras rigurosamente paralelas.

- Vidrio impreso

Será vidrio traslúcido, obtenido por colado y laminación, con dibujo impreso por una o dos caras, sin asperezas ni ondulaciones en los bordes.

Su espesor tendrá una tolerancia de +1 mm.

2.69.2.2 Materiales para fijación

- Elementos de caucho (calzos y perfiles continuos)

Serán de caucho sintético. Dureza Shore superior a 60 grados. Inalterable a temperatura entre -10°C y +80°C y cumplirán con la Norma UNE-EN 12488:2017. Estas características no variarán esencialmente en un periodo no inferior a 1O años, desde su aplicación.

- Masilla elásticas sin mezcla previa (siliconas)

Será imputrescible e impermeable. Compatible con el mater"1al de la carpintería, caucho y vidrio. Dureza inferior a la del vidrio. Elasticidad capaz de absorber deformaciones de un 15%. Inalterable a temperaturas entre -10°C y +80°C. Estas características no variarán esencialmente en un periodo no inferior a 1O años, desde su aplicación.

2.69.3 Control de calidad

Los materiales deberán cumplir las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial, o en su defecto, la norma UNE -EN 12488:2017

Cuando el material llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

2.70 FONTANERÍA Y APARATOS SANITARIOS

2.70.1 Definición

Se tratan en este artículo el conjunto de elementos necesarios para el suministro de agua en edificios, desde la acometida hasta el grifo, así como los necesarios para la evacuación de aguas residuales y pluviales, desde los puntos de recogida de las mismas hasta el, o los, correspondientes puntos de vertido.

2.70.2 Conducciones

2.70.2.1 Tubería de cobre

Tanto el tubo como las piezas especiales serán de cobre estirado, sin soldaduras y desoxidado con fósforo sin arsénico, según UNE-EN 12449:2016

Serán estancos a una presión mínima de 20 Atm. Tendrán sección circular y espesor uniforme.

Las superficies interior y exterior serán lisas y estar exentas de rayas, manchas, sopladuras, escorias, picaduras o pliegues.

2.70.2.2 Tubería de PVC sanitario

Tanto el tubo como las piezas especiales serán de policloruro de vinilo rígido, terminadas con copa en uno de sus extremos.

Serán de espesor uniforme y superficie interior lisa según Norma UNE-EN 1329-1:2014+A1:2018. Las abrazaderas serán de acero galvanizado con manguito de caucho sintético.

2.70.3 Grifería y valvulería

Los hidromezcladores manuales y los grifos serán de acero cromado, teniendo el correspondiente elemento para roscar.

Estarán exentos de defectos que puedan influir en las características mecánicas e hidráulicas, en la estanqueidad, en el revestimiento protector, o en el aspecto exterior.

Las llaves de paso serán de acero cromado las vistas o de latón las no vistas, permitiendo el corte y regulación del paso de agua. De espesor mínimo 2 mm. y serán estancas a la presión de 15 Atm.

Todos los elementos de grifería y valvulería serán inalterables al agua caliente, y se ajustarán a la descripción dada en el cuadro de precios.

El tipo y modelo a colocar se definen en los planos de Proyecto y/o en el Cuadro de Precios.

2.70.4 Aparatos sanitarios

Los aparatos sanitarios serán de loza vitrificada de calidad selecta y robusta y de color uniforme.

El exterior de los aparatos tendrá un acabado al brillo al igual que todas las partes visibles del interior.

El Contratista les garantizará contra cualquier imperfección, como alabeo, picadura, cuarteo, desconchado y porosidad.

El tipo, modelo y color se definen en los Planos de Proyecto y/o en el Cuadro de Precios.

2.70.5 Control de calidad

Los materiales deberán cumplir las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial.

El material llegará a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas normas y disposiciones. La recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

2.71 MOBILIARIO URBANO

2.71.1 Definición

Se trata de elementos del entorno urbano.

2.71.2 Papeleras

Descripción

Papeleras con sistemas adecuados y económicos de recogida de residuos y materiales y acabados según especificaciones y preferencias del órgano competente correspondiente.

No se apreciarán grietas, exfoliaciones ni desprendimientos del recubrimiento.

En las papeleras de chapa, ésta estará protegida con una capa cincada al baño electrolítico y acabada con pintura epoxi (espesor 2 micras).

Condiciones de suministro y almacenaje.

SUMINISTRO.

Se suministraran embaladas si se da el caso.

ALMACENAMIENTO.

Se almacenarán en su embalaje hasta que se realice su colocación, de manera que no se deformen y en lugares protegidos de impactos.

2.71.3 Bancos

Descripción

Bancos de madera de alta calidad pintados y barnizados con soportes de fundición o de acero galvanizado y pintado.

Estarán formados con piezas de estructura y de refuerzo, asiento y respaldo de listones de madera, con los cantos romos, fijados a la estructura con tornillería de acero inoxidable.

No se apreciarán grietas, exfoliaciones ni desprendimientos del recubrimiento.

El acabado de la madera tendrá dos capas de barniz a poro abierto para exteriores, previa capa de preparación con fondo protector.

La estructura metálica tendrá un acabado con una mano de pintura antioxidante y dos de esmalte. Las bases de las patas tendrán espárragos roscados de acero inoxidable para el anclaje.

El conjunto estará exento de golpes o defectos superficiales.

Condiciones de suministro y almacenaje.

SUMINISTRO.

Se suministran los bancos embalados.

ALMACENAMIENTO.

Se almacenarán los bancos en su embalaje hasta que se proceda a su colocación, de manera que no se deformen y en lugares protegidos de impactos.

2.71.4 Barandillas

Descripción

Conjunto de distintos perfiles de acero que unidos entre sí forman el bastidor y el entrepaño de la barandilla de protección.

Tendrán un aspecto uniforme y no presentarán defectos superficiales. El tamaño, tipo y disposición de los perfiles cumplirán lo especificado en la documentación técnica del proyecto. La unión de los perfiles se hará por soldadura (por arco o por resistencia). Se admite también la unión con tornillos autorroscantes de acero inoxidable en el caso de que el perfil tenga pliegues especialmente hechos para alojar la tornillería.

El momento de inercia de los perfiles de la barandilla no solidarios con la obra será tal que, sometidos a las condiciones de carga más desfavorable, la flecha sea $\leq$ L/250.

La disposición de los barrotes será de tal manera que no tiene que permitir el paso en ningún punto, de una esfera de diámetro equivalente a la separación entre barrotes de la barandilla, ni facilitará la escalada.

Los montantes llevarán incorporados los dispositivos de anclaje previstos en el proyecto.

El recubrimiento de los elementos será liso, homogéneo y sin discontinuidades en la capa de zinc. Estará exento de manchas, inclusiones de flujo, cenizas o motas.

No presentará exfoliaciones apreciables a simple vista ni burbujas, rayas, picaduras o puntos sin galvanizar.

Se aplicaran como mínimo dos manos de pintura de acabado según las especificaciones que se señalen en cada proyecto.

Condiciones de suministro y almacenaje.

SUMINISTRO:

Con las protecciones necesarias para que llegue a la obra en las condiciones exigidas y con el escuadrado previsto.

Los elementos de acero laminado llevarán gravadas en relieve las siglas del fabricante y el símbolo de designación del acero.

ALMACENAMIENTO:

Protegida de lluvias, focos húmedos y de zonas donde pueda recibir impactos. No estará en contacto con el suelo.

2.72 CIERRES Y VALLAS

2.72.1 Verjas

2.72.1.1 Materiales

Las verjas se podrán materializar mediante malla de acero galvanizado o acero galvanizado con posterior plastificado, pudiendo ser soldada o de torsión. Dicha malla estará sujeta a postecillos que serán a su vez de acero galvanizado, o acero galvanizado con posterior plastificado.

Se podrán materializar también mediante paneles formados por perfil exterior y mallazo interior ambos de acero que podrán ser galvanizado o bien chorreado y pintado.

2.72.1.2 Control de Calidad

Se llevará a cabo de acuerdo con los apartados correspondientes de los materiales que lo componen del presente Pliego.

2.72.2 Puertas

2.72.2.1 Materiales

Estarán materializadas mediante perfiles tubulares de acero chorreado y pintado o galvanizados en caliente, con las características que aparecen en los apartados correspondientes de los materiales que lo componen del presente Pliego.

2.72.2.2 Control de Calidad

Se llevará a cabo de acuerdo con los apartados correspondientes de los materiales que lo componen del presente Pliego.

2.73 MATERIALES PARA RESTAURACIONES Y REVEGETACIONES

2.73.1 Definición:

Comprende aquellos materiales necesarios para la restauración de taludes y riberas, así como los específicos para la realización de revegetaciones de terrenos.

Entre estos materiales se encuentran, entre otros, los geocompuestos y las biomantas utilizados para la protección de taludes, y los sistemas de contención formados por estructuras de troncos o ramas de madera combinados con inserción de material vivo para la restauración de márgenes de ríos.

Asimismo, en el caso de los materiales para revegetaciones, éstos incluyen desde las semillas y elementos vegetales, utilizados para siembras y plantaciones respectivamente, hasta los diferentes tipos de enmienda orgánica, abonos químicos, suelos, aguas de riego y materiales de cobertura.

2.73.2 Características

Los materiales deberán cumplir con carácter general una serie de especificaciones que se detallan a continuación.

En el caso de las semillas, éstas procederán de casas comerciales acreditadas y serán del tamaño, aspecto y color de la especie botánica elegida. Para todas las partidas de semilla se exigirá un certificado de origen que ofrezca garantías suficientes a la Dirección de Obra. Además, las semillas no estarán contaminadas por hongos, ni presentarán signos de haber sufrido alguna enfermedad micológica. Tampoco presentarán parasitismo de insectos.

En la elección de las mezclas de semillas para siembras e hidrosiembras y de plantas arbustivas y arbóreas, se dará prioridad a especies de las comunidades vegetales propias de la zona. Asimismo, su lugar de procedencia debe reunir condiciones climáticas semejantes o, al menos, favorables para el buen desarrollo de las plantas y será, como norma general, un vivero oficial o comercial acreditado.

Las plantas serán en general bien conformadas, de desarrollo normal, sin que presenten síntomas de raquitismo o retraso. No presentarán heridas en el tronco o ramas y el sistema radical será completo y proporcionado al porte. Las raíces de las plantas de cepellón o raíz desnuda presentarán cortes limpios y recientes, sin desgarrones ni heridas. Su porte será normal y bien ramificado, y las plantas de hoja perenne presentarán el sistema foliar completo, sin decoloración ni síntomas de clorosis.

En las especies arbóreas que se planten con más de un metro de altura podrá ser requerido, a juicio de la Dirección de Obra, la colocación de tutores u otras medidas de soporte, al objeto de anclarlas y mantenerlas en posición vertical.

Se utilizará la tierra vegetal extraída de la zona. En caso de que fuese necesario incorporar tierra vegetal procedente de préstamos, se controlará que no incorpore semillas ni brotes de especies invasoras, que puedan suponer una amenaza para el éxito de la revegetación y para el mantenimiento de la biodiversidad local.

El uso de herbicidas y plaguicidas en las operaciones de mantenimiento de siembras y plantaciones deberá restringirse al máximo, dándose preferencia a los procesos mecánicos. En caso de ser imprescindibles, deberán utilizarse productos cuya persistencia y toxicidad sean mínimas, que serán aplicados por personal con la debida cualificación, según se establezca legalmente.

2.73.3 Control de calidad

El Contratista deberá presentar una propuesta específica de actuaciones de restauración y revegetaciones para su aprobación por la Dirección de Obra.

Las semillas y los elementos vegetales pertenecerán a las especies o variedades señaladas en dicha propuesta, y reunirán las condiciones que asimismo se indiquen.

El Contratista deberá sustituir todas las semillas y/o plantas rechazadas, si así lo ordenara la Dirección de Obra, y correrán a su costa todos los gastos ocasionados por las sustituciones, sin que el posible retraso producido pueda repercutir en el plazo de ejecución de la obra.

Las geomallas, geocompuestos bentoníticos y biomantas deberán ir dotadas de un certificado de fabricación en el que se reflejen sus características técnicas. En caso de que así lo requiera, la Dirección de Obra podrá ordenar la realización de los ensayos oportunos.

ÍNDICE

3. CAPÍTULO III – DEFINICIÓN, EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS 20

3.1 CONDICIONES GENERALES 20

3.1.1 Introducción 20

3.1.1.1 Inspección del emplazamiento 20

3.1.1.2 Ocupación de Terrenos y su Vigilancia 20

3.1.1.3 Fuentes de Energía 20

3.1.1.4 Uso Temporal de Bienes de la Propiedad 20

3.1.1.5 Reclamaciones de terceros 21

3.1.2 Inicio de las obras 21

3.1.2.1 Comprobación del Replanteo 21

3.1.2.2 Modificaciones al Proyecto como Consecuencia del Replanteo. 22

3.1.2.3 Orden del Inicio de la Obra y de cada uno de los Tajos 22

3.1.2.4 Plazo de Ejecución 22

3.1.2.5 Programa de Trabajos 22

3.1.2.6 Variaciones en el Plazo de Ejecución, Consecuencia de Modificaciones al Proyecto 23

3.1.2.7 Examen de las Propiedades Afectadas por las Obras 23

3.1.2.8 Localización de servicios, estructuras e instalaciones 23

3.1.3 De la ejecución normal de las obras 24

3.1.3.1 Medidas de Protección y Seguridad 24

3.1.3.2 Libre Acceso a la Obra 24

3.1.3.3 Inspección y Vigilancia 24

3.1.3.4 Oficina de Obra para la Dirección de Obra 25

3.1.3.5 Protección, Vallado y Vigilancia de Obra 25

3.1.3.6 Accesos a la Obra 26

3.1.3.7 Inscripciones en las Obras 27

3.1.3.8 Equipos e Instalaciones Auxiliares de Obra 27

3.1.3.9 Cruces de Carreteras y Ferrocarriles 28

3.1.3.10 Obras que Afectan a Cauces de Ríos o Arroyos 28

3.1.3.11 Reposición de Servicios, Estructuras e Instalaciones Afectadas 29

3.1.3.12 Evitación de Contaminaciones 30

3.1.3.13 Utilización de Materiales que Aparezcan durante la Ejecución de la Obra 30

3.1.3.14 Objetos hallados en las Obras. 30

3.1.3.15 Conservación durante la Ejecución. 30

3.1.3.16 Trabajos Ocultos 31

3.1.4 Incidencias en la ejecución de las obras 31

3.1.4.1 Reparaciones u Obras de Urgente Ejecución. 31

3.1.4.2 Modificación del Contrato de Obras 31

3.1.4.3 Incumplimiento del Programa de Trabajos. 32

3.1.4.4 Suspensión Temporal de las Obras. 33

3.1.4.5 Mejoras Propuestas por el Contratista 33

3.1.4.6 Variaciones no Autorizadas 33
3.1.4.7 Obras Defectuosas 34
3.1.4.8 Obras Incompletas 34
3.1.4.9 Trabajos Nocturnos y Emergencias 34
3.1.5 Medición y abono de las obras 34
3.1.5.1 Valoración de las obras ejecutadas 34
3.1.5.2 Mediciones 35
3.1.5.3 Certificaciones 35
3.1.5.4 Precios Unitarios 35
3.1.5.5 Abono de unidades 36
3.1.5.6 Partidas Alzadas 36
3.1.5.7 Abonos a Cuenta de Materiales Acopiados, Equipos e Instalaciones 36
3.1.5.8 Gastos de Seguridad y Salud 36
3.1.5.9 Precios Contradictorios 36
3.1.5.10 Revisión de Precios 37
3.1.6 Terminación de la obra 37
3.1.6.1 Notificación de Terminación de Obra 37
3.1.6.2 Recepción de las Obras 37
3.1.6.3 Proyecto de Obras Ejecutadas 37
3.1.6.4 Período de Garantía. Responsabilidad del Contratista 37
3.1.6.5 Liquidación de las Obras 38
3.2 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO 39
3.2.1 Despeje del terreno 39
3.2.1.1 Definición 39
3.2.1.2 Ejecución de las obras 39
3.2.1.3 Medición y abono 39
3.2.2 Desbroce del terreno 39
3.2.2.1 Definición 39
3.2.2.2 Ejecución de las obras 39
3.2.2.3 Medición y abono 40
3.2.3 Tala 40
3.2.3.1 Definición 40
3.2.3.2 Ejecución de las obras 40
3.2.3.3 Medición y abono 40
3.2.4 Escarificado y compactación superficial 40
3.2.4.1 Definición 40
3.2.4.2 Ejecución de las obras 40
3.2.4.3 Control de calidad 41
3.2.4.4 Medición y abono 41
3.2.5 Pistas y explanadas de trabajo 41
3.2.5.1 Definición 41
3.2.5.2 Ejecución 41

3.2.5.3 Medición y abono 42
3.2.6 Conexión a los Colectores Existentes 42
3.3 DEMOLICIONES 44
3.3.1 Demoliciones de obras de fábrica de cualquier tipo 44
3.3.1.1 Definición 44
3.3.1.2 Ejecución de las obras 44
3.3.1.3 Medición y abono 44
3.3.2 Demolición de firmes de carreteras y caminos 44
3.3.2.1 Definición 44
3.3.2.2 Ejecución de las obras 44
3.3.2.3 Medición y abono 45
3.3.3 Demolición de conducciones de abastecimiento y saneamiento existentes 45
3.3.3.1 Definición 45
3.3.3.2 Ejecución de las obras 45
3.3.3.3 Medición y abono 45
3.4 EXCAVACIONES 46
3.4.1 Excavación de tierra vegetal 46
3.4.1.1 Definición 46
3.4.1.2 Ejecución de las Obras 46
3.4.1.3 Medición y Abono 46
3.4.2 Excavación a cielo abierto 47
3.4.2.1 Definición 47
3.4.2.2 Clasificación 47
3.4.2.3 Ejecución de las Obras 48
3.4.2.4 Tolerancias 51
3.4.2.5 Medición y Abono 51
3.4.3 Excavación en zanjas y pozos 52
3.4.3.1 Definición 52
3.4.3.2 Clasificación 52
3.4.3.3 Ejecución de las Obras 52
3.4.3.4 Tolerancias 53
3.4.3.5 Medición y Abono 54
3.4.4 Evacuación de aguas, agotamiento 55
3.4.4.1 Condiciones de Vertido 55
3.4.4.2 Clasificación de los Agotamientos en Función del Caudal a Evacuar 55
3.4.4.3 Sistemas de Evacuación según el Tipo de Obras 55
3.4.4.4 Sistemas Especiales 56
3.4.4.5 Medición y Abono 56
3.4.5 Desprendimientos 57
3.4.5.1 Definición 57
3.4.5.2 Medición y Abono 57
3.4.6 Superficie de precorte en roca 57

3.4.7 Acopios temporales de tierras y gestión de sobrantes 57
3.4.7.1 Definiciones 57
3.4.7.2 Ejecución 58
3.4.7.3 Medición y Abono 58
3.5 MEJORA DEL TERRENO 60
3.5.1 Definición 60
3.5.2 Clasificación 60
3.5.3 Ejecución 60
3.5.4 Medición y abono 61
3.6 SOSTENIMIENTO DE ZANJAS Y POZOS 62
3.6.1 Definición 62
3.6.2 Clasificación 62
3.6.3 Entibaciones 62
3.6.3.1 Definición 62
3.6.3.2 Clasificación de las entibaciones 62
3.6.3.3 Sistemas de entibación 62
3.6.3.4 Condiciones generales de las entibaciones 63
3.6.3.5 Ejecución 64
3.6.3.6 Control de calidad 65
3.6.4 Tablestacados metálicos 65
3.6.4.1 Definición 65
3.6.4.2 Condiciones generales de los tablestacados 65
3.6.4.3 Ejecución 65
3.6.4.4 Tratamientos superficiales 66
3.6.4.5 Control de calidad 67
3.6.5 Carriles para hincar 67
3.6.5.1 Definición y Características 67
3.6.5.2 Control de Calidad 67
3.6.6 Anclajes y bulones 67
3.6.6.1 Definición 67
3.6.6.2 Ejecución 68
3.6.6.3 Control de Calidad 69
3.6.6.4 Protección contra la corrosión 69
3.6.6.5 Ensayos, vigilancia y control 69
3.6.7 Gunitados 71
3.6.7.1 Definición 71
3.6.7.2 Ejecución de las obras 71
3.6.7.3 Control de Calidad 72
3.6.8 Sistemas especiales de sostenimiento del terreno 72
3.6.9 Proyecto de los sistemas de sostenimiento a emplear en zanjas y pozos 72
3.6.10 Retirada del sostenimiento 73
3.6.10.1 Entibaciones 73

3.6.10.2 Tablestacados metálicos ... 73
3.6.10.3 Carriles hincados ... 73
3.6.11 Medición y abono de los sistemas de sostenimiento ... 73
3.7 ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN DEL TERRENO ... 76
3.7.1 Definición ... 76
3.7.2 Clasificación ... 76
3.7.3 Escolleras ... 76
3.7.3.1 Encachados de piedra ... 76
3.7.3.2 Escollera de piedras sueltas ... 76
3.7.3.3 Escollera colocada con medios mecánicos ... 77
3.7.4 Gaviones ... 77
3.7.4.1 Definición ... 77
3.7.4.2 Materiales ... 77
3.7.4.3 Ejecución de las obras ... 77
3.7.5 Tierra armada ... 78
3.7.5.1 Definición ... 78
3.7.5.2 Materiales ... 78
3.7.5.3 Ejecución de las obras ... 78
3.7.6 Medición y Abono ... 79
3.8 CIMENTACIONES ... 80
3.8.1 Definición ... 80
3.8.2 Clasificación ... 80
3.8.3 Cimentaciones superficiales ... 80
3.8.3.1 Definición ... 80
3.8.3.2 Clasificación ... 80
3.8.3.3 Condiciones Generales ... 80
3.8.3.4 Ejecución ... 80
3.8.3.5 Medición y Abono ... 81
3.8.4 Cimentaciones profundas y elementos especiales de contención ... 81
3.8.4.1 Pantallas Continuas de Hormigón Armado ... 81
3.8.4.2 Pantallas de Pilotes ... 91
3.8.4.3 Pilotes ... 91
3.8.4.4 Micropilote ... 108
3.8.4.5 Cimentaciones por Cajones Indios ... 125
3.9 OBRAS SUBTERRÁNEAS ... 129
3.9.1 Definición ... 129
3.9.2 Excavaciones subterráneas ... 129
3.9.2.1 Conceptos Generales ... 129
3.9.2.2 Excavación por Perforación y Voladuras ... 130
3.9.2.3 Excavación por Medios Mecánicos ... 132
3.9.2.4 Técnicas Especiales ... 133
3.9.2.5 Proyecto de Seguridad en las excavaciones subterráneas ... 133

3.9.2.6 Tolerancias ... 133
3.9.3 Sostenimiento en excavaciones subterráneas ... 135
3.9.3.1 Definición ... 135
3.9.3.2 Sistemas de Sostenimiento ... 135
3.9.4 Hormigón de revestimiento de obras subterráneas ... 144
3.9.4.1 Definición ... 144
3.9.4.2 Revestimiento de hormigón armado ... 144
3.9.4.3 Medición y abono ... 147
3.9.5 Encofrados y desencofrados en obras subterráneas ... 147
3.9.5.1 Medición y Abono ... 147
3.9.6 Agotamiento en obras subterráneas ... 148
3.9.6.1 Ejecución ... 148
3.9.6.2 Condiciones de vertido ... 148
3.9.6.3 Medición y abono ... 148
3.9.7 Desprendimientos en obras subterráneas ... 148
3.9.7.1 Definición ... 148
3.9.7.2 Medición y Abono ... 149
3.9.8 Ventilación en túneles ... 149
3.9.9 Iluminación en túneles ... 150
3.9.10 Control y auscultación del túnel ... 150
3.9.11 Perforaciones y sondeos mecánicos ... 151
3.9.11.1 Perforación para Inyecciones ... 151
3.9.11.2 Perforación para Drenaje ... 152
3.9.11.3 Prospección mecánica para reconocimiento del frente de la excavación en túneles ... 153
3.9.12 Inyecciones ... 153
3.10 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS ... 154
3.10.1 Aspectos generales y planificación ... 154
3.10.2 Transporte, carga y descarga de tuberías ... 155
3.10.2.1 Generalidades ... 155
3.10.2.2 Tuberías de hormigón ... 155
3.10.2.3 Tuberías de gres ... 156
3.10.2.4 Tuberías de fundición y acero ... 156
3.10.2.5 Tuberías de PVC ... 157
3.10.2.6 Tuberías de Polietileno ... 157
3.10.2.7 Tuberías de PRFV ... 157
3.10.3 Almacenamiento ... 158
3.10.3.1 Generalidades ... 158
3.10.3.2 Tuberías de hormigón ... 158
3.10.3.3 Tuberías de gres ... 158
3.10.3.4 Tuberías de fundición y acero ... 158
3.10.3.5 Tuberías de PVC ... 159
3.10.3.6 Tuberías de Polietileno ... 159

3.10.3.7 Tuberías de PRFV ... 160
3.10.4 Recepción en Obra ... 160
3.10.4.1 Generalidades ... 160
3.10.4.2 Tuberías de hormigón ... 160
3.10.5 Instalación de Tubería en Zanja. Medición y abono ... 161
3.10.5.1 Procedimiento general de Instalación de tubería en zanja ... 161
3.10.5.2 Definición de Zonas de la Zanja ... 161
3.10.5.3 Montaje de tuberías ... 165
3.10.5.4 Medición y abono de tuberías ... 172
3.10.6 Hinca de tuberías ... 174
3.10.6.1 Generalidades ... 174
3.10.6.2 Tubería instalada con empujador ... 175
3.10.6.3 Hinca helicoidal de tubería metálica ... 178
3.10.6.4 Hinca de tubería de hormigón ... 180
3.10.6.5 Hinca dirigida ... 185
3.10.6.6 Direct Pipe ... 186
3.10.6.7 Inyecciones en hincas ... 189
3.10.6.8 Tratamiento de lodos generados durante la perforación ... 190
3.10.6.9 Control de los trabajos ... 191
3.10.6.10 Tolerancias admisibles ... 192
3.10.7 Pruebas de tuberías instaladas ... 193
3.10.7.1 Generalidades ... 193
3.10.7.2 Descripción de los controles a realizar en función del régimen de funcionamiento de la conducción. ... 194
3.10.7.3 Criterios para la elección del tipo de prueba ... 195
3.10.7.4 Especificaciones de las pruebas ... 196
3.10.7.5 Control de adecuación al Proyecto ... 202
3.10.7.6 Prueba de Deformación ... 203
3.10.7.7 Notas Complementarias. ... 203
3.10.8 Desinfección de tuberías ... 204
3.11 RELLENOS Y TERRAPLENES ... 207
3.11.1 Rellenos ... 207
3.11.1.1 Rellenos compactados en zanja para la cubrición y/o protección de tuberías ... 207
3.11.1.2 Rellenos compactados en trasdós de obra de fábrica ... 209
3.11.1.3 Control de calidad ... 210
3.11.1.4 Medición y abono ... 210
3.11.2 Terraplenes ... 210
3.11.2.1 Definición ... 210
3.11.2.2 Ejecución de las obras ... 211
3.11.2.3 Limitaciones de la ejecución ... 212
3.11.2.4 Control de calidad ... 212
3.11.2.5 Medición y abono ... 213
3.12 ENCOFRADOS ... 214

3.12.1 Definición ... 214
3.12.2 Tipos de encofrado ... 214
3.12.2.1 Oculto ... 214
3.12.2.2 Visto madera ... 214
3.12.2.3 Visto panel ... 214
3.12.2.4 Curvo ... 214
3.12.3 Ejecución de Obra ... 214
3.12.4 Desencofrado y Descimbramiento ... 216
3.12.5 Medición y Abono ... 217
3.13 APEOS Y CIMBRAS ... 218
3.13.1 Definición ... 218
3.13.2 Ejecución ... 218
3.13.2.1 Construcción y montaje ... 218
3.13.2.2 Descimbrado ... 219
3.13.3 Medición y abono ... 219
3.14 OBRAS DE HORMIGÓN REALIZADAS IN SITU ... 220
3.14.1 Obras de hormigón en masa o armado ... 220
3.14.1.1 Definiciones ... 220
3.14.1.2 Normativa ... 220
3.14.1.3 Materiales ... 220
3.14.1.4 Ejecución ... 220
3.14.2 Fabricación del hormigón en obra ... 221
3.14.2.1 Definición ... 221
3.14.2.2 Instalaciones y Equipos ... 221
3.14.2.3 Dosificación del Hormigón ... 221
3.14.2.4 Mezclado del Hormigón ... 221
3.14.2.5 Control de Producción ... 221
3.14.3 Ejecución de las obras de hormigón ... 222
3.14.3.1 Definiciones ... 222
3.14.3.2 Normativa ... 224
3.14.3.3 Planos de Construcción ... 224
3.14.3.4 Estudio de Ejecución y Programa de Trabajos ... 225
3.14.3.5 Ejecución ... 227
3.14.3.6 Tolerancias de Ejecución ... 227
3.14.3.7 Control de Calidad ... 227
3.14.4 Preparación del cimiento. Hormigón de limpieza ... 227
3.14.4.1 Definiciones ... 227
3.14.4.2 Preparación de la Superficie de Apoyo ... 228
3.14.4.3 Hormigón de Limpieza ... 230
3.14.4.4 Dispositivos de Drenaje ... 230
3.14.4.5 Control de Calidad ... 230
3.14.5 Hormigón en apoyo de tubería ... 230

3.14.6 Hormigón en masa o armado en soleras 231
3.14.7 Hormigón armado en estructuras 231
3.14.7.1 Muros de Contención 231
3.14.7.2 Vigas, Pilares, Zapatas y Placas 231
3.14.7.3 Tolerancias 232
3.14.8 Hormigón armado para revestimiento de obras subterráneas 232
3.14.8.1 Definición 232
3.14.8.2 Ejecución de las Obras 232
3.8.1.1. Tolerancias en el Hormigonado 234
3.14.9 Hormigón en masa para relleno de desprendimientos en obras subterráneas 235
3.14.10 Transporte y colocación del hormigón 235
3.14.10.1 Definiciones 235
3.14.10.2 Clasificación 235
3.14.10.3 Transporte 236
3.14.10.4 Colocación del Hormigón 236
3.14.10.5 Control de Calidad 236
3.14.11 Recubrimiento del hormigón 237
3.14.12 Hormigonado en condiciones climáticas desfavorables 239
3.14.12.1 Definición 239
3.14.12.2 Clasificación 240
3.14.12.3 Hormigonado en Tiempo Frío 240
3.14.12.4 Hormigonado en Tiempo Caluroso 240
3.14.12.5 Hormigonado en Tiempo Lluvioso. 240
3.14.12.6 Control de Calidad 241
3.14.13 Curado del hormigón 241
3.14.13.1 Definición 241
3.14.13.2 Clasificación 242
3.14.13.3 Ejecución 243
3.14.13.4 Control de calidad 243
3.14.14 Control de calidad de las obras de hormigón 244
3.14.14.1 Definiciones 244
3.14.14.2 Control de la Recepción 244
3.14.15 Control de los materiales en obras de hormigón 245
3.14.15.1 Definición 245
3.14.15.2 Control de los Componentes del Hormigón 246
3.14.15.3 Control del Hormigón 246
3.14.15.4 Regularidad del Hormigón 247
3.14.16 Control de la ejecución de las obras de hormigón 247
3.14.16.1 Definición 247
3.14.16.2 Pautas del Control de Producción 248
3.14.16.3 Control de los Replanteos 248
3.14.16.4 Control de las Operaciones Previas al Hormigonado 248

3.14.16.5 Control de Hormigonado ... 248
3.14.16.6 Control Térmico del Hormigón ... 249
3.14.16.7 Control Geométrico ... 249
3.14.17 Acabados superficiales de las obras de hormigón ... 249
3.14.17.1 Superficies Encofradas ... 249
3.14.17.2 Superficies No Encofradas ... 250
3.14.17.3 Tratamientos Superficiales del Hormigón ... 250
3.14.18 Medición y abono ... 251
3.15 OBRAS DE HORMIGÓN PRETENSADO O POSTENSADO ... 254
3.15.1 Definición ... 254
3.15.2 Condiciones generales ... 254
3.15.3 Medición y abono ... 254
3.16 PASOS INFERIORES DE CARRETERAS Y FERROCARRILES ... 255
3.16.1 Consideraciones generales ... 255
3.16.2 Pasos ejecutados "in situ" ... 255
3.16.2.1 Condiciones generales ... 255
3.16.2.2 Ejecución ... 255
3.16.2.3 Medición y abono ... 255
3.16.3 Pasos prefabricados ... 256
3.16.3.1 Condiciones generales ... 256
3.16.3.2 Ejecución ... 256
3.16.3.3 Medición y abono ... 257
3.17 ACEROS Y FUNDICIÓN ... 258
3.17.1 Armaduras a emplear en obras de hormigón ... 258
3.17.1.1 Barras aisladas ... 258
3.17.1.2 Mallas electrosoldadas ... 259
3.17.2 Estructura de acero ... 260
3.17.2.1 Definición ... 260
3.17.2.2 Materiales, Forma y Dimensiones ... 260
3.17.2.3 Condiciones generales de Fabricación ... 261
3.17.2.4 Transporte ... 263
3.17.2.5 Condiciones Generales de Ejecución ... 263
3.17.2.6 Montaje ... 266
3.17.2.7 Tolerancias ... 266
3.17.2.8 Protección contra la corrosión ... 268
3.17.2.9 Ignifugado ... 268
3.17.2.10 Criterio de marcado de piezas ... 268
3.17.2.11 Control de calidad ... 269
3.17.2.12 Medición y Abono ... 270
3.17.3 Anclajes, marcos y elementos metálicos embebidos en obras de fábrica ... 271
3.17.3.1 Definición ... 271
3.17.3.2 Ejecución ... 271

3.17.3.3 Medición y Abono ... 271
3.17.4 Acero en entramados metálicos antideslizantes ... 271
3.17.4.1 Definición ... 271
3.17.4.2 Ejecución ... 272
3.17.4.3 Medición y Abono ... 272
3.17.5 Chapas estriadas antideslizantes ... 272
3.17.5.1 Definición ... 272
3.17.5.2 Ejecución ... 272
3.17.5.3 Medición y abono ... 272
3.17.6 Elementos de acero inoxidable ... 272
3.17.6.1 Definición ... 272
3.17.6.2 Ejecución ... 272
3.17.6.3 Control de calidad ... 273
3.17.6.4 Medición y abono ... 273
3.17.7 Fundición ... 273
3.17.7.1 Tapas de registro y rejillas ... 273
3.17.7.2 Pates ... 273
3.17.7.3 Medición y abono ... 273
3.18 IMPERMEABILIZACIONES ... 275
3.18.1 Clasificación ... 275
3.18.2 Impermeabilización con siliconas ... 275
3.18.3 Impermeabilización con láminas bituminosas ... 275
3.18.4 Impermeabilización con láminas bituminosas y poliuretano ... 275
3.18.5 Impermeabilización con poliuretano monocomponente ... 275
3.18.6 Impermeabilización con cemento especial y recubrimiento elástico ... 275
3.18.7 Impermeabilización con poliurea bicomponente en caliente ... 275
3.18.8 Condiciones generales de ejecución ... 275
3.18.9 Medición y abono ... 276
3.19 INYECCIONES ... 277
3.19.1 Definición y finalidad de las inyecciones ... 277
3.19.2 Clasificación general de las inyecciones ... 277
3.19.3 Estudio de ejecución de las inyecciones del terreno ... 277
3.19.3.1 Datos del terreno ... 277
3.19.3.2 Esquema de taladros ... 278
3.19.3.3 Materiales a mezclar e inyectar ... 278
3.19.3.4 Procedimiento de inyección ... 278
3.19.3.5 Presiones de inyección ... 278
3.19.3.6 Medidas de protección respecto de la obra realizada y limpieza de los tajos ... 279
3.19.4 Ejecución de los tratamientos de inyecciones ... 279
3.19.4.1 Taladros para inyecciones ... 279
3.19.4.2 Pruebas de permeabilidad ... 280

3.19.4.3 Materiales para inyectar ... 280
3.19.4.4 Mezclas de inyección de cemento ... 281
3.19.4.5 Presión de inyección ... 282
3.19.4.6 Precauciones, vigilancia y control en los trabajos de inyección ... 282
3.19.4.7 Maquinaria y equipos para las inyecciones ... 283
3.19.5 Inyecciones en túnel o galería ... 284
3.19.6 Inyecciones en hincas ... 286
3.19.7 Medición y Abono ... 286
3.20 PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS ... 288
3.20.1 Ejecución ... 288
3.20.1.1 Preparación de superficies ... 288
3.20.1.2 Recubrimientos galvanizados en caliente ... 288
3.20.1.3 Pinturas anticorrosivas ... 289
3.20.2 Control de calidad ... 289
3.20.3 Medición y abono ... 290
3.21 PAVIMENTACIONES ... 291
3.21.1 Consideraciones generales ... 291
3.21.2 Capas granulares ... 291
3.21.2.1 Sub-bases granulares ... 291
3.21.2.2 Bases granulares ... 292
3.21.2.3 Base de macadam ... 293
3.21.3 Riegos asfalticos ... 294
3.21.3.1 Riegos de imprimación ... 294
3.21.3.2 Riego de adherencia ... 294
3.21.4 Tratamientos superficiales ... 295
3.21.4.1 Definición ... 295
3.21.4.2 Ejecución de las obras ... 295
3.21.4.3 Control de calidad ... 295
3.21.4.4 Medición y Abono ... 296
3.21.5 Mezclas bituminosas ... 296
3.21.5.1 Mezclas bituminosas en frío ... 296
3.21.5.2 Mezclas bituminosas en caliente ... 297
3.21.6 Pavimentos de hormigón ... 299
3.21.6.1 Definición ... 299
3.21.6.2 Ejecución de las obras ... 299
3.21.6.3 Control de calidad ... 300
3.21.6.4 Medición y Abono ... 300
3.21.7 Geotextil anticontaminante ... 300
3.21.7.1 Definición ... 300
3.21.7.2 Ejecución ... 300
3.21.7.3 Medición y Abono ... 300
3.21.8 Aceras ... 300

3.21.8.1 Definición ... 300
3.21.8.2 Ejecución de las obras ... 301
3.21.8.3 Medición y Abono ... 301
3.21.9 Adoquinados ... 301
3.21.9.1 Definición ... 301
3.21.9.2 Ejecución de las obras ... 301
3.21.9.3 Control de calidad ... 301
3.21.9.4 Medición y Abono ... 301
3.21.10 Bordillos ... 302
3.21.10.1 Definición ... 302
3.21.10.2 Ejecución de las obras ... 302
3.21.10.3 Control de calidad ... 302
3.21.10.4 Medición y Abono ... 302
3.21.11 Cunetas ... 302
3.21.11.1 Definición ... 302
3.21.11.2 Ejecución de las obras ... 302
3.21.11.3 Control de calidad ... 302
3.21.11.4 Medición y Abono ... 302
3.21.12 Rigolas ... 303
3.21.12.1 Definición ... 303
3.21.12.2 Ejecución de las obras ... 303
3.21.12.3 Medición y Abono ... 303
3.22 INSTALACIÓN DE MECANISMOS ... 304
3.22.1 Condiciones generales ... 304
3.22.2 Identificación de materiales, componentes y conjuntos montados ... 304
3.22.3 Protección superficial ... 305
3.22.3.1 Preparación de las superficies a proteger ... 305
3.22.3.2 Aplicación ... 305
3.22.4 Pruebas de los mecanismos en general ... 306
3.22.4.1 Control dimensiona ... 306
3.22.4.2 Pruebas de accionamiento o funcionamiento ... 306
3.22.4.3 Tipo de mecanismo. ... 306
3.22.5 Pruebas de estanqueidad y de resistencia (o hidrostática) ... 306
3.22.6 Instalación de mecanismos ... 306
3.22.6.1 Condiciones Generales ... 306
3.22.6.2 Dimensiones de las bridas y tuberías de acoplamiento ... 307
3.22.6.3 Puesta en posición ... 307
3.22.6.4 Verificaciones antes del montaje ... 307
3.22.6.5 Montaje de los mecanismos entre bridas de las tuberías ... 307
3.22.6.6 Control después del montaje ... 308
3.23 VÁLVULAS DE PASO O SECCIONAMIENTO ... 309
3.23.1 Montaje e instalación ... 309

3.23.2 Medición y abono ... 309
3.24 VÁLVULAS DE RETENCIÓN ... 310
3.24.1 Montaje e instalación ... 310
3.24.2 Medición y abono ... 310
3.25 VÁLVULAS DE CONTROL ... 311
3.25.1 Montaje e instalación ... 311
3.25.2 Medición y abono ... 311
3.26 VÁLVULAS DE AIREACIÓN ... 312
3.26.1 Montaje e instalación ... 312
3.26.2 Medición y abono ... 312
3.27 CARRETES DE DESMONTAJE ... 313
3.27.1 Montaje e instalación ... 313
3.27.2 Medición y abono ... 313
3.28 ESTABILIZADORES DE FLUJO ... 314
3.28.1 Montaje e instalación ... 314
3.28.2 Medición y abono ... 314
3.29 COMPENSADORES DE DILATACIÓN ... 315
3.29.1 Montaje e instalación ... 315
3.29.2 Medición y abono ... 315
3.30 JUNTAS ANTIVIBRATORIAS ... 316
3.30.1 Montaje e instalación ... 316
3.30.2 Medición y abono ... 316
3.31 CLAPETAS DE DESCARGA ... 317
3.31.1 Montaje e instalación ... 317
3.31.2 Medición y abono ... 317
3.32 BOCAS DE RIEGO ... 318
3.32.1 Montaje e instalación ... 318
3.32.2 Medición y abono ... 318
3.33 HIDRANTES ... 319
3.33.1 Montaje e instalación ... 319
3.33.2 Medición y abono ... 319
3.34 LIMPIADOR BASCULANTE ... 320
3.34.1 Definición ... 320
3.34.2 Ejecución de las obras ... 320
3.34.3 Tolerancias ... 320
3.34.4 Medición y abono ... 321
3.35 COMPUERTAS DESLIZANTES ... 322
3.35.1 Pruebas de accionamiento ... 322
3.35.2 Control de calidad ... 322
3.35.3 Montaje e instalación ... 322

3.35.3.1 Montaje de las compuertas de tipo pared 322
3.35.3.2 Montaje de las compuertas de tipo canal 323
3.35.4 Asistencia técnica obligada del fabricante 323
3.35.5 Medición y abono 323
3.36 PANTALLAS DEFLECTORAS 324
3.36.1 Definición 324
3.36.2 Ejecución de las obras 324
3.36.3 Tolerancias 324
3.36.4 Medición y abono 324
3.37 TRAMEX PRFV 325
3.37.1 Definición 325
3.37.2 Ejecución de las obras 325
3.37.3 Tolerancias 325
3.37.4 Medición y Abono 325
3.38 BOMBAS HIDRÁULICAS 326
3.38.1 Definición 326
3.38.2 Ejecución de las obras 326
3.38.3 Medición y abono 326
3.39 INSTRUMENTACIÓN 327
3.39.1 Definición 327
3.39.2 Ejecución de las obras 327
3.39.3 Tolerancias 330
3.39.4 Medición y abono 331
3.40 VENTILACIÓN 332
3.40.1 Definición 332
3.40.2 Ejecución de las obras 332
3.40.3 Medición y abono 332
3.41 ACTUADORES 334
3.41.1 Definición 334
3.41.2 Ejecución de las obras 334
3.41.3 Tolerancias 334
3.41.4 Medición y abono 334
3.42 MOTORES ELÉCTRICOS 335
3.42.1 Definición 335
3.42.2 Ejecución de las obras 335
3.42.2.1 Condiciones generales 335
3.42.2.2 Reglamentos y normas aplicables 335
3.42.2.3 Instalación de fuerza a motores 335
3.42.3 Tolerancias 336
3.42.4 Medición y abono 336

3.43 FILTROS ... 337
3.43.1 Definición ... 337
3.43.2 Ejecución de las obras ... 337
3.43.3 Tolerancias ... 337
3.43.4 Medición y abono ... 337
3.44 ACUMULADORES HIDRONEUMATICOS-ANTIARIETES ... 338
3.44.1 Montaje e instalación ... 338
3.44.2 Medición y abono ... 338
3.45 POLIPASTOS Y PUENTES GRÚA ... 339
3.45.1 Definición ... 339
3.45.2 Ejecución de las obras ... 339
3.45.2.1 Envío a obra ... 339
3.45.2.2 Embalaje/desembalaje ... 339
3.45.2.3 Instrucciones de montaje ... 339
3.45.2.4 Instalación eléctrica ... 339
3.45.2.5 Riesgos que deben ser evitados en la instalación ... 340
3.45.2.6 Uso del polipasto y medidas de seguridad ... 340
3.45.2.7 Comprobaciones durante la puesta en marcha ... 341
3.45.3 Tolerancias ... 341
3.45.4 Medición y abono ... 342
3.46 SISTEMAS DE AIRE COMPRIMIDO ... 343
3.46.1 Definición ... 343
3.46.2 Ejecución de las obras ... 343
3.46.3 Tolerancias ... 343
3.46.4 Medición y abono ... 343
3.47 SEÑALIZACIÓN ... 344
3.47.1 Señalización vial ... 344
3.47.1.1 Tipos/clasificación ... 344
3.47.1.2 Ejecución ... 344
3.47.1.3 Medición y abono ... 344
3.47.2 Señalización de conducciones ... 345
3.47.2.1 Descripción ... 345
3.47.2.2 Ejecución ... 345
3.47.2.3 Medición y abono ... 345
3.47.3 Señalización de salas y riesgos de la instalación ... 345
3.47.3.1 Descripción ... 345
3.47.3.2 Ejecución ... 345
3.47.3.3 Medición y abono ... 345
3.47.4 Identificación de tuberías ... 345
3.47.4.1 Descripción ... 345
3.47.4.2 Ejecución ... 346

3.47.4.3 Medición y abono ... 346
3.47.5 Identificación de máquinas ... 346
3.47.5.1 Descripción ... 346
3.47.5.2 Ejecución ... 346
3.47.5.3 Medición y abono ... 346
3.48 CABLES DE ALTA TENSIÓN ... 347
3.48.1 Condiciones de suministro y almacenaje ... 347
3.48.2 Condiciones de tendido ... 347
3.48.3 Ensayos ... 348
3.48.4 Medición y abono ... 350
3.49 CABLES DE BAJA TENSIÓN ... 351
3.49.1 Condiciones de suministro y almacenaje ... 351
3.49.2 Condiciones de tendido ... 351
3.49.3 Ensayos ... 352
3.49.4 Medición y abono ... 353
3.50 CABLES DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL ... 354
3.50.1 Condiciones de suministro y almacenaje ... 354
3.50.2 Condiciones de tendido ... 354
3.50.3 Ensayos ... 354
3.50.4 Medición y abono ... 354
3.51 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS ENTERRADAS ... 356
3.51.1 Condiciones generales de ejecución ... 356
3.51.2 Ensayos ... 359
3.52 BANDEJAS ... 360
3.52.1 Condiciones de suministro y almacenaje ... 360
3.52.2 Condiciones de instalación ... 360
3.52.3 Ensayos ... 360
3.52.4 Medición y abono ... 361
3.53 TUBOS PARA CONDUCCIONES ELÉCTRICAS ... 362
3.53.1 Condiciones de montaje ... 362
3.53.2 Condiciones de suministro y almacenaje ... 363
3.53.3 Ensayos ... 363
3.53.4 Medición y abono ... 363
3.54 PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES ... 364
3.54.1 Introducción ... 364
3.54.2 Etapa documental y de legalización ... 364
3.54.3 Etapa de puesta en marcha ... 365
3.54.3.1 Control de modificaciones temporales ... 366
3.54.4 Etapa de pruebas de rendimiento ... 367
3.54.5 Medición y abono ... 373

3.55 CARPINTERIA METÁLICA Y CERRAJERÍA 374
3.55.1 Barandillas 374
3.55.1.1 Definición 374
3.55.1.2 Ejecución 374
3.55.1.3 Medición y Abono 374
3.55.2 Cadenas de seguridad 374
3.55.2.1 Definición 374
3.55.2.2 Ejecución 374
3.55.2.3 Medición y Abono 374
3.55.3 Escaleras 374
3.55.3.1 Definición 374
3.55.3.2 Ejecución 374
3.55.3.3 Medición y Abono 375
3.55.4 Carpintería metálica 375
3.55.4.1 Condiciones generales de ejecución 375
3.55.4.2 Medición y Abono 375
3.56 PROTECCIÓN E INTEGRACIÓN AMBIENTAL 376
3.56.1 Medidas de protección-prevención 376
3.56.1.1 Jalonado temporal de protección 376
3.56.1.2 Riego antipolvo 377
3.56.1.3 Gestión de residuos 378
3.56.1.4 Punto limpio 378
3.56.1.5 Barrera de retención de sedimentos 379
3.56.1.6 Balsa de decantación 382
3.56.1.7 Balsa de limpieza de hormigoneras 382
3.56.1.8 Lavarruedas 383
3.56.1.9 Sistema de tratamiento de aguas de obra (STAO) 385
3.56.2 Actuaciones encaminadas a la integración ambiental 388
3.56.2.1 Revegetación 388
3.56.2.2 Restauración de taludes 416
3.56.2.3 Restauración de riberas 420
3.57 VIDRIOS Y LUNAS 429
3.57.1 Definición 429
3.57.2 Ejecución 429
3.57.3 Medición y abono 429
3.58 FALSOS TECHOS 430
3.58.1 Definición 430
3.58.2 Ejecución 430
3.58.2.1 Fijaciones 430
3.58.2.2 Techos continuos 430
3.58.2.3 Techos de placas 431
3.58.3 Medición y abono 431

3.59 FONTANERÍA Y APARATOS SANITARIOS 432
3.59.1 Definición 432
3.59.2 Ejecución de las obras 432
3.59.2.1 Montaje de las tuberías 432
3.59.2.2 Montaje de los aparatos sanitarios 432
3.59.3 Medición y abono 433
3.60 CIERRES Y VALLAS 434
3.60.1 Retirada y reposición de cierres de fincas 434
3.60.2 Colocación de verjas o cierres 434
3.60.3 Colocación de puertas 434
3.60.4 Medición y abono 434
3.60.4.1 Retirada y reposición de cierres 434
3.60.4.2 Verjas y cierres 434
3.60.4.3 Puertas 434
3.61 MOBILIARIO URBANO 435
3.61.1 Definición 435
3.61.2 Colocación 435
3.61.3 Medición y abono 435
3.62 CANTERÍA 436
3.62.1 Mampostería careada 436
3.62.1.1 Definición 436
3.62.1.2 Materiales 436
3.62.1.3 Ejecución de las obras 437
3.62.1.4 Medición y Abono 437
3.62.2 Aplacados y chapados de piedra 437
3.62.2.1 Definición 437
3.62.2.2 Materiales 438
3.62.2.3 Ejecución de las obras 438
3.62.2.4 Medición y Abono 438
3.62.3 Sillería 439
3.62.3.1 Definición 439
3.62.3.2 Materiales 439
3.62.3.3 Ejecución de las obras 439
3.62.3.4 Medición y Abono 440
3.63 UNIDADES DE OBRA NO ESPECIFICADAS EN EL PRESENTE PLIEGO 441

3. CAPÍTULO III – DEFINICIÓN, EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

3.1 CONDICIONES GENERALES

3.1.1 Introducción

3.1.1.1 Inspección del emplazamiento

Se considera que antes de presentar su oferta, el Contratista ha comprobado el emplazamiento de la Obra y sus alrededores, las eventuales destrucciones, la naturaleza del terreno, y cualquier otra circunstancia susceptible de incidir en el desarrollo de la obra.

Por ello, el Contratista no tendrá derecho alguno a reclamar pagos en relación con los gastos ocasionados por la falta de observancia del presente artículo.

3.1.1.2 Ocupación de Terrenos y su Vigilancia.

Aprobado el proyecto y, previamente a la tramitación del expediente de contratación de la obra, se procederá a efectuar el replanteo del mismo, el cual consistirá en comprobar la realidad geométrica de la misma y la disponibilidad de los terrenos precisos para su normal ejecución, que será requisito indispensable para la adjudicación en todos los procedimientos. Asimismo, se deberán comprobar cuantos supuestos figuren en el proyecto elaborado y sean básicos para el contrato a celebrar.

En la tramitación de los expedientes de contratación referentes a obras de infraestructuras hidráulicas, de transporte y de carreteras, se dispensará del requisito previo de disponibilidad de los terrenos, si bien la ocupación efectiva de aquellos deberá ir precedida de la formalización del acta de ocupación.

En los casos de cesión de terrenos o locales por Entidades públicas, será suficiente para acreditar la disponibilidad de los terrenos, la aportación de los acuerdos de cesión y aceptación por los órganos competentes.

El Contratista podrá disponer de aquellos espacios adyacentes o próximos al tajo mismo de obra, expresamente recogidos en el proyecto como ocupación temporal, para el acopio de materiales, la ubicación de instalaciones auxiliares o el movimiento de equipos y personal.

Será de su cuenta y responsabilidad la reposición de estos terrenos a su estado original y la reparación de los deterioros que hubiera podido ocasionar.

Será también de cuenta del Contratista la provisión de aquellos espacios y accesos provisionales que, no estando expresamente recogidos en el proyecto, decidiera utilizar para la ejecución de las obras.

3.1.1.3 Fuentes de Energía

Cuando el Contrato de Obra no indique lo contrario, el suministro de energía eléctrica, agua y otras fuentes precisas para la ejecución de la obra, correrá por cuenta del Contratista. Del mismo modo, correrán por su cuenta, las tasas de abonar a Compañías suministradoras los gastos de mantenimiento de las instalaciones y consumos.

3.1.1.4 Uso Temporal de Bienes de la Propiedad

Para la utilización de bienes o fuentes de energía de la Propiedad, en su caso, el Contratista viene obligado a obtener la aprobación explícita de la misma. En este supuesto el Contratista queda obligado a su mantenimiento y reparación, siendo de su cuenta los gastos que se originen por este concepto, si

no procede de esta forma, la Propiedad reparará a su costa, pasándole los cargos correspondientes, que deberá abonar.

3.1.1.5 Reclamaciones de terceros.

El Contratista tomará las precauciones necesarias para evitar cualquier clase de daños a terceros, atenderá a la mayor brevedad, las reclamaciones de propietarios y afectados, y lo notificará por escrito y sin demora a la Dirección de Obra.

En el caso de que se produjesen daños a terceros, el Contratista informará de ello al Director de Obra y a los afectados. El Contratista repondrá el bien a su situación original con la máxima rapidez, especialmente si se trata de un servicio público fundamental o si hay riesgos importantes.

3.1.2 Inicio de las obras

3.1.2.1 Comprobación del Replanteo

Antes de dar comienzo a las obras se procederá a la comprobación del replanteo de las mismas, teniendo en cuenta lo expuesto en el presente artículo.

El replanteo de las diferentes partes de la obra corresponde al Contratista, quien deberá realizar estas operaciones a su cargo y responsabilidad, recurriendo en caso preciso a la colaboración de la DO.

La DO se reserva el derecho de controlar los replanteos y nivelaciones realizadas por el Contratista, sin que esta vigilancia disminuya en nada la responsabilidad del Contratista.

El Contratista deberá poner gratuitamente a disposición de la DO los aparatos, objetos y mano de obra necesarios para efectuar este control.

En el Acta que se ha de levantar del mismo, el Contratista ha de hacer constar expresamente que se ha comprobado a plena satisfacción suya la completa correspondencia, en planta y cotas relativas, entre la situación de las señales fijas que se han construido en el terreno y homólogas indicadas en los planos, donde están referidas a la obra proyectada así como también que dichas señales son suficientes para poder determinar perfectamente cualquier parte de la obra proyectada, de acuerdo con los planos que figuran en el Proyecto.

En el caso de que las señales construidas en el terreno no sean suficientes para poder determinar perfectamente alguna parte de la obra, se construirán las que se precisen para que pueda darse aprobación al Acta.

Para verificar lo expuesto, se levantará la correspondiente Acta de Comprobación de Replanteo que refleje la conformidad o disconformidad del mismo con referencia al Proyecto, con especial y expresa referencia a las características geométricas de la obra. Caso que el Contratista, sin formular reservas sobre la viabilidad del Proyecto, hubiera formulado otras observaciones, la DO, en consideración de las mismas, decidirá iniciar o suspender las obras, justificando la decisión en la propia Acta de Replanteo.

Una vez firmada el Acta por ambas partes, el Contratista quedará obligado a replantear por sí las partes de obra según precise para su construcción, de acuerdo con los datos de los planos o los que le proporcione la DO en caso de modificaciones aprobadas o dispuestas por la Propiedad. Para ello fijará en el terreno, además de las ya existentes, las señales y dispositivos necesarios para que quede perfectamente marcado el replanteo de la obra a efectuar.

La DO, puede realizar las comprobaciones que estime conveniente, replantear directamente la parte de la obra que desee, así como introducir las modificaciones precisas en los datos de replanteo del Proyecto. Si alguna de las partes lo estima necesario, también se levantará Acta de estos replanteos

parciales, debiendo quedar indicado en la misma los datos que se consideren necesarios para la construcción y posterior medición de la obra ejecutada.

Todos los gastos de replanteo general y su comprobación, así como los que se ocasionen al verificar los replanteos parciales y comprobación de replanteos, serán de cuenta del Contratista, por encontrarse repercutidos en los correspondientes precios unitarios de adjudicación.

El Contratista responderá de la conservación de las señales fijas comprobadas en el replanteo general y las que indique la DO de los replanteos parciales, no pudiéndose inutilizar ninguna sin su autorización por escrito. En el caso de que sin dicha conformidad se inutilice alguna señal, la DO dispondrá que se efectúen los trabajos necesarios para reconstruirla o sustituirla por otra siendo por cuenta del Contratista los gastos que se originen. También podrá la DO suspender la ejecución de las partes de obra que queden indeterminadas a cuenta de la inutilización de una o varias señales, hasta que dichas señales sean sustituidas por otras.

3.1.2.2 Modificaciones al Proyecto como Consecuencia del Replanteo.

Si como consecuencia del replanteo se deduce la necesidad de introducir modificaciones al Proyecto, la DO redactará, sin perjuicio de la remisión inmediata al acta, una valoración razonada del importe de las modificaciones.

Si la Propiedad decide la modificación del Proyecto, se procederá a redactar la documentación necesaria para su viabilidad, pudiendo acordarse la suspensión total o parcial de las obras. Una vez aprobada la documentación confeccionada, esta constituirá parte del Proyecto, y se considerará vigente a efectos del Contrato.

3.1.2.3 Orden del Inicio de la Obra y de cada uno de los Tajos.

La DO comunicará al Contratista la fecha de iniciación de las obras, que normalmente se fijará en el día siguiente del de la firma del Acta de Comprobación de Replanteo.

Hasta la aprobación del programa de trabajos, la DO establecerá las directrices para comenzar los trabajos por aquellos tajos de más perentoria necesidad.

El Contratista notificará al Director de Obra, para cada tajo de obra, su intención de iniciar los trabajos, con quince (15) días de anticipación, siempre y cuando ello requiera la ocupación de terreno y se ajuste al programa de trabajos en vigor. Si la ocupación supone una modificación del programa de trabajos vigente, la notificación se realizará con una anticipación de 45 días y quedará condicionada a la aceptación por el Director de Obra.

3.1.2.4 Plazo de Ejecución.

El Contratista ejecutará las obras comprendidas en el presente proyecto en el plazo estipulado en el Contrato. Lo anteriormente indicado es así mismo aplicable para los plazos parciales, si así se hubieran hecho constar.

Cuando el plazo se fija en días, estos serán naturales, y el último se computará por entero. Cuando el plazo se fija en meses, se contará de fecha a fecha. Si no existe fecha correspondiente, en el que se ha finalizado el plazo, éste termina el último día de ese mes.

3.1.2.5 Programa de Trabajos.

Al término de treinta (30) días contados a partir de la firma del Acta de Replanteo, o en el plazo y forma que se indique en los Pliegos de Licitación, el Contratista remitirá a la DO, para su aprobación o reparo,

un programa de trabajos valorado mensualmente, ampliamente razonado y justificado, teniéndose en cuenta los plazos de llegada a obra de materiales y medios auxiliares y la interdependencia de las distintas operaciones, así como la información necesaria para gestionar todos los desvíos o retiradas de servicios previstos en Proyecto que sean de competencia del Director de Obra, también reflejará la incidencia que sobre su desarrollo hayan de tener las circunstancias climatológicas, estacionales, de movimiento de personal y cuantas de carácter general sean estimables, según cálculos estadísticos de probabilidades, siendo de obligado ajuste con el plazo fijado en la licitación o con el menor ofertado por el Contratista, si fuese éste el caso, aún en la línea de apreciación más pesimista.

Dicho programa se reflejará en dos diagramas. Uno de ellos especificará los espacios-tiempos de la obra a realizar, y el otro será de barras, donde se ordenarán las diferentes partes de obra que integran el proyecto, estimando en día-calendario los plazos de ejecución de la misma, con indicación de la valoración mensual y acumulada.

El Programa de Trabajos se revisará conjuntamente con la DO con una frecuencia mínima mensual, con el objetivo de detectar cualquier desviación en dicho Programa de Trabajos. Dicha desviación observada conllevará la necesidad de un nuevo Plan de Obra que se ajuste a la nueva realidad.

En cualquier momento, a requerimiento de la DO, el Contratista informará por escrito de todos los detalles, preparativos y equipos a emplear para la ejecución de la obra.

La remisión y aprobación de este Programa por parte de la DO, no exime al Contratista de sus responsabilidades contractuales.

3.1.2.6 Variaciones en el Plazo de Ejecución, Consecuencia de Modificaciones al Proyecto.

En caso de introducirse modificaciones al Proyecto como consecuencia de variaciones introducidas durante la ejecución, el Contratista presentará a la DO, para su aprobación, un nuevo Programa de Trabajos, donde estén recogidas, indicándose la ampliación o reducción del plazo de ejecución que figura en el contrato de adjudicación de Obra.

3.1.2.7 Examen de las Propiedades Afectadas por las Obras.

El Director de Obra podrá exigir al Contratista la recopilación de información adecuada sobre el estado de las propiedades antes del comienzo de las obras, si estas pueden ser afectadas por las mismas o si pueden ser causa de posibles reclamaciones de daños.

El Contratista informará al Director de Obra de la incidencia de los sistemas constructivos en las propiedades próximas.

El Director de Obra establecerá el método de recopilación de información sobre el estado de las propiedades y las necesidades del empleo de actas notariales o similares.

Antes del comienzo de los trabajos, el Contratista confirmará por escrito al Director de la Obra, que existe un informe adecuado sobre el estado actual de las propiedades y terrenos, de acuerdo con los apartados anteriores.

3.1.2.8 Localización de servicios, estructuras e instalaciones.

La situación de los servicios y propiedades que se indica en los planos, ha sido definida con la información disponible pero no hay garantía ni se responsabiliza el Consorcio de la total exactitud de estos datos. Tampoco se puede garantizar que no existan otros servicios o instalaciones no reflejados en el Proyecto.

El Contratista consultará, antes del comienzo de los trabajos, a los afectados sobre la situación exacta de los servicios existentes y adoptará sistemas de construcción que eviten daños. Asimismo, con la suficiente antelación al avance de cada tajo de obra, deberá efectuar las catas convenientes para la localización exacta de los servicios afectados. Estas catas se abonarán a los precios correspondientes del Cuadro nº 1.

Si se encontrase algún servicio no señalado en el Proyecto, el Contratista lo notificará inmediatamente, por escrito, al Director de la Obra, no otorgando, esta circunstancia, derecho de compensación alguno.

El Programa de Trabajos aprobado y en vigor, ha de suministrar al Director de Obra la información necesaria para gestionar todos los desvíos o retiradas de servicios previstos en el Proyecto, que sean de su competencia en el momento adecuado para la realización de las obras.

3.1.3 De la ejecución normal de las obras

3.1.3.1 Medidas de Protección y Seguridad.

Será obligación del Contratista adoptar las precauciones y medidas necesarias para garantizar la seguridad del personal que trabaje en las obras y personal que pueda entrar a inspeccionarla, cumpliendo en todo momento las especificaciones del Plan de Seguridad y Salud, que el contratista está obligado a presentar antes del inicio de las obras, para su aprobación previa por el CABB y su tramitación ante el Organismo competente de la Administración, en el cual se deberá realizar un análisis de las distintas operaciones a realizar durante la ejecución de las obras, así como un estudio detallado de los riesgos generales, ajenos y específicos derivados de aquéllas, definiéndose, en consecuencia, las medidas de prevención y/o protección que se deberán adoptar en cada caso.

En general, el Contratista viene obligado por su cuenta y riesgo, a cumplir cuantas disposiciones legales estén vigentes en materia de seguridad y salud en el trabajo y prestará especial cuidado en su caso en el cumplimiento de las prescripciones reglamentarias del Ministerio de Industria, relativas a todo tipo de instalaciones eléctricas, particularmente las referentes a puestas a tierra y protecciones.

Durante el período de ejecución de la obra el Contratista será responsable de cualquier accidente de personas ajenas a la obra que se produjese por negligencia, falta de señalización, vigilancia o de no haber establecido las precauciones necesarias para evitar la entrada a la misma.

Como elemento primordial de seguridad se establecerá toda la señalización necesaria tanto durante el desarrollo de las obras como durante su explotación, haciendo referencia a los peligros existentes. Para ello se utilizarán, cuando existan, las correspondientes señales vigentes establecidas por el Organismo competente.

En su caso, se cumplirán todas las directrices incluidas en la normativa vigente.

3.1.3.2 Libre Acceso a la Obra.

La DO y cualquier persona autorizada por la misma tendrá en cualquier momento acceso a la Obra, y a todas las instalaciones auxiliares y talleres donde se desarrollen trabajos relacionados con la Obra; el Contratista proporcionará toda la asistencia necesaria para facilitar este acceso.

3.1.3.3 Inspección y Vigilancia.

La DO ejercerá de una manera continuada la inspección, vigilancia y supervisión de la obra durante su ejecución, acompañando el Contratista a la DO durante las visitas que al respecto realice.

El Contratista proporcionará todos los medios para poder realizar esta labor, así como para realizar ensayos de los materiales a utilizar.

La no desaprobación de algún trabajo o materiales durante una visita de obra, no va en detrimento de la facultad de la DO de desaprobar posteriormente dicho trabajo o materiales y ordenar su remoción y reejecución.

Ninguna parte de la obra deberá cubrirse o hacerse invisible sin la aprobación de la DO, para lo cual el Contratista proporcionará todas las facilidades para examinar los trabajos.

3.1.3.4 Oficina de Obra para la Dirección de Obra.

Antes de iniciarse las obras, el Contratista instalará una oficina de obra a disposición de la DO, o quien ella considere, con una superficie útil mínima de 80 m2, en el lugar que considere más oportuno, previa conformidad de la DO, y la mantendrá hasta la total finalización de las mismas, no pudiendo ser retiradas sin previo consentimiento de la DO, dicha oficina se dotará con las siguientesinstalaciones:

Serán amuebladas y equipadas con los servicios de agua, luz, teléfono e internet, conectados de forma que estén disponibles para su ocupación y uso a los 30 días de la fecha de comienzo de los trabajos.

El Contratista suministrará calefacción, agua, luz y limpieza hasta la terminación de los trabajos.

El teléfono de estas oficinas será totalmente independiente, de forma que asegure totalmente su privacidad.

En esta oficina se conservará copia autorizada del Proyecto de la obra a realizar, de los documentos contractuales y del Libro de Órdenes.

Los gastos derivados de dicha instalación serán por cuenta del Contratista y se entenderán repercutidos en los precios del contrato.

3.1.3.5 Protección, Vallado y Vigilancia de Obra

Para la protección de las obras y la seguridad y conveniencia del personal de obra y de terceros, el Contratista proporcionará y mantendrá a su costa la iluminación, guardas, cercas, y vigilancia, cuando y donde se requiera, o por escrito ordene la DO.

En el caso de que se produzcan daños o desperfectos por incumplimiento de lo anteriormente expuesto, el Contratista deberá repararlos a su costa.

Tan pronto como el Contratista tome posesión de los terrenos, procederá a su vallado, si así estuviese previsto en el Proyecto, fuese necesario por razones de seguridad o así lo requiriesen las ordenanzas o reglamentación de aplicación, además archivará la documentación sobre las fechas de entrada y salida de cada propiedad, pública o privada, así como los datos de montaje y desmontaje del vallado que pondrá a disposición de la D.O.

Antes de cortar el acceso a una propiedad, el Contratista, previa aprobación del Director de Obra, informará con quince días de anticipación a los afectados, y proveerá un acceso alternativo. Los trabajos que se realicen para la ejecución de estos accesos provisionales serán de abono a los precios unitarios del contrato, siempre que tanto los trabajos como los precios hayan sido previamente acordados y aprobados con la Dirección de Obra.

El vallado de zanjas y pozos se realizará mediante barreras metálicas portátiles enganchables o similar, de acuerdo con el Plan de Seguridad y Salud aprobado.

El cierre provisional de puntos singulares de la obra mediante vallas opacas de altura superior a 1,80 metros será de abono a los precios correspondientes del cuadro nº 1 únicamente cuando así se establezca en el proyecto o lo ordene el Director de Obra, pero no cuando sea exigencia de las ordenanzas o reglamentación de aplicación.

El Contratista inspeccionará y mantendrá el estado del vallado y corregirá los defectos y deterioros a su costa y con la máxima rapidez. Se mantendrá el vallado de los terrenos hasta que sea sustituido por un cierre permanente o hasta que se terminen los trabajos de la zona afectada.

3.1.3.6 Accesos a la Obra

3.1.3.6.1 Construcción, conservación y uso de los caminos de acceso

Los caminos y accesos provisionales a los diferentes tajos serán construidos, o reforzado su firme y estructura (en el caso de caminos y accesos ya existentes), por el Contratista, siendo de abono los trabajos realizados, previa aprobación de la Dirección de Obra, a los precios del cuadro Nº1 del contrato y con los condicionantes definidos en el apartado correspondiente del PPTG. La Dirección de Obra podrá pedir que todos o parte de ellos sean construidos antes de la iniciación de las obras.

El Contratista quedará obligado a reconstruir todas aquellas obras, construcciones e instalaciones de servicio público o privado, tales como cables, aceras, cunetas, alcantarillado, etc., que se vean afectados por la construcción de los caminos, aceras y obras provisionales. Igualmente deberá colocar la señalización necesaria y todos los medios razonables para evitar daños en los cruces o desvíos con carreteras nacionales o locales, en edificaciones colindantes, así como retirar de la obra a su cuenta y riesgo, todos los materiales y medios de construcción sobrantes, una vez terminada aquélla, dejando la zona perfectamente limpia.

Estos caminos o accesos provisionales estarán situados, en la medida de lo posible, fuera del lugar de emplazamiento de las obras definitivas. En el caso excepcional de que necesariamente hayan de producirse interferencias, las modificaciones posteriores para la ejecución de los trabajos serán a cargo del Contratista.

El Contratista conservará, por su cuenta, en condiciones adecuadas para su utilización los accesos y caminos provisionales de obra.

En el caso de caminos que han de ser utilizados por varios Contratistas, éstos deberán ponerse de acuerdo entre sí sobre el reparto de los gastos de su construcción y conservación.

Los caminos particulares o públicos usados por el Contratista para el acceso a las obras y que hayan sido dañados por dicho uso, deberán ser reparados por su cuenta, si así lo exigieran los propietarios o las administraciones encargadas de su conservación.

El Consorcio se reserva para sí y para los Contratistas a quienes encomiende trabajos de reconocimientos, sondeos e inyecciones, suministros y montajes especiales, el uso de todos los caminos de acceso construidos por el Contratista sin colaborar en los gastos de conservación.

El Contratista ejecutará la obra manteniendo el tráfico habitual de las vías que utilice durante la construcción de la Obra.

3.1.3.6.2 Ocupación temporal de terrenos para la ejecución de las obras y los caminos de acceso a las mismas

El Contratista podrá disponer de aquellos espacios adyacentes o próximos al tajo mismo de obra, expresamente recogidos en el proyecto como ocupación temporal, para el acopio de materiales, la ubicación de instalaciones auxiliares o el movimiento de equipos y personal.

Las autorizaciones necesarias para ocupar temporalmente terrenos para la construcción de caminos provisionales de acceso a las obras, no previstos en el Proyecto, serán gestionadas por el Contratista quien deberá satisfacer por su cuenta las indemnizaciones correspondientes y realizar los trabajos para restituir los terrenos a su estado inicial tras la ocupación temporal.

Será de su cuenta y responsabilidad de reposición de estos terrenos a su estado original y la reparación de los deterioros que hubiera podido ocasionar.

3.1.3.6.3 Señalización de la obra

El Contratista será responsable del estricto cumplimiento de las posibles disposiciones vigentes en la materia, y de aquellos que particularmente ordene la DO. Los gastos originados por este concepto serán por cuenta del Contratista.

3.1.3.7 Inscripciones en las Obras

El texto y lugar de colocación de cualquier inscripción que el Contratista realice en la obra deberá contar con la aprobación explícita de la DO. Podrá situar aquellas que acrediten ser el ejecutor de las obras. El Contratista no podrá poner, ni en la obra ni en los terrenos ocupados o expropiados por el Consorcio para la ejecución de las mismas, inscripción alguna que tenga carácter de publicidad comercial.

El contratista colocará carteles informativos de la obra a realizar, en los lugares indicados por la Dirección de Obra, de acuerdo con las siguientes características:

- TIPO I
  - Nº de carteles: 2 unidades
  - Dimensiones: 3.200 x 2.450 mm.
  - Material: Perfiles extorsionados de aluminio modulable esmaltados, y rotulados en Euskera y Castellano.
  - Soportes: IPN-140 de 13,50 ml. de longitud, placas base y anclajes galvanizados.
- TIPO II
  - Nº de carteles: 10 unidades
  - Dimensiones: 2.000 x 1.500 mm.
  - Material: Chapa de acero laminado en frio de 1,8 mm. de espesor, esmaltados y rotulados en Euskera y Castellano.
  - Soportes: Tubo rectangular galvanizado de 100 x 50 x 3 de 3.00 ml. de longitud. Tornillería de acero inoxidable.

El texto y diseño de los carteles será el que se defina en el Proyecto o en su defecto de acuerdo a las instrucciones del Director de Obra.

El coste de los carteles y accesorios, así como las instalaciones de los mismos, será por cuenta del Contratista.

3.1.3.8 Equipos e Instalaciones Auxiliares de Obra.

Excepto donde el contrato especifique lo contrario, el Contratista instalará y mantendrá a sus expensas, todos los almacenes, talleres, vestuarios, comedores, y edificaciones auxiliares en general, requeridos para la ejecución de los trabajos. Del mismo modo, una vez finalizados los tajos correspondientes y la obra en su totalidad, el contratista deberá anunciar al Director de obra, la retirada de las edificaciones provisionales, así como la demolición de las obras auxiliares para su aprobación.

Los gastos provocados por esa retirada de instalaciones y demolición de obras auxiliares y acondicionamiento y limpieza de las superficies ocupadas, para que puedan recuperar su aspecto original, serán de cuenta del Contratista, debiendo obtener la conformidad del Director de Obra para que pueda considerarse terminado el conjunto de la obra.

Transcurridos 10 días de la terminación de las obras y si el Contratista no hubiese cumplido lo preceptuado en los párrafos anteriores, la Dirección de Obra podrá realizar por terceros la limpieza del terreno y retirada de elementos sobrantes, pasándole al Contratista el correspondiente cargo.

También será de cuenta del Contratista el enganche y suministro de energía eléctrica y agua para la ejecución de las obras, los cuales deberán quedar realizadas de acuerdo con los Reglamentos vigentes, y las Normas de la Compañía Suministradora.

El Contratista queda obligado a aportar a las obras la maquinaria, equipo y medios auxiliares precisos para la correcta ejecución de la obra dentro de los plazos establecidos.

Todos los equipos de construcción, maquinaria e instalaciones auxiliares de obra que aporte el Contratista deberán considerarse, una vez instaladas en el emplazamiento de la obra, exclusivamente destinadas a la ejecución de las mismas, debiendo abstenerse el Contratista de retirarlas sin el consentimiento escrito de la DO.

El Contratista asumirá todas las responsabilidades por pérdidas o daños causados a alguno de los equipos mencionados, salvo en los casos de fuerza mayor.

El Contratista no podrá efectuar reclamación en base a la insuficiencia del equipo que se haya podido prever en Proyecto para la ejecución de la obra, aun cuando este estuviera detallado en algún documento del Proyecto.

3.1.3.9 Cruces de Carreteras y Ferrocarriles

Antes del comienzo de los trabajos que afecten al uso de carreteras, viales, o vías ferroviarias, el Contratista propondrá el sistema constructivo que deberá ser aprobado por escrito por el Director de Obra, y el Organismo responsable de la vía de tráfico afectada.

Durante la ejecución de los trabajos el Contratista seguirá las instrucciones, previa notificación y aceptación del Director de Obra, hechas por el Organismo competente.

Las instrucciones que los Organismos competentes pudieran dar al Contratista, deberán ser notificadas al Director de Obra para su aprobación por escrito.

Serán objeto de abono, a los precios unitarios ordinarios del cuadro nº1 para excavación, relleno, etc., las obras de desvío provisional expresamente recogidas en el Proyecto u ordenadas por el Director de Obra, al objeto de posibilitar la realización de los cruces.

No serán objeto de abono los desvíos provisionales promovidos o realizados por el Contratista, al objeto de facilitar, en interés propio, la ejecución de los trabajos de cruce.

La ejecución de trabajos nocturnos, en días festivo o conforme a un determinado programa de trabajos, ya sea en cumplimiento de las condiciones exigidas por el Organismo competente o por interés del propio Contratista, o la adopción de cualesquiera precauciones especiales que fuera necesario adoptar, no dará derecho a abono adicional alguno ni tampoco lo dará la disminución de los ritmos de ejecución que pudiera producirse en estos puntos singulares de la obra.

3.1.3.10 Obras que Afectan a Cauces de Ríos o Arroyos

Serán de aplicación los mismos criterios indicados en el apartado anterior para cruces de carreteras y/o ferrocarriles, debiendo además el Contratista adoptar las medidas adecuadas para garantizar la conservación medioambiental del ecosistema de ríos, arroyos, etc., durante los trabajos.

3.1.3.11 Reposición de Servicios, Estructuras e Instalaciones Afectadas

Todos los árboles, torres de tendido eléctrico, vallas, pavimentos, conducciones de agua, gas o alcantarillado, cables eléctricos o telefónicos, cunetas, drenajes, túneles, edificios y otras estructuras, servicios o Propiedades existentes a lo largo del trazado de las obras a realizar y fuera de los perfiles transversales de excavación, serán sostenidos y protegidos de todo daño o desperfecto por el Contratista por su cuenta y riesgo, estén o no estén reflejados en el Proyecto, hasta que las obras queden finalizadas y recibidas.

Si se encontrase algún servicio no señalado en el Proyecto, el contratista lo notificara inmediatamente por escrito al Director de Obra.

Será pues de su competencia la localización exacta de los servicios con la suficiente antelación al avance de cada tajo de obra, así como el gestionar con los organismos, entidades o particulares afectados, la protección, desvío, reubicación o derribo y posterior reposición, de aquellos servicios o Propiedades afectados, según convenga más a su forma de trabajo, y serán a su cargo los gastos ocasionados, aun cuando los mencionados servicios o Propiedades estén dentro de los terrenos disponibles para la ejecución de las obras (sean estos proporcionados por la Administración u obtenidos por el Contratista), siempre que queden fuera de los perfiles transversales de excavación.

La reposición de servicios, estructuras o Propiedades afectadas se hará a medida que se vayan completando las obras en los distintos tramos. Si transcurridos 30 días desde la terminación de las obras correspondientes el Contratista no ha iniciado la reposición de los servicios o Propiedades afectadas, la Dirección de Obra podrá realizarlo por terceros, pasándole al Contratista el cargo correspondiente.

En construcciones a cielo abierto, en las que cualquier conducción de agua, gas, cables, etc., cruce la zanja sin cortar la sección del colector o interceptor, el Contratista soportará tales conducciones sin daño alguno ni interrumpir el servicio correspondiente. Tales operaciones no serán objeto de abono alguno y correrán de cuanta del Contratista. Por ello éste deberá tomar las debidas precauciones, tanto en ejecución de las obras objeto del Contrato como en la localización previa de los servicios afectados.

Únicamente, y por sus características peculiares, serán de abono los trabajos de sostenimiento y/o reposición de los alcantarillados que crucen el colector o interceptor en construcción, de acuerdo con los criterios siguientes:

- Cuando las características de la alcantarilla (materiales, sección, estado de conservación, etc.) lo permita, se procederá a su sostenimiento mediante vigas y abrazaderas de sustentación que serán retiradas una vez colocado el colector o interceptor y ejecutado el relleno del mismo hasta la base de la alcantarilla apeada. Si son de temer daños posteriores en ésta, debido a asientos, se reforzará adicionalmente con anterioridad a la retirada de los elementos de sustentación. Estas obras se abonarán por ml. de soportes y refuerzo, en su caso, del colector existente de acuerdo con los precios del Cuadro nº 1.
- Cuando el estado del colector existente afectado por las obras no permita la ejecución de las operaciones anteriormente descritas, se procederá a su reposición sustituyéndolo por un nuevo conducto que se conectará al anterior una vez demolido éste último en la longitud necesaria y tras haber interrumpido el flujo de caudales mediante su retención aguas arriba del tramo a sustituir incluyendo un eventual bombeo temporal de dichos caudales. Estas obras se abonarán por ml. de colector sustituido y ml. de soporte de colector existente (si adicionalmente fuera necesario) de acuerdo con el Cuadro de Precios nº 1 del Proyecto.
- En el caso que, a juicio de la Dirección de Obra, las características de la alcantarilla (profundidad, sección, caudal, etc.), impidan el soporte, refuerzo o reposición "in situ" de dicha alcantarilla, se ejecutará un desvío de ésta última, según un plan que requerirá la aprobación previa de la Dirección de Obra.

- Cuando el desvío tuviera carácter provisional y una vez que las obras del interceptor o colector rebasen la posición original de la alcantarilla desviada, se repondrá ésta sobre su antiguo trazado reintegrándola a su función tras cegar y abandonar el desvío provisional.

Estas obras serán de abono según medición real y a los precios unitarios (rotura y reposición de pavimento, excavación, hormigones, tuberías, rellenos, demolición de colector existente, etc.), del Cuadro de Precios nº1 que le fueran aplicables.

En todos los casos donde las conducciones, alcantarillas, tuberías o servicios corten la sección del colector, el Contratista lo notificará a sus propietarios (compañía de servicios, municipios, particulares, etc.) estableciendo conjuntamente con ellos el desvío y reposiciones de los mencionados servicios, que deberá constar con la autorización previa de la Dirección de Obra. Estos trabajos de desvío y reposición sí serán objeto de abono, de acuerdo a los precios unitarios de proyecto (materiales, excavación, relleno, etc.).

También serán de abono aquellas reposiciones de servicios, estructuras, instalaciones, etc., expresamente recogidas en el Proyecto, siempre y cuando queden dentro de los perfiles transversales de excavación.

En ningún caso el Contratista tendrá derecho a reclamar cantidad alguna en concepto de indemnización por bajo rendimiento en la ejecución de los trabajos, especialmente en lo que se refiere a operaciones de apertura, sostenimiento, colocación de tubería y cierre de zanja, como consecuencia de la existencia de Propiedades y servicios que afecten al desarrollo de las obras, bien sea por las dificultades físicas añadidas, por los tiempos muertos a que den lugar (gestiones, autorizaciones y permisos, refuerzos, desvíos, etc.) o por la inmovilización temporal de los medios constructivos implicados.

3.1.3.12 Evitación de Contaminaciones

El Contratista está obligado a cumplir las órdenes de la DO cuyo objeto sea evitar la contaminación del aire, cursos de agua, lagos, mares, cosechas, y en general cualquier clase de bien público o privado afectado por las obras, instalaciones, o talleres anejos, aunque hayan sido instalados en terrenos Propiedad del Contratista.

El Contratista respetará en todo momento los límites impuestos por las disposiciones vigentes sobre conservación de la naturaleza.

3.1.3.13 Utilización de Materiales que Aparezcan durante la Ejecución de la Obra.

Si durante la excavación de las obras se encontraran materiales que pudieran emplearse con ventaja técnica o económica sobre los previstos en proyecto, éstos podrán utilizarse con el consentimiento de la DO únicamente para la ejecución de las obras.

3.1.3.14 Objetos hallados en las Obras.

El Contratista no podrá apropiarse de los fósiles, monedas, objetos de valor geológico o interés arqueológico descubiertos en la obra. En este caso el Contratista tomará todas las precauciones para que la extracción y custodia de los mencionados objetos se realice con las necesarias garantías, siendo responsable subsidiario de las substracciones o deterioros que pudieran originarse.

3.1.3.15 Conservación durante la Ejecución.

Durante la ejecución de la Obra el Contratista deberá mantener el emplazamiento de la obra debidamente libre de obstrucciones en relación con los almacenamientos de equipos y materiales sobrantes, eliminación de escombros y basuras, y obras provisionales no necesarias.

A la finalización de las obras, el Contratista deberá retirar las construcciones auxiliares, instalaciones de obra y equipo de construcción, dejando la totalidad de las obras en el estado de limpieza requerido por la DO.

Todos los gastos ocasionados por estos trabajos correrán a cargo del Contratista.

3.1.3.16 Trabajos Ocultos.

El Contratista no cubrirá ni hará invisible ninguna parte de la obra que haya de quedar oculta sin la aprobación de la DO, y proporcionará todas las facilidades para examinar, inspeccionar y medir estos trabajos antes de ser cubiertos. Para ello, cuando tales obras estén a punto de ser cubiertas, el Contratista pasará aviso a la DO para que ésta las inspeccione.

No obstante a lo anterior, si en alguna de las partes de la obra cubiertas, la DO requiriese descubrirla, el Contratista se verá obligado a realizarlo, así como a reponer y reparar las partes descubiertas. En este caso, los gastos originados corren por cuenta del Contratista.

3.1.4 Incidencias en la ejecución de las obras

3.1.4.1 Reparaciones u Obras de Urgente Ejecución.

Si por cualquier causa bien durante el período de ejecución de obra, o durante el plazo de garantía, la DO considera que por razones de seguridad es necesario realizar trabajos de consolidación, refuerzo o reparación, el Contratista deberá efectuarlos en forma inmediata. Si no se encontrase en condiciones de realizar dichos trabajos, la Propiedad podrá ejecutar por sí misma u ordenar su ejecución por terceros.

En el caso de que estos trabajos fuesen motivados por causas imputables al Contratista, no serán de abono, si resultara necesario acudir a terceros, los gastos originados serán repercutidos al Contratista.

3.1.4.2 Modificación del Contrato de Obras

En lo que respecta a las modificaciones del contrato de obras será de obligado cumpliento por el Contratista, lo establecido, al respecto, en los distintos supuestos, en la Ley de Contratos del Sector Público Vigente o sus sucesivas modificaciones.

Serán obligatorias para el contratista las modificaciones del contrato de obras que se acuerden de conformidad con lo establecido en el artículo 206 de la Ley de Contratos del Sector Público. En caso de que la modificación suponga supresión o reducción de unidades de obra, el contratista no tendrá derecho a reclamar indemnización alguna.

Cuando las modificaciones supongan la introducción de unidades de obra no previstas en el proyecto o cuyas características difieran de las fijadas en este, y no sea necesario realizar una nueva licitación, los precios aplicables a las mismas serán fijados por la Administración, previa audiencia del contratista por plazo mínimo de tres días hábiles. Cuando el contratista no aceptase los precios fijados, el órgano de contratación podrá contratarlas con otro empresario en los mismos precios que hubiese fijado, ejecutarlas directamente u optar por la resolución del contrato conforme al artículo 211 de esta Ley.

Cuando el Director facultativo de la obra considere necesaria una modificación del proyecto y se cumplan los requisitos que a tal efecto regula esta Ley, recabará del órgano de contratación autorización para iniciar el correspondiente expediente, que se sustanciará con las siguientes actuaciones:

- Redacción de la modificación del proyecto y aprobación técnica de la misma.
- Audiencia del contratista y del redactor del proyecto, por plazo mínimo de tres días.

- Aprobación del expediente por el órgano de contratación, así como de los gastos complementarios precisos.

No obstante, no tendrán la consideración de modificaciones:

- El exceso de mediciones, entendiendo por tal, la variación que durante la correcta ejecución de la obra se produzca exclusivamente en el número de unidades realmente ejecutadas sobre las previstas en las mediciones del proyecto, siempre que en global no representen un incremento del gasto superior al 10 por ciento del precio del contrato inicial. Dicho exceso de mediciones será recogido en la certificación final de la obra.
- La inclusión de precios nuevos, fijados contradictoriamente por los procedimientos establecidos en esta Ley y en sus normas de desarrollo, siempre que no supongan incremento del precio global del contrato ni afecten a unidades de obra que en su conjunto exceda del 3 por ciento del presupuesto primitivo del mismo.

Cuando la tramitación de un modificado exija la suspensión temporal parcial o total de la ejecución de las obras y ello ocasione graves perjuicios para el interés público, el órgano de contratación podrá acordar que continúen provisionalmente las mismas tal y como esté previsto en la propuesta técnica que elabore la dirección facultativa, siempre que el importe máximo previsto no supere el 20 por 100 del precio primitivo del contrato y exista crédito adecuado y suficiente para su financiación.

El expediente de continuación provisional a tramitar al efecto exigirá exclusivamente la incorporación de las siguientes actuaciones:

- Propuesta técnica motivada efectuada por el director facultativo de la obra, donde figure el importe aproximado de la modificación, la descripción básica de las obras a realizar y la justificación de que la modificación se encuentra en uno de los supuestos previstos en el apartado 2 del artículo 203.
- Audiencia del contratista.
- Conformidad del órgano de contratación.
- Certificado de existencia de crédito.
- Informe de la Oficina de Supervisión de Proyectos, en el caso de que en la propuesta técnica motivada se introdujeran precios nuevos. El informe deberá motivar la adecuación de los nuevos precios a los precios generales del mercado, de conformidad con lo establecido en el apartado 3 del artículo 102.

En el plazo de seis meses contados desde el acuerdo de autorización provisional deberá estar aprobado técnicamente el proyecto, y en el de ocho meses el expediente de la modificación del contrato.

Dentro del citado plazo de ocho meses se ejecutarán preferentemente, de las unidades de obra previstas, aquellas partes que no hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas.

3.1.4.3 Incumplimiento del Programa de Trabajos.

El contratista deberá atenerse al plazo de ejecución que figura en el correspondiente Artículo del Presente Pliego de Prescripciones Técnicas, o en el correspondiente Contrato de Obra, salvo que por circunstancias justificadas la DO haya ampliado o reducido el mismo.

Si a juicio de la DO la marcha de los trabajos o cualquier parte de los mismos no presenta el ritmo necesario para asegurar la finalización de las obras en el correspondiente plazo de ejecución, la DO lo comunicará por escrito al Contratista, que adoptará cualquier medida necesaria y sea aprobada por la DO para acelerar los trabajos.

El Contratista no podrá reclamar pagos relacionados con estas unidades. Las penalidades en que incurra el Contratista por demora en los plazos parciales o totales en la ejecución de las obras serán las que se estipulen en el correspondiente Contrato de Obra.

Cuando el contratista, por causas imputables al mismo, hubiere incurrido en demora respecto al cumplimiento del plazo total, la Administración podrá optar indistintamente por la resolución del contrato o por la imposición de las penalidades indicadas en el Pliego de Bases de la Licitación.

La Administración tendrá la misma facultad a que se refiere el apartado anterior respecto al incumplimiento por parte del contratista de los plazos parciales, cuando se hubiese previsto en el pliego de cláusulas administrativas particulares o cuando la demora en el cumplimiento de aquellos haga presumir razonablemente la imposibilidad del cumplimiento del plazo total.

3.1.4.4 Suspensión Temporal de las Obras.

Siempre que la Propiedad acuerde una suspensión de toda o parte de la Obra, se comunicará por escrito al Contratista para que no continúe la ejecución de los trabajos afectados. Cuando la suspensión afecte temporalmente a una o varias partes de la Obra se denominará suspensión temporal parcial, si afecta a la totalidad de la Obra, suspensión temporal total.

Cuando esto ocurra, se levantará la correspondiente acta de suspensión, que deberá ir firmada por la DO y el Contratista, y en la que se hará constar el acuerdo de la Propiedad que originó la misma. Al acta se acompañará un anejo en el cual se reflejarán la parte o partes suspendidas, así como la medición tanto de la obra ejecutada como de los materiales acopiados que se vayan a ejecutar exclusivamente en las mismas.

Es deber del Contratista proteger los trabajos durante la suspensión temporal, atendiendo las instrucciones de la DO.

El costo suplementario a que se vea obligado el Contratista al cumplimentar las instrucciones de la DO en relación con la suspensión temporal correrá a cargo de la Propiedad, a menos que la causa sea debida a faltas del Contratista, necesaria en virtud de las condiciones climatológicas necesarias para la ejecución de la Obra con la debida garantía y seguridad de la misma.

3.1.4.5 Mejoras Propuestas por el Contratista

El Contratista podrá proponer por escrito a la DO la sustitución de una unidad de obra por otra, siempre que cumpla la misma función, pero reúna mejores condiciones, el empleo de materiales de mejor calidad a los previstos en Proyecto, la ejecución de partes de la obra con mayores dimensiones, y en general cualquier otra mejora que juzgue beneficiosa para la obra.

Si la DO lo estima conveniente, aun cuando no sea necesario, podrá autorizarlo por escrito, el Contratista sólo tendrá derecho a que se le abone lo correspondiente a la estricta ejecución del Proyecto.

3.1.4.6 Variaciones no Autorizadas

En ningún caso el Contratista podrá introducir o ejecutar modificaciones en la obra sin la debida aprobación de las mismas por la DO. Para que una modificación aprobada por ésta pueda incluirse en el contrato, necesariamente deberá ser aprobada por la Propiedad, incluyendo la valoración de la misma.

Las únicas modificaciones que podrán ser autorizadas durante la ejecución de las obras directamente por la DO serán aquellas relativas a las variaciones en las cantidades realmente ejecutadas de las unidades de obra constituyentes del presupuesto del Proyecto.

En caso de emergencia la DO podrá ordenar la realización de unidades de obra no previstas en el Proyecto, si son indispensables para garantizar la seguridad de la obra ya ejecutada o evita daños a terceros.

Las variaciones de obra no aprobadas por la DO son responsabilidad del Contratista, quien en ningún caso podrá reclamar abono del sobrecosto de las mismas. Caso de que las modificaciones supongan reducción del volumen de obra ejecutada, se efectuará valoración real de lo construido.

3.1.4.7 Obras Defectuosas

Hasta la recepción, el Contratista responderá de la correcta ejecución de la obra. Si aparecen defectos, el Contratista viene obligado a repararlos a satisfacción de la DO, sin que sea eximente la circunstancia de su reconocimiento previo por parte de la misma.

Los gastos de remoción y reposición, así como la responsabilidad y garantía de la correcta reparación de los mismos, incumben al Contratista, excepto cuando la obra defectuosa sea motivada por vicios de Proyecto.

3.1.4.8 Obras Incompletas

Cuando por rescisión justificada del Contrato de Obra, algunas unidades de Obra no hayan quedado terminadas, el Contratista tendrá derecho a que se le abone la parte ejecutada de las mismas, de acuerdo a la descomposición que figure en el Cuadro de Precios nº 2 del Proyecto, quedando los materiales no utilizados a libre disposición de la Propiedad.

3.1.4.9 Trabajos Nocturnos y Emergencias

Los trabajos nocturnos deberán ser previamente autorizados por el Director de obra y realizados solamente en las unidades de obra que él indique. El Contratista deberá instalar los equipos de iluminación del tipo e intensidad que el Director de Obra apruebe, y mantenerlos en perfecto estado mientras duren los trabajos nocturnos.

Dichos trabajos se abonarán según unidades de obra a los precios que correspondan del Cuadro de Precios nº1 y no serán objeto de abono los sobrecostes debido a la naturaleza de estos trabajos.

El Contratista dispondrá de la organización necesaria para solucionar emergencias relacionadas con las obras del Contrato, aun cuando aquellas se produzcan fuera de las horas de trabajo. El abono de los trabajos de emergencia quedará a la decisión que estime más oportuna en cada caso la DO.

El Director de Obra dispondrá en todo momento de una lista actualizada de direcciones y número de teléfono del personal del Contratista responsable de la organización de estos trabajos de emergencia.

3.1.5 Medición y abono de las obras

3.1.5.1 Valoración de las obras ejecutadas

A los efectos del pago, la Administración expedirá mensualmente, en los primeros diez días siguientes al mes al que correspondan, certificaciones que comprendan la obra ejecutada durante dicho período de tiempo, salvo prevención en contrario en el pliego de cláusulas administrativas particulares, cuyos abonos tienen el concepto de pagos a cuenta sujetos a las rectificaciones y variaciones que se produzcan en la medición final y sin suponer en forma alguna, aprobación y recepción de las obras que comprenden.

El contratista tendrá también derecho a percibir abonos a cuenta sobre su importe por las operaciones preparatorias realizadas como instalaciones y acopio de materiales o equipos de maquinaria pesada adscritos a la obra, en las condiciones que se señalen en los respectivos pliegos de cláusulas administrativas particulares y conforme al régimen y los límites que con carácter general se determinen reglamentariamente, debiendo asegurar los referidos pagos mediante la prestación de garantía.

3.1.5.2 Mediciones

Las mediciones son los datos recogidos de los elementos cualitativos y cuantitativos que caracterizan las obras ejecutadas, los acopios realizados, o los suministros efectuados, y se realizarán de acuerdo con lo estipulado en el PPTP del Proyecto y en el presente PPTG.

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula correspondiente del PCAG.

3.1.5.3 Certificaciones

En la expedición de certificaciones regirá lo dispuesto en la LCSP y las Cláusulas correspondientes del PCAG.

3.1.5.4 Precios Unitarios

Es de aplicación lo dispuesto en la Cláusula correspondiente del PCAG.

De acuerdo con lo dispuesto en dicha cláusula, los precios unitarios de "ejecución material", comprenden, sin excepción ni reserva, la totalidad de los gastos y cargas ocasionados por la ejecución de los trabajos correspondientes a cada uno de ellos, los que resulten de las obligaciones impuestas al Contratista por los diferentes documentos del Contrato y por el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

Estos precios de ejecución material comprenderán todos los gastos necesarios para la ejecución de los trabajos correspondientes hasta su completa terminación y puesta a punto, a fin de que sirvan para el objeto que fueron proyectados, y en particular, sin pretender una relación exhaustiva, los siguientes:

- Los gastos de mano de obra, de materiales de consumo y de suministros diversos, incluidas terminaciones y acabados que sean necesarios aun cuando no se hayan descrito expresamente en la petición de precios unitarios.
- Los seguros de toda clase.
- Los gastos de planificación y organización de obra.
- Los gastos de realización de cálculos, planos o croquis de construcción y archivo actualizado de planos de obra.
- Los gastos de construcción, mantenimiento, remoción y retirada de toda clase de construcciones auxiliares.
- Los gastos de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales.
- Los gastos de protección y acopios de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes.
- Los gastos de construcción y conservación de los caminos auxiliares de acceso y de obra provisional.
- Los gastos derivados del cumplimiento de los apartados Oficinas de Obra e Inscripciones en las obras del presente PPTG.
- Los gastos derivados de la Garantía y Control de Calidad de la obra, conforme se especifica en el presente PPTG.
- Los costes relacionados con la disposición y correcta utilización de los medios auxiliares a utilizar para la correcta ejecución de los trabajos (andamios, escaleras, cimbras, etc.).

En los precios de "ejecución por contrata" obtenidos según los criterios de los Pliegos de Bases para la Licitación o Contrato de Adjudicación, están incluidos, además:

- Los gastos generales y el beneficio
- Los impuestos y tasas de toda clase

3.1.5.5 Abono de unidades

Las unidades de obra ejecutadas se abonarán, con carácter general, de acuerdo a los criterios fijados, para cada una de ellas, en sus correspondientes capítulos del PPTG o del PPTP.

Para aquellas unidades, principalmente equipos, cuya fabricación se realice de manera específica y particularizada para la obra, se contemplará un régimen de pagos especial, que comprenderá, el abono del 50 % de la unidad, una vez que el equipo sea acopiado en la obra, el abono de un 20% adicional, una vez que el equipo se coloque en la instalación, otro 20 % en el momento en el que quede conexionado mecánica y eléctricamente, y el 10% final, tras la comprobación de su adecuado funcionamiento, de acuerdo a los criterios fijados en el proyecto.

3.1.5.6 Partidas Alzadas

Es de aplicación lo dispuesto en PCAG.

Son partidas del presupuesto correspondiente a la ejecución de una obra o de una de sus partes en cualquiera de los siguientes supuestos:

- Por un precio fijo definido con anterioridad a la realización de los trabajos y sin descomposición en los precios unitarios (Partida alzada de abono íntegro).
- Justificándose la facturación a su cargo mediante la aplicación de precios unitarios elementales o alzados, en base a mediciones reales (Partida Alzada a Justificar).

En el primer caso la partida se abonará completa tras la realización de la obra en ella definida y en las condiciones especificadas mientras que en el segundo supuesto sólo se certificará el importe resultante de la medición real.

Las partidas alzadas tienen el mismo tratamiento en cuanto a su clasificación (ejecución material y por contrata), conceptos que comprenden, repercusión del coeficiente de baja de adjudicación respecto del tipo de licitación y fórmulas de previsión de los precios unitarios.

3.1.5.7 Abonos a Cuenta de Materiales Acopiados, Equipos e Instalaciones

Son de aplicación la LCSP y lo establecido, al respecto, en el PCAG.

3.1.5.8 Gastos de Seguridad y Salud

Los gastos derivados del cumplimiento de la Normativa vigente relativa a la Seguridad y Salud y Señalización de la Obra, se consideran incluidos directa o indirectamente en el Presupuesto de la obra.

3.1.5.9 Precios Contradictorios

Para la realización de todas las unidades de obra cuyos precios unitarios no figuran en el presupuesto de la obra, se establecerá el correspondiente precio contradictorio.

Los materiales, mano de obra, y maquinaria que intervengan en este nuevo precio, y que figuren en las respectivas relaciones de precios elementales presentadas por el contratista en la oferta económica de la licitación, según se exige en el PCAP, o, en su otro caso, del anejo "Justificación de precios" serán valorados según esos documentos.

Caso de precisar la unidad la utilización de materiales distintos de mano de obra especializada, o maquinaria no prevista en proyecto, se justificará debidamente el coste de cada uno de estos conceptos, pero retrotrayéndose su coste a la fecha de la licitación, y manteniéndose los coeficientes que en la justificación de precios figuran como gastos indirectos.

3.1.5.10 Revisión de Precios

La revisión de precios se efectuará conforme a lo estipulado en la Ley de Contratos del Sector Público y en el Pliego de Cláusulas Administrativas.

3.1.6 Terminación de la obra

3.1.6.1 Notificación de Terminación de Obra

El Contratista comunicará por escrito a la Dirección de Obra la fecha prevista para la finalización de las obras con una antelación de al menos 45 días debidamente justificada.

El DO, en caso de conformidad con la citada comunicación del Contratista, la elevará con su informe, con una antelación de un (1) mes respecto a la fecha de terminación de la obra, a la Propiedad, a los efectos de que ésta proceda al nombramiento de un representante para la recepción.

3.1.6.2 Recepción de las Obras

Al término de la ejecución de las obras objeto de este pliego se hará, si procede, la recepción de las mismas.

En el acta de recepción, se harán constar las deficiencias que a juicio de la Dirección de Obra deben ser subsanadas por el Contratista estipulándose igualmente el plazo máximo (inferior al plazo de garantía), en que deberán ser ejecutadas.

3.1.6.3 Proyecto de Obras Ejecutadas

Dentro del plazo de dos meses contados a partir de la recepción, el órgano de Contratación deberá aprobar la certificación final de las obras ejecutadas, que será abonada al contratista a cuenta de la liquidación del contrato.

El Contratista deberá presentar una colección completa de planos de la obra realmente construida o planos "as built" y toda la documentación necesaria relativa a la obra ejecutada que la Dirección de Obra requiera para la elaboración del Proyecto de Obras Ejecutadas. Los planos formarán parte del Proyecto de Obras ejecutadas.

3.1.6.4 Período de Garantía. Responsabilidad del Contratista

El plazo de garantía, a contar desde la recepción de las obras, será el señalado en el Contrato, de acuerdo con la oferta presentada por el Contratista en la Licitación, y no podrá ser inferior a un año ni al plazo fijado en el PCAP de la Licitación

Durante el mismo el Contratista tendrá a su cargo la conservación ordinaria de aquellas cualquiera que fuera la naturaleza de los trabajos a realizar, siempre que no fueran motivados por causas de fuerza mayor. Igualmente deberá subsanar aquellos extremos que se reflejaron en el acta de recepción de las obras.

Serán de cuenta del Contratista los gastos correspondientes a las pruebas generales complementarias que durante el período de garantía hubieran de hacerse, siempre que hubiese quedado así indicado en el acta de recepción de las obras.

Los gastos de explotación o los daños que por uso inadecuado se produjeran durante el período de garantía, no serán imputables al Contratista, teniendo éste en todo momento derecho a vigilar dicha explotación y exponer cuantas circunstancias de ella pudieran afectarle.

Dentro del plazo de quince días anteriores al cumplimiento del plazo de garantía, el director facultativo de la obra, de oficio o a instancia del contratista, redactará un informe sobre el estado de las obras. Si éste fuera favorable, el contratista quedará relevado de toda responsabilidad, salvo lo dispuesto en el artículo 244 de la LCSP, procediéndose a la devolución o cancelación de la garantía, a la liquidación del contrato y, en su caso, al pago de las obligaciones pendientes que deberá efectuarse en el plazo de sesenta días. En el caso de que el informe no fuera favorable y los defectos observados se debiesen a deficiencias en la ejecución de la obra y no al uso de lo construido, durante el plazo de garantía, el director facultativo procederá a dictar las oportunas instrucciones al contratista para la debida reparación de lo construido, concediéndole un plazo para ello durante el cual continuará encargado de la conservación de las obras, sin derecho a percibir cantidad alguna por ampliación del plazo de garantía.

Siempre que por razones excepcionales de interés público debidamente motivadas en el expediente el órgano de contratación acuerde la ocupación efectiva de las obras o su puesta en servicio para el uso público, aún sin el cumplimiento del acto formal de recepción, desde que concurran dichas circunstancias se producirán los efectos y consecuencias propios del acto de recepción de las obras y en los términos en que reglamentariamente se establezcan.

3.1.6.5 Liquidación de las Obras

Terminado el plazo de garantía se hará, si procede, la liquidación de las obras. La liquidación de las obras no exime al Contratista de las responsabilidades que le puedan corresponder, de acuerdo con la legislación vigente, referidas a posibles defectos por vicios ocultos que surjan en la vida útil de la obra.

3.2 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

3.2.1 Despeje del terreno

3.2.1.1 Definición

Consistirá en extraer y retirar de las zonas afectadas por las obras los escombros, basura o cualquier otro material indeseable que exista previo al comienzo de los trabajos.

3.2.1.2 Ejecución de las obras

Las operaciones de despeje se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficiente y evitar daños en las construcciones existentes. La Dirección de Obra designará y marcará los elementos que hayan de conservarse intactos.

Los trabajos se realizarán de forma que no produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

Las labores de despeje incluirán la selección, carga, transporte a punto limpio de la obra de los materiales citados y la clasificación, para su posterior gestión.

Todos los subproductos del despeje no susceptibles de aprovechamiento deberán ser retirados a vertedero o gestor autorizado. Los restantes materiales, podrán ser utilizados por el Contratista, previa aceptación por la Dirección de Obra de la forma y en los lugares que aquél proponga.

3.2.1.3 Medición y abono

Esta unidad se abonará por aplicación del precio, según el Cuadro de Precios nº 1, correspondiente a los metros cuadrados (m2) de terreno realmente despejado e incluirá todas aquellas operaciones de detalle manuales o mecánicas para su total realización.

La aplicación de precios correspondientes a unidades distintas de metros cuadrados requerirá la aprobación expresa del Director de Obra.

3.2.2 Desbroce del terreno

3.2.2.1 Definición

Consistirá en retirar de las zonas afectadas por las obras la broza existente en la superficie del terreno, entendiendo como tal, los restos vegetales, tocones, vegetación herbácea, arbustos y árboles de pequeño porte no comprendidos en la unidad de tala.

3.2.2.2 Ejecución de las obras

Las operaciones de desbroce se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficiente y evitar daños en las construcciones existentes. La Dirección de Obra, designará y marcará los elementos que hayan de conservarse intactos.

Los trabajos se realizarán de forma que no produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

El desbroce será una actividad independiente y previa a la retirada de la tierra vegetal que comprenderá la corta de la broza, la carga, su transporte al punto limpio de la obra y su clasificación para la posterior gestión.

Todos los subproductos que resulten de esta actividad no susceptibles de aprovechamiento serán retirados a vertedero. Los restantes materiales, podrán ser utilizados por el Contratista, previa aceptación por la Dirección de Obra de la forma, y en los lugares que aquél proponga.

3.2.2.3 Medición y abono

Esta unidad se abonará por aplicación del precio, según el Cuadro de Precios nº 1, correspondiente a los metros cuadrados (m2) de terreno realmente desbrozado e incluirá todas aquellas operaciones de detalle manuales o mecánicas para su total realización.

La aplicación de precios correspondientes a unidades distintas de metros cuadrados requerirá la aprobación expresa del Director de Obra.

3.2.3 Tala

3.2.3.1 Definición

Consistirá en cortar, trocear y retirar de las zonas afectadas por las obras todos los árboles, considerando como tales, a efectos de esta unidad, aquellos elementos vegetales leñosos ramificados que tengan un perímetro igual o superior a 40 cm. medido a una altura de un metro (1,00 m) sobre el suelo. La eliminación de aquellos ejemplares que no reúnan las características indicadas se considerará comprendida, en su caso, en la unidad relativa al desbroce del terreno.

3.2.3.2 Ejecución de las obras

Las labores de tala se desarrollarán de acuerdo a un procedimiento específico a presentar por el contratista y previo a su ejecución, éste deberá recabar de la Dirección Técnica y del organismo competente en esta materia la confirmación de los ejemplares que van a ser talados.

Las labores de tala incluirán todas las actividades necesarias para posibilitar la retirada del ejemplar fuera de la obra, como son: el corte del árbol, la retirada de las ramas, el despiece del tronco y ramaje, destoconado, la carga en medio de transporte adecuado y trasporte a punto limpio de obra y clasificación para su posterior gestión.

3.2.3.3 Medición y abono

El abono se realizará por aplicación del precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1 a las unidades (Ud) realmente taladas e incluirá todas las actuaciones descritas en el apartado anterior.

3.2.4 Escarificado y compactación superficial

3.2.4.1 Definición

Consiste en la disgregación de la superficie del terreno, efectuada por medios mecánicos, y su posterior compactación. Estas operaciones se realizarán una vez efectuadas las de desbroce y/o retirada de la tierra vegetal.

3.2.4.2 Ejecución de las obras

La escarificación se llevará a cabo en las zonas y con la profundidad que se estipulen en los Planos o Pliego de prescripciones Técnicas Particulares o que, en su defecto, señale el Director de Obra, hasta un límite máximo de veinticinco centímetros (25 cm.).

La densidad a obtener en la compactación será igual a la exigible en la zona de terraplén en que se trate. Para ello se tomarán las muestras necesarias, previamente a su compactación.

3.2.4.3 Control de calidad

Por cada mil metros cuadrados (1.000 m2) o fracción se realizarán como mínimo y a una profundidad de 1 metro los siguientes ensayos, según se indican en las normas de referencia.

- Granulométrico (UNE 103101).
- Límites de atterberg (UNE 103103 y 103104).
- CBR (UNE 103502).
- Proctor Normal (UNE 103501)

Cada doscientos metros cuadrados (200 m2) o fracción y a una profundidad de un metro.

- Densidad in situ (UNE 103503).

Por cada día trabajo y tajo:

- Ensayo proctor o proctor modificado (UNE103500 o UNE 103501).

3.2.4.4 Medición y abono

La escarificación y compactación del terreno se abonará por metros cuadrados (m2) realmente ejecutados medidos sobre el terreno, según el Cuadro de Precios nº1.

3.2.5 Pistas y explanadas de trabajo

3.2.5.1 Definición

Comprende el conjunto de actuaciones de mejora llevadas a cabo, sobre el terreno natural, para conseguir el acondicionamiento de una plataforma de trabajo con capacidad portante suficiente para el tránsito de la maquinaria de obra, cuando el terreno natural no reúne las condiciones geotécnicas o mecánicas necesarias para tal fin.

3.2.5.2 Ejecución

La ejecución de una pista o explanada de trabajo de abono independiente requiere de la aprobación previa por parte de la Dirección de Obra y comprende, como mínimo, el desarrollo de las siguientes actividades:

- Preparación de la superficie del terreno de apoyo (desbroce, retirada de tierra vegetal, escarificado y compactación)
- Disposición de una lámina geotextil o similar en el contacto con el terreno natural para evitar su contaminación.
- Aportación de material de préstamos, previamente aprobados por la dirección facultativa, de acuerdo a la sección tipo definida en planos, y con un espesor mínimo de 25 cm.
- Labores de mantenimiento periódico para garantizar, en el desarrollo de la obra, las condiciones de inicio.
- Retirada de todos los materiales y reposición de terreno a su estado original

Tras la finalización de la obra las pistas y explanadas de trabajo se retirarán en su totalidad, debiéndose reponer el terreno afectado al estado en que se encontraba previo al inicio de las mismas.

3.2.5.3 Medición y abono

Las pistas y explanadas de trabajo se abonarán por metros cuadrados (m2) realmente ejecutados medidos sobre el terreno, según el Cuadro de Precios nº1, siempre que hayan sido previamente aprobadas por la Dirección de obra, e incluirán en el mismo el suministro, extendido y compactado del material de aportación necesario y la colocación de un geotextil de protección, de acuerdo a la sección tipo prevista, las labores de mantenimiento periódico y todas las actuaciones auxiliares necesarias , incluso su retirada, para garantizar las características iniciales del terreno original.

3.2.6 Conexión a los Colectores Existentes

3.2.6.1.1 Operaciones preliminares

Antes de iniciar las obras de conexión de los colectores existentes y en servicio, a la nueva red construida, el Contratista comprobará la alineación real de dichos colectores y verificará conjuntamente con la Dirección de Obra, la idoneidad de los puntos de acometida previstos en proyecto una vez fijada la exacta ubicación de los mismos sobre el terreno.

Estos puntos de conexión o acometida, desde un punto de vista funcional, responden a dos tipos básicos: uno de trasvase de caudales a la nueva red (puntos de derivación) y un segundo de incorporación de caudales excedentes de aliviadero al colector interceptado (punto de reenvío).

En el aspecto constructivo ambos puntos de conexión se materializan en sendos pozos de registro, de similares características y ubicados sobre la directriz del colector existente, denominados pozos de derivación y reenvío respectivamente.

Decidida la posición de los pozos de conexión el Contratista confeccionará planos de detalle de los mismos, conforme a la tipología y criterios que para dichos pozos figura en los diseños-tipo del Proyecto.

El Contratista requerirá a la Dirección de Obra la aprobación de los citados planos de detalle, así como del sistema constructivo que prevé utilizar en su ejecución, sistema que deberá asegurar en todo momento la continuidad del servicio que presta el colector existente.

3.2.6.1.2 Ejecución

Por lo que respecta a la ejecución se consideran como adecuados, en función de las características del colector en servicio, los dos métodos siguientes:

- Ejecución manteniendo el paso del caudal

En este caso, apropiado para grandes conductos (galerías y tubulares con diámetros mayores de 600 mm) se demolerá la mitad superior del colector existente, ubicando en su interior una vaina provisional construida en chapa de acero conformada o lámina de PVC, destinada a mantener el flujo del caudal, tras cuyo rejuntado se termina de demoler el conducto original en toda su sección y en la longitud necesaria para ejecutar la base del pozo de conexión en torno al conducto sustitutivo.

En los canales de la base del pozo se dejan previstas guías para la colocación de tajaderas provisionales que permitan desviar los caudales en uno u otro sentido durante la fase de puesta en marcha y/o explotación de la nueva red.

Construida la base del pozo de conexión se coloca la tajadera provisional, extrayendo la vaina sustitutiva y se continúa la construcción en alzado del pozo hasta su total terminación.

- Ejecución con desvío previo

En este caso, adecuado para colectores de pequeño diámetro, se deja en seco el colector existente, en el tramo en que se situarán los pozos de conexión, desviando el caudal en un punto aguas arriba del mismo mediante la ejecución previa de un desvío provisional o bien mediante bombeo.

En este caso para construir los pozos de conexión se efectúa la demolición del colector, ahora fuera de servicio, en la zona requerida. Una vez ejecutada la base de los pozos de conexión se colocan las compuertas provisionales y se reintegra el paso del caudal, por anulación del desvío provisional y/o bombeo, continuando la construcción de los pozos.

El Contratista será especialmente cuidadoso en la ejecución de las obras que afecten a colectores existentes, extremando la seguridad de su personal frente al posible desprendimiento de emanaciones nocivas. Dispondrá del equipo de seguridad necesario para acceder con garantías a colectores y pozos de registro, y en particular de tres equipos de detección de gas, uno de los cuales estará a disposición del personal del Director de la Obra.

3.2.6.1.3 Medición y abono

Los pozos de conexión a la red existente se abonarán por las unidades de obra que lo integren (excavación, entibación, hormigones, encofrado, etc.), deducidas de los planos de detalle aprobados por la Dirección de Obra, a los precios que correspondan del Cuadro de Precios nº 1.

Adicionalmente serán de abono los siguientes conceptos:

- El desvío provisional, en su caso, sobre medición real y a los precios unitarios del Proyecto que le sean aplicables.
- La conexión de dicho desvío a pozos de registro del colector existente mediante la unidad de obra del Cuadro de precios correspondiente, estando incluido en la misma las obras de taponado del conducto existente y su posterior limpieza y restitución, así como el cierre de los puntos por los que se efectuó el desvío.
- La preparación del punto de conexión, derivación o reenvío, cuando el pozo se ejecuta sobre el colector existente sin desviar el caudal, mediante partida alzada de abono íntegro por Ud. de pozo, estando incluida en la misma todas las operaciones necesarias (demolición de conducto en dos fases, ejecución y montaje de vaina, retirada de ésta, etc.), para su correcta ejecución.

No serán de abono los sobrecostes debido a posibles dificultades derivadas de la propia naturaleza de estas obras, tales como: escaso volumen de medición, dificultades geométricas, condiciones rigurosas de trabajo (insalubridad, trabajos en espacios reducidos, bajos rendimientos…etc.).

3.3 DEMOLICIONES

3.3.1 Demoliciones de obras de fábrica de cualquier tipo

3.3.1.1 Definición

Consistirá en demoler y retirar de las zonas afectadas por las obras todas las obras de hormigón en masa o armado, empedrados, adoquinados, aceras, obras de fábrica, elementos prefabricados y edificaciones en general.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Derribo o demolición de las construcciones, carga y transporte hasta el punto limpio de la obra y clasificación del material.

3.3.1.2 Ejecución de las obras

- Derribo o demolición

Las operaciones de derribo se efectuarán, con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones existentes, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director de Obra, quién designará y marcará los elementos que haya que conservar intactos y las precauciones a adoptar en los casos en que debían desmontarse los elementos constructivos para su posterior utilización.

Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

- Retirada de los materiales de derribo

Los materiales que resulten de los derribos y que no hayan de ser utilizados en obras serán retirados a un lado, cargados y transportados al punto limpio de la obra para su clasificación.

Para la reutilización en obra de los materiales de demolición se estará a lo dispuesto por el artículo de Gestión de Residuos del presente Pliego y por el Director de Obra.

3.3.1.3 Medición y abono

Estas unidades se abonarán por aplicación de los precios del cuadro de precios a los metros cúbicos (m3), metros cuadrados (m2) o metros lineales (ml.), correspondientes a la unidad de obra realmente ejecutada e incluye todas las operaciones necesarias para su total realización y para evitar daños en las construcciones existentes.

3.3.2 Demolición de firmes de carreteras y caminos

3.3.2.1 Definición

Consistirá en demoler y retirar de las zonas afectadas por las obras los firmes de carreteras y caminos existentes.

3.3.2.2 Ejecución de las obras

Las operaciones de demolición se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas.

Con anterioridad a la realización de tales operaciones se realizará un precorte de la superficie de pavimento a demoler, utilizando los medios adecuados a fin de que quede una línea de fractura rectilínea y uniforme.

Las labores de demolición se podrán realizar con medios manuales o mecánicos e incluirán la carga, el transporte al punto limpio de la obra del material resultante y su clasificación.

3.3.2.3 Medición y abono

Esta unidad se abonará por aplicación del precio correspondiente del cuadro de precios nº1 a los metros cuadrados (m2) de firme de carretera o camino deducidos de las secciones tipo de los planos del Proyecto, e incluye todas las operaciones necesarias para su total realización, incluso precorte, demolición, carga, transporte al punto limpio del material resultante y su clasificación.

3.3.3 Demolición de conducciones de abastecimiento y saneamiento existentes

3.3.3.1 Definición

Consiste en el seccionamiento o corte de conducciones existentes, en el tramo afectado, por las obras de nueva ejecución, así como la remoción y extracción de los productos resultantes, su carga y transporte hasta el punto limpio de la obra y clasificación del material.

3.3.3.2 Ejecución de las obras

Previamente a la demolición de cualquier tramo de conducción existente, se habrán adoptado las medidas adecuadas para dejarlo fuera de uso, proveyendo un desvió alternativo, provisional o no, que asegure el mantenimiento del servicio.

Efectuadas las operaciones anteriores se procederá al corte de los dos extremos del tramo a demoler, de forma que se cause el menor daño posible al resto del conducto, para continuar con la remoción del tubo citado entre ambos cortes extremos.

Si el desvío previo efectuado tuviera carácter definitivo puede demolerse la conducción antigua sin las precauciones anteriormente mencionadas, taponándose en este caso los extremos de la conducción que se deja fuera de servicio, con hormigón pobre en toda su sección y una longitud mínima de medio metro (0,5 m.) hacia el interior del conducto abandonado.

3.3.3.3 Medición y abono

La demolición de conducciones existentes se medirá por metros lineales (ml.) realmente demolidos a los precios correspondientes según su diámetro del Cuadro nº 1, entendiéndose incluidos en estos todas las operaciones de corte, demolición, taponado de bocas (en su caso), etc., necesarias para su correcta ejecución.

Los precios anteriores no son de aplicación para la demolición de galerías y conductos de alcantarillado o abastecimiento que estuvieran fuera de servicio con anterioridad a las obras a que se refiere el proyecto del que este Pliego forma parte. Tales conductos abandonados se abonarán por metro cúbico (m3) de demolición de obra subterránea a los precios correspondientes del Cuadro nº 1. Si en este caso la Dirección de Obra estima necesario el taponado de las bocas extremas, éste se abonará por metro cúbico (m3) de hormigón, medido con la sección teórica del conducto, y el espesor requerido al precio unitario que corresponda.

3.4 EXCAVACIONES

3.4.1 Excavación de tierra vegetal

3.4.1.1 Definición

Consiste en la excavación y transporte hasta la zona de acopio de las obras para su apilado, de la capa o manto de terreno vegetal o de cultivo, que se encuentra en el área de construcción.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Excavación y carga del material.
- Transporte, descarga y apilado en la zona de acopio

Todo ello realizado conforme a las presentes especificaciones y a las instrucciones complementarias dadas por el Director de Obra.

3.4.1.2 Ejecución de las Obras

Antes del comienzo de los trabajos, el Contratista someterá a la aprobación del Director de Obra, un plan de trabajo en el que figuren las zonas en que se va a extraer la tierra vegetal y las zonas elegidas para su acopio provisional en obra. Una vez aprobado dicho plan, se empezarán los trabajos.

El espesor a excavar será el fijado en el P.P.T.P. o el ordenado por el Director de Obra.

Al excavar la tierra vegetal se pondrá cuidado en no convertirla en barro, para lo cual se utilizará maquinaria ligera e incluso si la tierra está seca, se podrán emplear motoniveladoras para su remoción. La tierra vegetal que haya de ser acopiada en caballones para ulterior empleo se mantendrá separada de piedras, escombros, basuras o restos de troncos y ramas.

El espesor de la capa de tierra vegetal será el indicado en los planos del proyecto o, en caso de no indicarse, se adoptará 0,50 metros, como máximo, salvo indicación expresa del Director de Obra.

El acopio de la tierra vegetal se hará en lugares apropiados y de tal forma que no interfiera al tráfico ni a la ejecución de las obras o perturbe los desagües y drenajes provisionales o definitivos y en lugares de fácil acceso para su conservación y posterior transporte a lugar de empleo.

El acopio de tierra vegetal se hará en caballones de un metro y medio (1,5 m.) de altura, con la superficie ligeramente ahondada y sus taludes laterales lisos e inclinados para evitar la erosión.

Será responsabilidad del contratista el mantener la trazabilidad de la tierra vegetal excavada de tal forma que se pueda garantizar que se emplea para la reposición, de las zonas de las que fue retirada.

La tierra vegetal que no haya de utilizarse posteriormente o que fuese rechazada, se transportará a gestor autorizado, abonándose esta operación mediante los correspondientes precios del cuadro de precios nº 1.

3.4.1.3 Medición y Abono

Esta unidad se abonará mediante la aplicación del precio correspondiente del cuadro de precios nº 1 a los metros cúbicos (m3) de excavación deducidos de las secciones tipo que figuran en los Planos del Proyecto, incluyendo todas las operaciones necesarias para tal fin como son excavación, selección, carga, transporte a lugar de acopio, descarga y apilado. Su reposición se abonará como relleno en una unidad aparte.

3.4.2 Excavación a cielo abierto

3.4.2.1 Definición

Comprenderá el conjunto de operaciones para excavar y nivelar las zonas de emplazamiento de obras de fábrica y asentamiento de caminos, hasta la cota de explanación general, así como la excavación previa en desmonte con taludes necesaria hasta la plataforma de trabajo definida en los planos de Proyecto (prezanjas).

Dichas operaciones incluyen la remoción, extracción, carga, transporte y depósito de los productos resultantes de la excavación en la zona destinada a acopios dentro de la obra.

3.4.2.2 Clasificación

En cuanto al tipo de excavaciones en función de la geometría del recinto se diferencian las siguientes:

- Excavación en desmonte: se define como aquella que se realiza a media ladera.
- Vaciado de grandes superficies: se define como aquellas cuyas dimensiones permiten disponer de una rampa de acceso en su interior, para vehículos, por la que se puede realizar la extracción del material de la excavación.

En cuanto al material a excavar las excavaciones a cielo abierto se clasifican en:

- Excavación en tierras
- Excavación en roca

A continuación, se describen los distintos tipos de terrenos:

3.4.2.2.1 Excavación en tierras

Comprenderá la correspondiente a todos los materiales no incluidos en el apartado posterior.

3.4.2.2.2 Excavación en roca

Comprenderá las excavaciones de materiales que cumplan al menos una de las condiciones siguientes:

- Masa de roca y materiales que presenten las características de roca maciza cimentados tan sólidamente, que no son ripables, siendo necesario el uso de explosivos o de martillos rompe-rocas para su extracción.
- Materiales sueltos que posean en su masa bolos, cantos o tortas de escorias de tamaños comprendidos entre 30 y 75 cm. de Dm. en proporciones superiores al 90%.
- Materiales sueltos que posean en su masa bolos, cantos o tortas de escorias de tamaños superiores a 75 cm. de Dm. en proporciones superiores al 50%.
- Materiales que sometidos a un ensayo de compresión simple den una resistencia superior a 10 kg/cm2.

A efectos de abono los precios de excavación a cielo abierto en roca no ripable se aplicarán exclusivamente a aquel terreno en que un tractor de orugas de 350 C.V. de potencia, como mínimo, trabajando con un ripper mono diente angulable en paralelogramos con un uso inferior a 4.000 horas y dando el motor su máxima potencia, obtenga una producción inferior a 150 m3/hora.

A efectos del sistema de ejecución y precio de abono se distinguen las siguientes subclasificaciones de las excavaciones en roca:

- Excavación con medios mecánicos (Martillos neumáticos, romperrocas, etc.).

- Excavación mediante explosivos con barrenos de destroza, sin exigencias especiales para los paramentos de la excavación.
- Excavación mediante explosivos con precorte, utilizando la distribución adecuada de taladros no cargados, cargas de explosivos y retardos coordinados para que se marque una superficie preferente de rotura y se obtengan unas calidades adecuadas en los paramentos de excavación.

3.4.2.2.3 Sobre excavación a cielo abierto

Se entiende como tales, aquellos sobre anchos de la excavación inevitables para la ejecución de la obra, con respecto al perfil teórico, y que no hayan sido originados por causa y culpa del Contratista al realizar la obra con métodos inadecuados y sin adoptar las debidas precauciones.

Las sobre excavaciones deberán ser aprobadas en cada caso por el Director de Obra.

3.4.2.3 Ejecución de las Obras

3.4.2.3.1 Condiciones generales

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes y dimensiones, según Planos y/o Replanteo o que se indiquen por la Dirección de Obra.

El Contratista notificará a la Dirección de Obra, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación para poder realizar las mediciones necesarias sobre el terreno.

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos:

- Inestabilidad de taludes en roca debido a excavaciones inadecuadas.
- Deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación.
- Erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras, etc.

Durante las diversas etapas de la realización de la explanación de las obras, éstas se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje.

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá y acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables u otros usos. En cualquier caso la tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación podrán ser utilizados, si cumplen las condiciones requeridas en este Pliego, en la formación de rellenos y demás usos fijados en los planos.

El Contratista está obligado a la retirada y transporte a gestor autorizado del material que se obtenga de la excavación y que no esté prevista su utilización en rellenos u otros usos, siendo su abono de la forma que se expresa en el apartado 3.4.7.

Los taludes del desmonte serán los que, según la naturaleza del terreno permitan la excavación, y posterior continuidad de las obras con la máxima facilidad para el trabajo, seguridad para el personal y evitación de daños a terceros, estando obligado el Contratista a adoptar todas las precauciones que correspondan en este sentido, incluyendo el empleo de entibaciones y protecciones frente a excavaciones, en especial en núcleos habitados, siempre de acuerdo con la legislación vigente y las ordenanzas municipales en su caso, aun cuando no fuese expresamente requerido para ello por el personal encargado de la inspección o vigilancia de las obras de la Dirección de Obra.

En cualquier caso, los límites máximos de estos taludes a efectos de abono serán los que se expresan en los planos.

Todo exceso de excavación que el Contratista realice, salvo autorización escrita de la Dirección de la Obra, ya sea por error, abuso de explosivos o defecto en la técnica de ejecución, deberá rellenarse con terraplén o tipo de fábrica que considere conveniente la Dirección de Obra y en la forma que ésta prescriba, no siendo de abono el exceso de excavación ni el relleno prescrito.

En el caso de que los taludes de las excavaciones en explanación realizados de acuerdo con los datos de los planos fuesen inestables en una longitud superior a quince (15) metros el Contratista deberá solicitar de la Dirección de Obra, la aprobación del nuevo talud, sin que por ello resulte eximido de cuantas obligaciones y responsabilidades se expresan en el párrafo anterior, tanto previamente como posteriormente a la aprobación.

En el caso de que los taludes presenten desperfectos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las reparaciones complementarias necesarias. Si dichos desperfectos son imputables a ejecución inadecuada o a incumplimiento de las instrucciones de la Dirección de Obra, el Contratista será responsable de los daños ocasionados.

Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Cuando las excavaciones presenten cavidades que puedan retener el agua, el Contratista adoptará las medidas de corrección necesarias.

3.4.2.3.2 Utilización de explosivos

Si fuera precisa la utilización de explosivos el Contratista propondrá a la Dirección de la Obra el programa de ejecución de voladuras, justificado con los correspondientes ensayos, para su aprobación.

En la propuesta de programa se deberá, como mínimo, especificar:

- Maquinaria y método de perforación a utilizar.
- Longitud máxima de perforación.
- Diámetros de los barrenos de precorte y disposición de los mismos.
- Diámetros de los barrenos de destroza y disposición de los mismos.
- Explosivos, dimensiones de los cartuchos y esquema de carga de los distintos tipos de barrenos.
- Métodos para fijar la posición de las cargas en el interior de los barrenos.
- Esquema de detonación de las voladuras.
- Exposición detallada de los resultados obtenidos con el método de excavación propuesto en terrenos análogos a los de la obra.

El Contratista justificará en el programa con medidas del campo eléctrico del terreno, la adecuación del tipo de explosivos y detonadores.

Así mismo, el Contratista medirá las constantes del terreno para la programación de las cargas de voladura, de forma que los límites de velocidad y aceleraciones que se establezcan para las vibraciones en estructuras y edificios próximos, o la propia obra, no sean sobrepasados.

Todos los gastos ocasionados para la realización del estudio y control de voladuras serán a cargo del Contratista.

Una vez realizados los ensayos se presentará a la Dirección de Obra el proyecto de voladura para cada una de ellas en el que se deberán justificar y especificar los siguientes puntos:

- Tipo de explosivo y detonadores.

- Determinación de las cargas, y esquemas detallados de tiro por frentes y dirección de salida, justificando que no se sobrepasarán los niveles máximos de vibración en lo que respecta a velocidad.
- Estudio de Control de Proyecciones, de nivel de fragmentación así como las secuencias de encendido.

El Contratista adoptará todas las medidas necesarias para evitar que se produzcan daños por efecto de las proyecciones de la voladura.

La aprobación del programa por el Director de Obra no eximirá al Contratista de la obligación de los permisos adecuados y adopción de las medidas de seguridad necesarias para evitar daños al resto de la obra o a terceros.

Cuando las voladuras se vayan a efectuar en la proximidad de los edificios de viviendas, plantas industriales, o cualquier otro tipo de instalación se procederá a efectuar voladuras "Controladas" para lo cual los planes de tiras deberán contar con la aprobación expresa de la Dirección de Obra.

- En ningún caso se sobrepasarán, con las voladuras los límites máximos de vibración acordados con la Dirección de Obra para cada edificio o instalación.
- Es responsabilidad del Contratista cualquier tipo de daño y/o indemnización que se produzca como consecuencia de sobrepasar los límites establecidos.
- La medición de las vibraciones, en las juntas que se acuerden entre la Dirección de Obra y el Contratista será efectuada por personal especializado dependiente de este último en presencia y previa comprobación de la Dirección de Obra.
- El Plan de tiro deberá cumplir una fragmentación idónea para la carga de modo que no se produzcan rocas de un volumen superior a la media de extracción existente en la obra. En caso necesario se procederá a su troceo por medios mecánicos quedando totalmente prohibido el fogueo con ayuda de explosivos.

3.4.2.3.3 Precorte en roca.

En las excavaciones en roca en que así lo especifiquen los planos, o lo ordene el Director de Obra, el Contratista podrá ser obligado a practicar el precorte en roca para el mejor acabado de los taludes y evitar daños al terreno inmediato al que ha de ser excavado. El precorte consiste en ejecutar una pantalla de taladros paralelos coincidente con el talud proyectado, lo suficientemente próximos entre sí para que, cargados con explosivos, su voladura produzca una grieta coincidente con el talud, previamente a realizar la voladura de la masa a excavar. Para conseguir tal efecto el Contratista realizará los estudios y ensayos pertinentes de los que dará conocimiento al Director de Obra.

En el estudio del precorte se deberán determinar los siguientes parámetros a fin de lograr un buen terminado del mismo: diámetro de los taladros, espaciado, carga de cada uno, forma de ejecución, alineación, paralelismo, etc.

El error máximo admisible en el replanteo será de 10 mm.

El pie de los taludes no quedará en ningún caso dentro de la excavación teórica.

Dentro del plano de talud se admitirán como máximo desviaciones de la dirección de los taladros del veinticinco por ciento (25%) de la distancia entre los mismos.

El precorte horizontal cumplirá las mismas normas que el vertical, admitiéndole, además, redientes para el alojamiento del martillo picador no inferiores a treinta centímetros (30 cm) y siempre dentro de la excavación teórica.

3.4.2.4 Tolerancias

Las tolerancias de ejecución de las excavaciones a cielo abierto serán las siguientes:

- En las explanaciones excavadas en roca se admitirá una diferencia máxima de veinticinco (25) centímetros entre cotas extremas de la explanación resultante y en cuyo intervalo ha de estar comprendida la correspondiente cota del proyecto o Replanteo. En las excavaciones en tierra la diferencia anterior será de diez (10) centímetros. En cualquier caso, la superficie resultante debe ser tal que no haya posibilidades de formación de charcos de agua, debiendo, para evitarlo, el Contratista realizar a su costa el arreglo de la superficie, bien terminando la excavación correspondiente de manera que las aguas queden conducidas a la cuneta.
- En las superficies de los taludes de excavación se admitirán salientes de hasta diez (10) centímetros y entrantes de hasta veinticinco (25), para las excavaciones en roca. Para las excavaciones realizadas en tierra se admitirá una tolerancia de diez (10) centímetros en más o menos.

En las explanaciones excavadas para la implantación de caminos se tolerarán diferencias en cota de hasta diez (10) centímetros en más y quince (15) en menos para excavaciones realizadas en roca y de cinco (5) centímetros en más o menos para las realizadas en tierra, debiendo en ambos casos quedar la superficie perfectamente saneada.

3.4.2.5 Medición y Abono

Las excavaciones a cielo abierto y sobreexcavaciones inevitables autorizadas por la Dirección de Obra se abonarán por (m3) aplicándose el precio correspondiente del cuadro de precios nº1 según el tipo de material a extraer.

El volumen de abono se determinará por la ubicación sobre perfiles transversales tomados antes y después de la explanación cada quince (15) metros como máximo, entendiéndose como de abono entre cada dos perfiles consecutivos el producto de la semisuma de las áreas excavadas por la distancia entre ellos, con las tolerancias que en este Pliego se expresan.

Las sobreexcavaciones inevitables autorizadas se abonarán mediante la aplicación del precio correspondiente a los m3 resultantes de la diferencia de secciones de perfil tipo que figura en los planos de Proyecto y el del perfil resultante en el tajo estando incluidas todas las operaciones como excavación, extracción al borde o apilado, excepto su reposición o relleno, que será por cuenta del Contratista, no siendo de abono esta última operación.

No se aceptarán suplementos en los precios de excavación por la presencia de servicios existentes que ocasionen un menor rendimiento.

Así mismo, se encuentra incluido en el precio de esta unidad de obra, el refino de taludes y soleras de la excavación.

En el caso de las excavaciones de vaciado en grandes superficies, la disposición de una rampa que permita la retirada del material excavado por medios rodados hace que no se haga distinción entre las alturas de excavación. Asimismo, los trabajos asociados a la planificación, preparación, modificación y retirada de la rampa de acceso se encuentran repercutidos en el precio del m3 de la excavación del recinto, no siendo de abono independiente.

3.4.3 Excavación en zanjas y pozos

3.4.3.1 Definición

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas y prezanjas, para instalación de tuberías o canalizaciones, y pozos, para emplazamiento de obras de fábrica o instalaciones auxiliares, tales como pozos de registro, aliviaderos, macizos de anclaje, instalaciones de equipos de hinca, etc.

Dichas operaciones incluyen la remoción, extracción, carga, transporte y depósito de los productos resultantes de la excavación en la zona destinada a acopios.

3.4.3.2 Clasificación

En cuanto al tipo de excavaciones, en función de la geometría del recinto, se diferencian las siguientes:

- Prezanjas
- Zanjas y pozos
- Grandes pozos: se incluyen en este apartado las excavaciones de los pozos de grandes dimensiones, en los que no es posible extraer el material de excavación por una rampa, cuya profundidad y dimensiones pueden requerir la introducción de una maquina al interior del recinto y medios auxiliares para el izado del material al exterior.

En cuanto al material a excavar, las excavaciones se clasifican en:

- Excavación en tierras
- Excavación en roca

Las definiciones, alcance y limitaciones de estos tipos son iguales a las indicadas al comienzo de este artículo y en el 3.4.2 para las excavaciones a cielo abierto.

3.4.3.3 Ejecución de las Obras

En general, en la ejecución de estas obras se seguirá la Norma NTE ADZ, o cualquiera de sus posteriores modificaciones.

El Contratista notificará a la Dirección de Obra, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, en pozo o zanja, a fin de que ésta pueda efectuar las mediciones necesarias sobre terreno.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, la excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos o Replanteo y obtenerse una superficie uniforme. No obstante, la Dirección de Obra podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario, a fin de asegurar un apoyo o cimentación satisfactorio.

También estará obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, y a la retirada y transporte a gestor autorizado del material que se obtenga de la excavación y que no tiene prevista su utilización en otros usos.

Cuando aparezca agua en las zanjas o pozos que se están excavando, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarios para agotarla, estando esta operación incluida en el precio de la excavación, salvo que por su intensidad, corresponda, según el artículo 3.4.4, la aplicación de un suplemento.

Los fondos de las excavaciones se limpiarán de todo material suelto o flojo y sus grietas y hendiduras se rellenarán adecuadamente. Asimismo, se eliminarán todas las rocas sueltas o desintegradas y los estratos excesivamente delgados. Cuando los cimientos se apoyen sobre material meteorizable, la

excavación de los últimos treinta (30) centímetros, no se efectuará hasta momentos antes de construir aquellos, no siendo esto motivo de abono extra.

Las zanjas terminadas tendrán la rasante y anchura exigida en los planos o Replanteo, y únicamente se aceptarán modificaciones si previamente han sido aprobadas por la Dirección de Obra. Si el Contratista desea por su conveniencia aumentar la anchura de las zanjas, sin la aprobación previa de la Dirección de Obra, no serán de abono ni la sobreexcavación ni el exceso de relleno con respecto a la sección tipo resultante.

Si es posible, se procurará instalar la tubería en una zanja más estrecha situada en el fondo de la zanja cuya anchura se haya aumentado. De esta forma se corta el incremento de la carga debida al relleno. Esta subzanja debe superar la arista superior de la tubería en 0,30 m.

Si fuera previsible la aparición de roca en la fase de apertura de la zanja, bien porque hubiera sido previamente detectada, bien porque se produjera este hecho en fase de excavación, el Contratista someterá a la aprobación del Director de Obra los procedimientos constructivos que tuviera intención de poner en práctica (martillos picones o neumáticos, etc.). La aparición de la roca permitirá al Contratista, de acuerdo con lo indicado en los Planos de Proyecto y con la aprobación del Director de Obra, modificar las anchuras de zanjas.

A efectos del sistema de ejecución sólo se permitirá realizar excavaciones en roca mediante medios mecánicos (martillos neumáticos, hidráulicos, etc.). Queda totalmente prohibida la utilización de explosivos.

Los taludes de las zanjas y pozos serán los que, según la naturaleza del terreno permitan la excavación, y posterior ejecución de las unidades de obra que deben ser alojadas en aquéllas con la máxima facilidad para el trabajo, seguridad para el personal y evitando daños a terceros, estando obligado el Contratista a adoptar todas las precauciones que corresponden en este sentido, incluyendo el empleo de entibaciones, aun cuando no fuese expresamente requerida por el personal encargado de la inspección y vigilancia de las obras de la Dirección de Obra.

En cualquier caso, los límites máximos de las zanjas y pozos a efectos de abono serán los que se expresan en los planos, con las modificaciones previstas en este apartado y aceptadas por la Dirección de Obra.

En el caso de que los taludes antes citados, realizados de acuerdo con los planos, fuesen inestables en una longitud superior a diez metros (10,00 m), el Contratista deberá solicitar de la Dirección de Obra la aprobación del nuevo talud, sin que por ello resulte eximido de cuantas obligaciones y responsabilidades se expresan.

Dado que una mayor anchura de zanja da lugar a mayores cargas sobre la tubería, el Contratista estará obligado a mejorar el apoyo de la tubería de forma que el coeficiente de seguridad resultante sea equivalente al del Proyecto. El material excavado susceptible de posterior utilización no será retirado de la zona de obras sin permiso del Director de Obra. Si se careciese de espacio para su apilado en la zona destinada a acopios dentro de la obra se apilará en acopios situados en otras zonas, de acuerdo con las instrucciones del Director de Obra.

Si el material excavado se apila junto a la zanja, el pie del talud estará separado 1,5 m. del borde la zanja si las paredes de ésta están sostenidas con entibaciones o tablestacas. Esta separación será igual a la altura de excavación en el caso de zanja sin entibación y paredes verticales.

Este último valor (1,5) regirá para el acopio de tierras junto a excavaciones en desmonte y zanjas de paredes no verticales.

3.4.3.4 Tolerancias

Las dimensiones de las zanjas y pozos serán las definidas en las secciones tipo de los planos del Proyecto.

La tolerancia en la rasante de excavación será como máximo de 5 centímetros en terreno suelto o de tránsito y de 10 cm. en roca, siempre por debajo de la rasante teórica.

Las tolerancias para el caso de excavaciones en zanja con taludes no verticales serán las definidas en el apartado 3.4.2.

3.4.3.5 Medición y Abono

La excavación de zanjas y pozos se abonará por aplicación de los precios correspondientes según sus respectivas definiciones en el Cuadro de Precios nº1, a los volúmenes en metros cúbicos (m3) deducidos de los perfiles de abono definidos en las secciones tipo de los planos del Proyecto, y con la rasante determinada en los mismos o en el Replanteo, no abonándose ningún exceso sobre éstos, aun cuando estén dentro de las tolerancias admisibles, a no ser que a la vista del terreno, la Dirección de Obra apruebe los nuevos taludes, en cuyo caso, los volúmenes serán los teóricos que se dedujesen de aquellos.

Siempre que el Contratista aprecie la aparición de roca ripable o no ripable, así como cualquier otro cambio en el tipo de excavación, deberá tomar perfiles topográficos de dicho cambio, así mismo, dará parte a la Dirección de Obra, con el objeto de que se compruebe el hecho por parte de la misma. En caso de incumplimiento de dicha notificación, no será tenida en cuenta la aparición de la roca ripable o no ripable ni el cambio del tipo de excavación a efectos de medición y abono. Todos los trabajos y gastos que correspondan a las operaciones descritas anteriormente están comprendidas en los precios unitarios, incluyendo todas aquellas que sean necesarias para la permanencia de las unidades de obra realizadas, como el refino de taludes y soleras de la excavación, excepto la entibación que en caso de ser necesaria se abonará a los precios correspondientes del cuadro de precios, establecidos independientemente.

No se aceptarán suplementos en los precios de excavación por la presencia de servicios existentes u otras circunstancias que ocasionen un menor rendimiento.

Para la completa identificación del precio unitario a aplicar de las excavaciones realizadas en zanja o pozo, en cuanto al tipo de material excavado, se deberá ajustar éste a la clasificación establecida al principio de este artículo en terreno suelto y roca. En cuanto a la determinación de profundidades se contarán a partir de la rasante de las excavaciones previas realizadas a cielo abierto (prezanjas) o, en zonas urbanas, desde la superficie del firme existente, según se define en las secciones tipo de los Planos del Proyecto.

No serán de abono los excesos de medición de otras unidades de obra (terreno mejorado, hormigón de limpieza y/o en cunas de apoyo, etc.) derivados de sobre excavaciones, aun cuando ésta cumpla las tolerancias permitidas. Igualmente serán de cuenta del Contratista los sobrecostos debidos a refuerzos y/o aumento de la calidad de la tubería inducidos por sobre anchos de excavación que excedan las dimensiones definidas en los Planos del Proyecto.

Así mismo, no será objeto de abono cualquier incremento de excavación producido como consecuencia del procedimiento constructivo utilizado por el Contratista.

Cuando las limitaciones existentes en el terreno obliguen a la disposición de medios especiales, como puede ser el empleo de Miniexcavadoras por falta de espacio, se comunicará previamente a la Dirección de Obra, para su visto bueno.

La aplicación de los precios de excavación en zanja o pozo con entibación cuajada solamente serán de aplicación en aquellos casos en que el proceso de entibación se vaya realizando simultáneamente con la excavación. Por lo tanto, cuando la entibación de la zanja o pozo se realice con posterioridad a la apertura de la misma, se aplicarán los precios de excavación correspondientes a zanja o pozo sin entibación.

Para el abono de excavaciones de zanjas o pozos con entibaciones ligeras o semicuajadas, serán de aplicación los precios correspondientes a las excavaciones de zanjas o pozos sin entibación.

Cuando en cualquier unidad de excavación en zanjas y pozos se establezca un límite de profundidad para su aplicación, se empleará dicha unidad para la medición y abono de la parte ejecutada hasta alcanzar dicha profundidad, medida siempre desde el plano de referencia, aunque la altura total de la zanja o pozo sea superior a ese límite. Solo el excedente que sobrepase la profundidad fijada se abonará con la unidad correspondiente a profundidades superiores al límite establecido en la unidad.

El criterio será el mismo cuando se establezca un rango de profundidades para la aplicación de la unidad, debiéndose medir y abonar, con esta unidad, la excavación ejecutada entre los límites establecidos por el rango fijado, aunque la profundidad total de la zanja sea superior.

3.4.4 Evacuación de aguas, agotamiento

3.4.4.1 Condiciones de Vertido

Se deberán cumplir los requisitos recogidos en el Reglamento de aplicación para cumplir las condiciones mínimas de calidad de las aguas a verter en cauce público o red general del CABB.

3.4.4.2 Clasificación de los Agotamientos en Función del Caudal a Evacuar

Se define como agotamiento al caudal de agua que es necesario bombear, de manera continuada, desde el interior de una zanja, pozo o recinto de excavación, con el objetivo de evitar la acumulación de agua en su interior y permitir el desarrollo de los trabajos. No tendrá tal consideración la evacuación de los volúmenes que se acumulen en las zanjas o pozos, por haber estado fuera de servicio los equipos de bombeo.

Se establece en cinco litros por segundo (5 l/s) y tajo de excavación, el límite superior del caudal de evacuación de aguas para proceder a utilizar en la medición y abono el o los suplementos indicados en los Cuadros de Precios.

Por debajo de este límite, el agotamiento de la excavación se considera como una operación incluida en la propia excavación, en su medición y en su precio.

3.4.4.3 Sistemas de Evacuación según el Tipo de Obras

Las excavaciones a cielo abierto se agotarán conduciendo el agua, mediante suaves pendientes del fondo de las mismas, o a través de zanjas o cunetas de agotamiento, al punto más bajo, desde donde se extraerán por bombeo.

En las zanjas, si tuvieran pendiente favorable, se aprovechará la inclinación de la misma para conducir las infiltraciones hasta los pocillos de recogida y bombeo. En caso contrario se ejecutarán las cunetas de contrapendiente.

En todo caso, los pocillos de bombeo se dispondrán a una profundidad tal que aseguren que el fondo de la zanja quede libre de agua, a fin de ejecutar las operaciones subsiguientes (rasanteo, hormigón de limpieza, etc.) en condiciones adecuadas. Estos pocillos deberán ir protegidos contra el arrastre de finos, mediante el empleo de productos geotextiles o filtros granulares.

En el caso en que la tubería se encuentre por debajo del nivel freático se construirán pantallas de arcilla, dispuestas transversalmente a todo lo ancho de la zanja, separadas entre sí una distancia máxima de 40 ml. y una altura comprendida entre la parte superior de la cuna de apoyo del tubo y medio metro por encima del nivel freático. Estas operaciones no serán objeto de abono independiente.

3.4.4.4 Sistemas Especiales

El Contratista propondrá al Director de Obra para su aprobación el sistema que empleará para el descenso del nivel freático en las zonas en que fuera necesario. Asimismo, tomará las medidas adecuadas para evitar los asientos de edificios o zonas próximas debidos a la consolidación del terreno cercano a la zanja por el flujo de agua inducido por el sistema de descenso del nivel freático. En cualquier caso, el asiento máximo admisible bajo edificios será de cuatro (4) milímetros.

La aprobación por parte del Director de Obra del sistema adoptado para el rebajamiento del nivel freático no exime al Contratista de sus responsabilidades.

Si la estabilidad de los fondos de las zanjas se viera perjudicada por sifonamientos o arrastres debido a los caudales de infiltración o fueran estos excesivos para la realización de las obras, se adoptarán medidas especiales como uso de geotextiles, pantalla de bentonita-cemento u hormigón o tablestacas.

En su caso podrá asimismo realizarse sustituciones de terrenos con materiales de baja permeabilidad, como hormigón o arcillas, o inyectar y consolidar la zona en que las filtraciones se producen.

Para zanjas, pozos, y excavaciones generales en terrenos arenosos, si fuera necesario, podrá rebajarse el nivel freático mediante un sistema de pozos de bombeo exteriores al tajo ya sea mediante (Well points) o mediante pozos profundos, cuya efectividad dependerá de su densidad y de la permeabilidad del terreno.

Caso de que se decidiera utilizar el sistema de "Well points" para el rebajamiento del nivel freático, se realizarán sondeos de reconocimiento provistos de tubos piezométricos que permitan comprobar y medir el descenso de aquél. La separación máxima entre los sondeos citados no superará los treinta (30) metros de longitud, e irán situados lo más cercano posible del borde de la zanja.

El Contratista deberá mantener el nivel freático al menos medio metro (0,5 m.) por debajo de la cota del fondo de la excavación durante la ejecución de la misma, hasta que se haya rellenado la zanja medio metro (0,5 m.) por encima del nivel freático original.

Todas las soluciones especiales requerirán para su abono de aprobación de la Dirección de Obra, sin que por ello quede eximido el Contratista de cuantas obligaciones y responsabilidades dimanen de su no aplicación, tanto previamente como posteriormente a la aprobación.

3.4.4.5 Medición y Abono

Si los caudales de agotamiento por tajo de excavación, medidos en continuo, superarán los cinco litros por segundo (5 l/s), se aplicará el suplemento correspondiente por metro cúbico de excavación que se realice mientras se mantengan dichas condiciones. No obstante, no aplicará dicho suplemento sin la aprobación de la Dirección de Obra.

Salvo indicación contraria en el pliego de prescripciones particulares o en los cuadros de precios, la medición del rebajamiento del nivel freático mediante "well point" se efectuará mediante la aplicación de dos unidades, la primera relativa a la instalación y desmontaje y la segunda relativa a la explotación del sistema. La primera unidad se abonará una única vez por tajo e incluirá la instalación y el desmontaje de todos los elementos necesarios así como la puesta en marcha y las pruebas necesarias. La segunda unidad se abonará por unidades temporales (habitualmente meses) e incluirá todas las labores propias de la explotación del sistema (energía eléctrica, gestión del agua, personal, mantenimiento, reparaciones…).

En el caso de que se adoptarán procedimientos especiales, como tablestacados, pantallas, inyecciones, etc., se aplicarán los precios unitarios correspondientes de los Cuadros de Precios y con los criterios de medición definidos para dichas obras.

3.4.5 Desprendimientos

3.4.5.1 Definición

Se considerarán como tales a aquellos desprendimientos inevitables producidos fuera de los perfiles teóricos definidos en los Planos.

La Dirección de Obra definirá que desprendimientos serán conceptuados como inevitables.

Podrán ser desprendimientos abonables los que se produzcan sin provocación directa, siempre que el Contratista haya observado todas las prescripciones relativas a excavaciones, entibaciones y voladuras, haya hecho un surco completo de las superficies resultantes de las voladuras y se hayan empleado métodos adecuados en cuanto a disposiciones y carga de los barrenos.

3.4.5.2 Medición y Abono

La medición se realizará por metros cúbicos (m3) medidos como diferencia de perfiles, comparando el teórico de los planos, con los tomados sobre el terreno, una vez realizado el saneo.

Se aplicará tanto a las excavaciones realizadas en desmonte, como a las efectuadas en zanja o en las implantaciones de cimientos o apoyos de obra.

Los precios incluyen retirada y depósito en las proximidades de la zona del desprendimiento de los materiales desprendidos y de los procedentes del saneo, así como la ejecución de los trabajos correspondientes a este último.

3.4.6 Superficie de precorte en roca

En las excavaciones en roca en que así lo especifiquen los planos, o en las que ordene la Dirección de Obra, el Contratista podrá ser obligado a practicar estos sistemas para el mejor acabado de los taludes y evitar daños al terreno inmediato al que ha de ser excavado. El precorte consiste en ejecutar una pantalla de taladros paralelos coincidentes con el talud proyectado, lo suficientemente próximos entre sí para que, cargados con explosivos, su voladura produzca una grieta coincidente con el talud, previamente a realizar la voladura de la masa a excavar. Para conseguir tal efecto el Contratista realizará los estudios y ensayos pertinentes de los que dará conocimiento al Director de Obra.

Solamente se medirán y valorarán aquellas superficies de precorte, en que, habiendo sido ordenadas por el Director de Obra exista realmente el precorte, es decir, se haya producido una fisura previa a la voladura ordinaria.

La operación de precorte se abonará por aplicación del precio correspondiente a los metros cuadrados de superficie obtenida por este sistema, medida sobre perfiles teóricos.

En el caso en que debido a una excavación defectuosa sea necesario efectuar un precorte, el Contratista no tendrá derecho a ningún abono suplementario por este concepto.

3.4.7 Acopios temporales de tierras y gestión de sobrantes

3.4.7.1 Definiciones

Se define como acopios temporales de tierras, aquellos realizados en áreas propuestas por el Contratista y aprobadas por la Dirección de Obra, o definidas por ésta última, con materiales procedentes de las excavaciones, aptos para su posterior utilización en la obra o como paso previo a su gestión externa.

Los acopios temporales estarán situados dentro de la zona de obra, entendiéndose que se cumple tal condición cuando el centro geométrico del área ocupada por los materiales acopiados diste menos de quinientos (500) metros, medidos en línea recta, del elemento o unidad de obra más cercano.

Se define como gestión de sobrantes las operaciones de carga, transporte y vertido de materiales procedentes de excavación desde el tajo de excavación o caballero de apilado, hasta el punto de gestión final, eliminación en vertedero o valorización en otra obra o en relleno autorizado, no estando incluido el pago del canon correspondiente.

3.4.7.2 Ejecución

Las condiciones de constitución de acopios temporales de tierras en cuanto a sus características físicas (taludes, banquetas, etc.), serán los señalados a continuación:

- Los taludes quedarán con una pendiente media de 1/2 de modo continuo o escalonado, sin que la altura de cada escalón sea superior a diez metros (10 m.) y sin que esta operación sea de abono.
- Se procederá a la formación de banquetas, retallos, dientes o plataformas que sean necesarios según la Dirección de Obra, para estabilizar los acopios temporales.
- La ejecución de las obras de desagüe podrá hacerse por tramos según lo exija el volumen de acopio temporal que se está constituyendo.
- El Director de Obra podrá, a su criterio, ordenar la compactación oportuna en determinadas zonas del acopio temporal.

Las operaciones de carga, transporte y vertido se realizarán con las precauciones precisas para evitar proyecciones, desprendimientos de polvo, etc. debiendo emplearse los medios adecuados para ello.

El Contratista tomará las medidas adecuadas para evitar que los vehículos que abandonen la zona de obras depositen restos de tierra, barro, etc., en las calles y carreteras adyacentes. En todo caso, eliminarán estos depósitos.

Las condiciones de descarga en vertederos, rellenos autorizados u obras externas no son objeto de este Pliego, toda vez que las mismas serán impuestas por el propietario de los terrenos destinados a tal fin. Por tanto, en ningún caso, la Dirección de Obra será responsable, ni del vertido, ni de la evolución posterior del relleno que se genere como resultado del mismo. El Contratista cuidará de mantener en adecuadas condiciones de limpieza los caminos, carreteras y zonas de tránsito, tanto pertenecientes a la obra como de dominio público, que utilice durante las operaciones de transporte a vertedero.

3.4.7.3 Medición y Abono

El transporte, descarga y apilado de los materiales procedentes de la excavación en la zona destinada a acopios se encuentra incluido dentro de las unidades de excavación correspondientes.

Por su parte, la posterior carga, transporte y vertido en punto de destino serán abonados con el precio correspondiente de m3, medidos sobre perfiles teóricos, dentro del capítulo de gestión de residuos de la obra, estando incluidas dentro de la unidad la totalidad de actuaciones anteriormente citadas.

Por otra parte, se abonará el canon de gestión del residuo, contando para ello con unidades distintas en función de la caracterización del material y por tanto del tipo de destino:

- Canon de vertido en punto de valorización: canon de vertido por gestión del material procedente de la excavación en punto de valorización (otra obra), incluidas todas las labores auxiliares para su adecuada integración y acondicionamiento final
- Canon de vertido en relleno autorizado: canon de vertido por gestión del material procedente de la excavación en relleno autorizado, incluidas todas las labores auxiliares para su adecuada integración y acondicionamiento final

- Canon de vertido en vertedero de residuos inertes: Canon de vertido por gestión del material procedente de la excavación en vertedero de residuos Inertes, incluidas todas las labores auxiliares para su adecuada integración y acondicionamiento final
- Canon de vertido en vertedero de residuos no peligrosos: canon de vertido por gestión del material procedente de la excavación en vertedero de residuos no peligrosos, incluidas todas las labores auxiliares para su adecuada integración y acondicionamiento final
- Canon de vertido en vertedero de residuos peligrosos: canon de vertido por gestión del material procedente de la excavación en vertedero de residuos peligrosos, incluidas todas las labores auxiliares para su adecuada integración y acondicionamiento final

El canon de gestión será abonado con el precio correspondiente de m3, medidos sobre perfiles teóricos, dentro del capítulo de gestión de residuos de la obra. Para proceder al abono, se requerirá toda la documentación que justifique y acredite que el contratista ha procedido a abonar dicho canon en destino.

Como criterio general, todo el material procedente de la excavación que sea valorizable (es decir, que no esté alterado o contaminado), deberá ser valorizado en la medida de lo posible, no debiendo gestionarse en relleno autorizado o a vertedero (consideradas operaciones de eliminación), salvo causa justificada.

El precio de aplicación para el transporte de los productos resultantes de excavaciones, depositados en acopios temporales, que deban ser transportados a otro punto de la obra para su reutilización, será el correspondiente al metro cúbico (m3) de carga y transporte a lo largo de la obra y descarga, estando incluido en el mismo los gastos de constitución del acopio.

El Contratista está obligado a restituir a su estado original, sin que proceda abono por dicho concepto, todas las áreas utilizadas como acopios temporales una vez se haya dispuesto del material depositado en ellas. Si por necesidades de obra parte del material existente en un acopio fuera considerado excedente, el Contratista lo gestionará siguiendo las indicaciones recogidas en el presente pliego.

3.5 MEJORA DEL TERRENO

3.5.1 Definición

Se define como mejora del terreno el conjunto de operaciones destinadas a modificar las propiedades geotécnicas del terreno natural mejorando su estructura, y con ella su aptitud para soportar las condiciones de trabajo que las obras le impondrán durante y/o posteriormente a su ejecución.

La mejora del terreno tiene como principales objetivos:

- Aumento de la capacidad portante
- Disminución de la deformabilidad
- Disminuir la permeabilidad

Los dos primeros objetivos están íntimamente relacionados, y suelen buscarse conjuntamente, mientras que el tercero de ellos (impermeabilización) puede ser objeto de búsqueda independiente.

3.5.2 Clasificación

Los métodos usualmente utilizados para conseguir la mejora del terreno se relacionan seguidamente:

- Mejora del terreno en su superficie:
  - Sobre compactación del terreno natural (con o sin calificación)
  - Aporte de nuevo material sobre aquél
  - Remoción y sustitución del terreno original por otro material adecuado
  - Estabilización por mezcla (cemento, cal, etc.)
- Mejora del terreno en profundidad:
  - Consolidación por drenaje y precarga
  - Consolidación por vibro flotación
  - Compactación dinámica
  - Compactación por explosivos
  - Compactación por pilotes
- Impermeabilización:
  - Inyecciones

En lo que sigue, se hace referencia solo a la mejora del terreno en superficie mediante su compactación o sustitución por otro material adecuado para los fines perseguidos. El resto de los procedimientos de mejoras del terreno mencionados se tratarán en otros apartados del presente Pliego, o en su caso en el P.P.T.P.

3.5.3 Ejecución

En las zanjas y pozos excavados para la colocación de tuberías y construcción de obras de fábrica, se procederá, inmediatamente antes de extendido el hormigón de limpieza, a la compactación del fondo de la excavación, mediante los medios adecuados para conseguir una superficie de apoyo firme y regular. Igualmente, se procederá, extremando el cuidado en conseguir una compactación uniforme, en el fondo de zanjas en las que el apoyo de la tubería a instalar posteriormente sea de materia granular.

En las zonas previstas en el proyecto y/o las que prescriba la Dirección de Obra, se sobre excavará bajo la rasante teórica de las zanjas y pozos en la profundidad definida, rellenando el volumen creado con material adecuado y compactando éste seguidamente.

Las operaciones mencionadas deberán ejecutarse en seco, por lo que los medios de agotamiento se situarán al nivel necesario para garantizar este extremo.

Cuando las características del terreno natural y las condiciones de flujo del agua hagan temer la migración de finos, se interpondrá un material geotextil adecuado entre la superficie del terreno original y el material de mejora del mismo o entre aquella y la cuna de apoyo del tubo en caso de que ésta fuera de material granular.

3.5.4 Medición y abono

La compactación del fondo de excavaciones, cuando no se sustituye el terreno natural, no serán de abono diferenciado por entenderse incluidas en los precios de excavación, junto con las operaciones de perfilado y regularización.

El material de sustitución se abonará por los metros cúbicos (m3) deducidos de las secciones tipo del proyecto a los precios del Cuadro nº 1 que correspondan a su naturaleza, estando incluidas todas las operaciones necesarias: aporte, vertido, extendido y compactación del material.

Los geotextiles se abonarán por metros cuadrados (m2) realmente puestos en obra a los precios correspondientes del Cuadro nº 1, que incluyen todas las operaciones necesarias para su correcta ejecución (aporte del material, corte, extendido, etc.).

La excavación del material necesario para realizar la mejora del terreno se abonará al precio (m3 de excavación que le corresponda según el tipo de zanja o pozo), no siendo objeto de abono a un precio independiente.

3.6 SOSTENIMIENTO DE ZANJAS Y POZOS

3.6.1 Definición

Se define como sostenimiento el conjunto de elementos destinados a contener el empuje de tierras en las excavaciones en zanjas o pozos, con objeto de evitar desprendimientos, proteger a los operarios que trabajan en el interior y limitar los movimientos del terreno colindante.

3.6.2 Clasificación

Dentro de los métodos de sostenimiento se pueden distinguir los siguientes grupos:

- Entibaciones
- Tablestacados metálicos
- Carriles para hincar
- Anclajes y Bulones
- Gunitados
- Sistemas especiales

3.6.3 Entibaciones

3.6.3.1 Definición

Se definen como entibaciones los métodos de sostenimiento que se van colocando en las zanjas o pozos simultánea o posteriormente a la realización de la excavación, como sistema de protección para la contención de las paredes de excavación en terrenos poco coherentes, con el fin de evitar desprendimientos.

Los materiales a utilizar en entibaciones serán paneles y perfiles metálicos y, excepcionalmente, madera.

3.6.3.2 Clasificación de las entibaciones

En función del porcentaje de superficie revestida las entibaciones pueden ser de tipo ligera, semicuajada y cuajada.

La entibación ligera contempla el revestimiento de hasta un 25% inclusive de las paredes de la excavación.

En la entibación semicuajada se reviste solamente el 50% de la superficie total, y en el caso de entibación cuajada, se reviste la totalidad de las paredes de la excavación.

3.6.3.3 Sistemas de entibación

Entre todos los sistemas existentes se pueden distinguir los siguientes:

- Entibación convencional:

En la que normalmente se hace distinción entre:

- Entibación horizontal:

En la cual los elementos del revestimiento se orientan en este sentido, siendo transmitidos los empujes del terreno a través de elementos dispuestos verticalmente (pies derechos), los cuales, a su vez, se aseguran mediante codales.

- Entibación vertical:

  En la que los elementos de revestimiento se orientan verticalmente, siendo transmitidos los empujes del terreno a carreras horizontales debidamente acodaladas.

- Entibación berlinesa

Entendiendo como tal, el conjunto de tablas dispuestas horizontalmente, a medida que aumenta la profundidad de la excavación, que transmiten el empuje de las tierras a perfiles metálicos (usualmente vigas tipo HN, o IPE) introducidos previamente en el terreno a intervalos regulares entre 1,20 y 1,50 m.

- Paños constituidos por perfiles metálicos

Con una o más guías, entre los que se colocan elementos de forro (paneles). Sobre los perfiles se acomodan uno o varios niveles de acodalamiento.

- Entibación con doble guía y sistema monocodal de patines

Es un sistema muy flexible concebido especialmente para colectores. Dicha entibación consta de la instalación de unos carriles montados verticalmente en los cuales se fijan paneles de entibación de tal manera que deslizan uno al lado del otro. Una vez montados, se obtiene un sistema de entibación escalonado. En vez de puntales articulados y fijos, como suelen ser habituales, hay unos carros guía rígidos que mantienen a distancia los soportes y con ello los paneles de entibación en la zanja, de este modo el ancho de zanja deseado se mantiene constante.

- Módulos o cajas blindadas

Entendiéndose como tales aquellos conjuntos especiales autorresistentes que se colocan en la zanja como una unidad completa, a medida que se va profundizando la excavación.

- Escudos de arrastre

Consisten en un conjunto de elementos de forro permanente arrastrados entre sí, que debidamente apoyados sobre el fondo de la zanja proporcionan un lugar de trabajo seguro. Estos escudos son arriostrados a lo largo de la zanja según se va avanzando la excavación. La utilización de estos escudos no está permitida, salvo que expresamente se admita en el P.P.T.P.

- Otros sistemas

Otros sistemas de entibación sancionados por la práctica como satisfactorios.

3.6.3.4 Condiciones generales de las entibaciones

Los sistemas de entibación a emplear en obra deberán cumplir, entre otras, las siguientes condiciones:

- Deberán soportar las acciones descritas anteriormente y permitir su puesta en obra de forma que el personal no tenga necesidad de entrar en la zanja o pozo hasta que las paredes de la misma estén adecuadamente soportadas.
- Deberán eliminar el riesgo de asientos inadmisibles en edificios e instalaciones próximas.
- Deberán eliminar el riesgo de rotura del terreno por sifonamiento.
- No deberán existir niveles de acodalamiento por debajo de los treinta (30) centímetros superiores a la generatriz exterior de la tubería instalada o deberán ser retirados antes del montaje de la misma.
- Se dejarán perdidos los apuntalamientos que no se puedan retirar antes del relleno o cuando su retirada pueda causar el colapso de la zanja antes de la ejecución de aquél.

- La entibación de las zanjas y de los elementos estructurales tales como arquetas especiales, pozos de hinca, etc., deberá tener unas guías que permitan el cierre transversal y el sistema de codales deberá ser tal que permita el deslizamiento de los propios codales a lo largo de las guías para poder cambiar la posición de los codales según se avance con el hormigonado de la estructura

3.6.3.5 Ejecución

El Contratista dispondrá en obra del material (paneles, puntales, vigas, madera, etc.), necesario para sostener adecuadamente las paredes de las excavaciones, con objeto de evitar los movimientos del terreno, pavimentos, servicios y/o edificios, situados fuera de la zanja o excavación proyectada. El sistema de entibación permitirá ejecutar la obra de acuerdo con las alineaciones y rasantes previstas en el Proyecto.

Toda entibación en contacto con el hormigón en obra de fábrica definitiva deberá ser cortada según las instrucciones del Director de Obra y dejada "in situ". En este caso, solamente será objeto de abono como entibación perdida si está considerada como tal en el Proyecto o si la Dirección de Obra lo acepta por escrito.

Las zanjas o pozos que tengan una profundidad menor o igual a 1,25 metros podrán ser excavadas con taludes verticales y sin entibación. Para profundidades superiores será obligatorio entibar la totalidad de las paredes de la excavación, excepto en aquellos casos en los cuales aparezca el sustrato rocoso antes de llegar a las profundidades de Proyecto o Replanteo, en cuyo caso se procederá a entibar el terreno situado por encima de dicho sustrato. Por debajo del nivel de la roca se podrá prescindir, en general, del empleo de entibaciones si las características de aquélla (fracturación, grado de alteración, etc.), lo permiten.

Para zanjas y pozos de profundidades superiores a cuatro (4) metros no se admitirán entibaciones de tipo ligera y semicuajada.

Las prescripciones anteriores podrán ser modificadas a juicio de la Dirección de Obra, en los casos en que la estabilidad de las paredes de la excavación disminuya debido a causas tales como:

- Presencia de fisuras o planos de deslizamiento en el terreno.
- Planos de estratificación inclinados hacia el fondo de la zanja o pozo.
- Zonas insuficientemente compactadas.
- Presencia de agua.
- Capas de arena no drenadas.
- Vibraciones debidas al tráfico, trabajos de compactación, voladuras, etc.

El montaje de la entibación comenzará, como mínimo, al alcanzarse una profundidad de excavación de 1,25 metros, de manera que durante la ejecución de la excavación el ritmo de montaje de las entibaciones sea tal que quede sin revestir por encima del fondo de la excavación, como máximo los siguientes valores:

- 1 metro en el caso de suelos cohesivos duros
- 0,50 metros en el caso de suelos cohesivos, no cohesivos pero temporalmente estables.

En suelos menos estables, por ejemplo, en arenas limpias o gravas flojas de tamaño uniforme, será necesario utilizar sistemas de avance continuo que garanticen que la entibación esté apoyada en todo momento en el fondo de la excavación.

La entibación deberá retirarse a medida que se compacte la zanja de forma que se garantice que la retirada de la entibación no ha disminuido el grado de compactación del terreno adyacente.

3.6.3.6 Control de calidad

Las maderas a emplear en entibaciones serán maderas resinosas, de fibra recta (pino, abeto) y deberán tener las características señaladas en el capítulo 2, así como las indicadas en los Apartados 1 y 2 de la NTE–ADZ.

Los materiales de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en la NTE, así como las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control industrial o en su defecto las normas UNE que se indican en el Apartado 1. "Materiales y equipos de origen industrial" del Control indicado en la norma NTE–ADZ.

3.6.4 Tablestacados metálicos

3.6.4.1 Definición

Se definen tablestacados metálicos las paredes formadas por tablestacas metálicas que se hincan en el terreno, para constituir, debidamente enlazadas, pantallas de impermeabilización o resistencia, con carácter provisional o definitivo.

3.6.4.2 Condiciones generales de los tablestacados

Las tablestacas serán perfiles laminados de acero al carbono sin aleación especial, cuya resistencia característica a tracción será superior a 350 MPa u otra superior que determiné el proyecto.

Las tablestacas que se hubieran torcido por cualquier causa, se enderezarán, de modo que su flecha máxima, respecto a la definida por sus dos (2) extremos, no sea mayor que un doscientosavo (1/200) de su longitud.

El estado de las pestañas de unión de unas tablestacas con otras deberá ser aceptable; y permitirá su enhebrado sin ninguna dificultad, produciendo una unión sólida y estanca.

Los perfiles y peso de las tablestacas serán los que figuren en los Planos y/o Cuadro de precios, admitiéndose, para su longitud, las tolerancias siguientes: veinte centímetros (20 cm) en más y cinco centímetros (5 cm) en menos.

El espesor tendrá una tolerancia ± 0,5 mm para tablestacas de hasta 10 mm de espesor y de un ± 5% en las de espesor superior a 10 mm.

La anchura tendrá una tolerancia de ± 2% en elementos simples y ± 3% en elementos dobles.

El corte de las tablestacas a su longitud debida se efectuará por medio de sierra o soplete.

3.6.4.3 Ejecución

Las tablestacas podrán hincarse de una en una o por parejas previamente enhebradas.

Se dispondrán guías para la hinca de las tablestacas, consistentes en una doble fila de perfiles metálicos o piezas de madera de mayor sección, colocados sobre la superficie de hinca, de forma que el eje del hueco intermedio coincida con el de la pantalla de tablestacas a construir.

Esta doble fila estará sólidamente sujeta y apuntalada al terreno, y la distancia entre sus caras interiores no excederá del canto de las tablestacas en más de dos centímetros (2 cm.).

Las cabezas de las tablestacas hincadas por percusión deberán estar protegidas por medio de adecuados sombreretes o sufrideras, para evitar su deformación por los golpes. En su parte inferior, las ranuras de las pestañas de unión de unas tablestacas con otras se protegerán, en lo posible, de la introducción de

terreno (que dificultaría el enhebrado de las tablestacas que se hinquen a continuación), tapando el extremo de la mencionada ranura con un roblón, clavo, tornillo o cualquier pieza análoga alojada, pero no ajustada, en dicho extremo; de forma que permanezca en su sitio durante la hinca, pero que pueda ser fácilmente expulsada por otra tablestaca que se enhebre en la ranura y llegue a mayor profundidad. No se tomará ninguna precaución especial para asegurar la estanqueidad de las juntas.

La hinca de las tablestacas se continuará hasta alcanzar la penetración mínima en el terreno firme (establecida para cada tramo en el proyecto de los sistemas de sostenimiento).

Terminada la hinca, se cortarán, si es preciso, las tablestacas, de manera que sus cabezas queden alineadas según el perfil definido en los Planos.

Los empalmes de tablestacas se efectuarán con trozos de longitud apropiada, que se unirán por soldadura, de forma que el ángulo de las dos partes soldadas no sea superior a tres grados sexagesimales (3o), en cualquier dirección.

Las tablestacas que se deformen perjudicando la impermeabilización del tablestacado se retirarán y sustituirán por otras. Si esto no fuera posible, se hincarán otras tablestacas delante de las deformadas. Estas operaciones citadas no serán de abono.

Si el Director de Obra lo exige, el Contratista llevará un registro de hinca para las distintas tablestacas en la forma previamente acordada.

Las tablestacas situadas en las cercanías de edificios serán hincadas por medio de equipos hidráulicos o vibratorios. No se emplearán sistemas de impacto salvo que los métodos hidráulicos no permitan alcanzar las profundidades necesarias. En este caso, el empleo de sistemas de impacto requerirá la aprobación por escrito del Director de Obra, quien podrá establecer limitaciones horarias a su uso, de acuerdo con los afectados.

La máxima velocidad de la partícula, medida junto al edificio más cercano, durante la hinca de las tablestacas no superará las limitaciones establecidas en el presente Pliego.

El Contratista suministrará todos los medios necesarios, incluso arriostramientos y elementos de guía para la hinca de las tablestacas.

La tolerancia en la ejecución de las tablestacas será de 50 mm en alineación y una inclinación máxima de 1/120.

Antes de que sea hincada, cada tablestaca tendrá claramente marcada su altura a intervalos de 250 mm en los 3 m superiores.

Si en la línea de una tablestaca se encuentra un obstáculo que impida alcanzar la cota prevista, el Contratista podrá pasar a hincar otros paneles de tablestacas contiguas para, posteriormente, hincar la tablestaca que opuso resistencia.

3.6.4.4 Tratamientos superficiales

Las tablestacas hincadas con carácter provisional podrán no tener ningún tipo de tratamiento, salvo indicación en contra por parte de la Dirección de Obra.

El tipo de tratamiento a dar a las tablestacas de carácter definitivo podrá ser de los siguientes tipos, a no ser que esté definido de otra manera en los Planos o en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su caso, defina la Dirección de Obra:

- Superficies no vistas:
  - Granallado a un grado mínimo SA 2 1/2 según la Norma Sueca SIS 055900.V

- Una capa de pintura bituminosa de alto espesor y de secado físico de 175 micras de espesor de película seca.
- Una segunda capa igual a la anterior y el mismo espesor.

- Superficies vistas:
  - Granallado a un grado mínimo SA 2 1/2, según la Norma Sueca SIS 055900.
  - Una capa de imprimación epoxi, curada con poliamida de dos componentes, con un espesor mínimo de 50 micras de película seca.
  - Una mano de pintura epoxi de capa gruesa de dos componentes con poliamida, con un espesor mínimo de 100 micras de película seca.
  - Una mano de acabado de esmalte epoxi de dos componentes curado con poliamida, con un espesor mínimo de 40 micras de película seca.

3.6.4.5 Control de calidad

Todo el material vendrá a obra debidamente marcado y con el certificado de composición química y características mecánicas realizado por el laboratorio del fabricante.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de Obra podrá indicar la realización de otro tipo de ensayos de contraste si así lo aconseja la importancia de la obra.

3.6.5 Carriles para hincar

3.6.5.1 Definición y Características

Se trata de carriles de ferrocarril o de minas que hincados sirven para sostenimiento del terreno de forma provisional mediante un efecto de cosido y mediante un efecto pantalla cuando se hincan relativamente próximos.

Los carriles deberán ser rectos y no tendrán una pérdida de masa tal, que pueda poner en peligro su misión resistente.

En el caso que la longitud de hinca fuera superior a la del carril éste se suplementará por medio de grapas.

3.6.5.2 Control de Calidad

Se llevará a cabo mediante inspección visual desechándose aquellos elementos, o partidas, que manifiestamente no cumplan con lo expuesto en el apartado anterior.

3.6.6 Anclajes y bulones

3.6.6.1 Definición

Son elementos que trabajan a tracción, con los que se trata de mejorar las condiciones de equilibrio de una estructura o de un talud, asociando al conjunto el peso del terreno que los rodea. Normalmente están constituidos por unas armaduras metálicas que se alojan en perforaciones practicadas en el terreno, en cuyo fondo se sujetan o anclan al mismo por medio de inyecciones o dispositivos mecánicos expansivos, fijándose luego el extremo exterior a la estructura cuya estabilidad se pretende mejorar, o a placas que apoyan directamente sobre la superficie del terreno.

3.6.6.2 Ejecución

3.6.6.2.1 Perforación

Se llevará a cabo según lo expuesto en el apartado correspondiente del presente Pliego.

3.6.6.2.2 Colocación de las armaduras

En la zona de anclaje las armaduras podrán estar rodeadas, o no, de tubería metálica, o de otro material (sistema Tubflix), que en caso de existir será la que transmita los esfuerzos al terreno, gracias a la lechada de inyección que media entre la armadura y dicha tubería.

La zona libre, zona comprendida entre el anclaje propiamente dicho y la sujeción exterior, cuando el terreno de la perforación puede desprenderse, queda independizada del mismo mediante camisas de P.V.C. o metálicas, que posteriormente pueden rellenarse de lechada, o de productos protectores contra la corrosión. La longitud de dicha zona libre será como mínimo de 5 m.

El sistema de abroche de la armadura a la placa de apoyo puede estar constituido por tuercas, remachado o conos macho-hembra que bloquean la armadura por rozamiento. El abroche puede ser común al conjunto de la armadura o independiente para uno o varios elementos.

3.6.6.2.3 Inyecciones

Los anclajes a utilizar deberán tener los adecuados sistemas para independizar la zona de anclaje de la zona libre, y evitar así que ésta se cemente con la lechada.

Antes de proceder a la inyección deberá limpiarse el agujero perforado con aire a presión.

La inyección de la zona libre deberá llevarse a cabo lo antes posible después del tesado, no debiendo transcurrir entre la iniciación de éste y el principio de aquélla más de un mes, salvo si se ha previsto una adecuada protección provisional de las armaduras, o existe autorización expresa del Director de Obra. En ambientes agresivos el plazo citado deberá disminuirse convenientemente.

No deberán transcurrir más de treinta (30) minutos desde el amasado hasta el comienzo de la inyección, a no ser que se utilicen retardadores de fraguado que, en todo caso, deberán ser aprobados por la Dirección de Obra.

La inyección de cada anclaje se hará de forma continua e ininterrumpida, y con la uniformidad necesaria para impedir la segregación de la mezcla.

Las bombas para las inyecciones deberán cumplir las condiciones que se especifican en el Artículo 613.7 del PG-3 del Ministerio de Fomento.

Durante la inyección se controlarán las presiones del manómetro de la bomba, comprobando que los valores permanecen constantes; cualquier brusca variación de estos valores es indicativa de irregularidades en la inyección, bien por existencia de fugas o de obstrucciones.

3.6.6.2.4 Tesado

La puesta en tensión de los cables se efectúa normalmente mediante gatos, o mediante llave dinamométrica si la cabeza dispone de rosca.

La acción se podrá ejercer, según los casos, sobre la totalidad de la armadura o bien sobre uno o varios de los elementos que la componen. Si se utiliza el sistema BBRV además de tensar simultáneamente todos los alambres, se comprobará la tensión, efectuándose un retensado posterior, si es necesario.

3.6.6.3 Control de Calidad

El Control de Calidad de los morteros se llevará a cabo según el apartado correspondiente a morteros del presente Pliego.

El Control de Calidad de las armaduras se llevará a cabo según el apartado correspondiente a armaduras del presente Pliego.

3.6.6.4 Protección contra la corrosión

Considerando que no existe ningún procedimiento exacto para definir, con una precisión suficiente, los condicionantes de corrosión, para poder predecir la evolución de esta última a lo largo del tiempo, todos los elementos de acero de un anclaje, puestos directa o indirectamente en tensión, deberán protegerse contra la corrosión durante su vida útil. Los elementos de protección deberán ser capaces de transmitir las solicitaciones aplicadas a la armadura del anclaje, cuando sea necesario.

El tipo de protección contra la corrosión vendrá dado por la vida útil prevista para el anclaje.

- Anclajes temporales.

Los elementos de acero de un anclaje provisional deberán tener una barrera de protección que impida la corrosión durante una duración mínima de dos (2) años.

En caso de prolongar temporalmente la vida de un anclaje provisional, o bien que el anclaje se coloque en un terreno con agresividad corrosiva, se deberán tomar medidas suplementarias para proteger todos los componentes del anclaje de la corrosión, las cuales deberán tener el visto bueno del Director de las Obras.

El Proyecto especificará los sistemas concretos de protección temporal a utilizar así como los requisitos a cumplir por los mismos.

- Anclajes permanentes.

Todos los elementos de acero de un anclaje permanente que sean inaccesibles deberán cumplir alguno de los siguientes requisitos:

- Dos (2) barreras anticorrosión, a fin de que si una de ellas se daña durante la instalación la otra permanezca intacta.
- Una (1) sola barrera anticorrosión, cuya integridad deberá ser demostrada bien mediante ensayo del sistema de ejecución del anclaje o bien mediante comprobación de cada anclaje después de su instalación.
- Todo sistema de anclaje, cuya experiencia sobre la idoneidad del mismo esté suficientemente documentada, podrá utilizarse bajo la aprobación del Director de las Obras.

El Proyecto especificará los sistemas concretos de protección permanente a utilizar así como los requisitos a cumplir por los mismos.

3.6.6.5 Ensayos, vigilancia y control

Se consideran tres tipos de ensayos:

- Ensayos de investigación.
- Ensayos de adecuación o idoneidad.
- Ensayos de aceptación.

Los métodos de puesta en carga serán los recogidos en NLT 257 y NLT 258.

Durante los períodos de mantenimiento de la tensión, cuando se determine la fluencia, la precisión de las medidas deberá ser de cinco centésimas de milímetro (0,05 mm). Cuando no se mida la fluencia la precisión requerida será de cero con cinco milímetros (0,5 mm).

La sensibilidad de los aparatos de medida de la fluencia será una centésima de milímetro (0,01 mm).

La medida de tracciones en los anclajes se deberá realizar con precisión igual o superior al dos por ciento (2 por 100) de la tensión máxima aplicada durante cada ensayo.

La sensibilidad de los dispositivos utilizados en los ensayos de relajación de tensiones será igual o superior al cero con cinco por ciento (0,5 por 100) de la tensión de prueba.

La tensión de referencia adoptada, con relación a la cual se miden todas las tensiones deberá ser, normalmente, un décimo de la tensión de prueba, Pp (Pa = 0,1 Pp).

Podrá tomarse una tensión de referencia superior cuando después de algunos ciclos de carga aparezcan alargamientos no esperados o excesivos de la armadura.

Si no se sobrepasarán los límites de fluencia o de pérdida de tensión, el valor máximo de la tensión de bloqueo Po, deberá limitarse a cero con seis veces la tensión característica de rotura del acero.

En los ensayos de idoneidad, y en los de aceptación, cuando se sobrepase el valor límite de fluencia, o de pérdida de tensión, se deberá disminuir el valor de la tensión de bloqueo hasta alcanzar un valor que permita respetar el criterio de fluencia o de pérdida de tensión.

3.6.6.5.1 Ensayos de investigación

Los ensayos de investigación se realizarán previamente a la ejecución de los anclajes. Será recomendable realizar dichos ensayos cuando los anclajes vayan a ser realizados en terrenos cuyas propiedades no hayan sido verificadas en ensayos anteriores o cuando las tensiones, a las que van a estar sometidos, sean superiores a las adoptadas en condiciones de terreno semejantes ya conocidas.

En estas condiciones se deberá determinar:

- La resistencia del bulbo del anclaje R_a, en el contacto terreno-lechada.
- La longitud libre aparente de la armadura L_{ap}

La carga crítica de fluencia del anclaje, o las características de fluencia del anclaje a diferentes cargas hasta la rotura según NLT 258.

El procedimiento de aplicación de carga se hará de acuerdo con lo establecido por el método de ensayo utilizado.

3.6.6.5.2 Ensayos de adecuación o idoneidad

Antes de la ejecución de estos ensayos se deberá disponer del conjunto de resultados e interpretación de los ensayos de investigación realizados.

Los ensayos de idoneidad deberán confirmar:

- La capacidad del anclaje de soportar la tensión de prueba P_p
- Las características de fluencia o de la pérdida de tensión del anclaje hasta la tensión de prueba P_p
- La longitud libre aparente de la armadura, L_{ap}

Se realizarán al menos tres (3) ensayos de idoneidad, en condiciones idénticas a los anclajes de la obra.

El procedimiento de aplicación de carga se hará de acuerdo con lo establecido por el método de ensayo utilizado.

3.6.6.5.3 Ensayos de aceptación

Estos ensayos se deberán realizar sistemáticamente en el tesado de todos los anclajes.

Los objetivos de estos ensayos son:

- Comprobar la capacidad del anclaje de soportar la tensión de prueba, P_p
- Determinar la longitud libre aparente de la armadura, L_{ap}
- Confirmar las características de fluencia o pérdida de tensión en el estado límite de servicio.

El procedimiento de aplicación de la carga se hará de acuerdo con lo establecido por el método de ensayo utilizado.

3.6.7 Gunitados

3.6.7.1 Definición

La gunita es un mortero u hormigón, transportado a través de manguera y proyectado neumáticamente, a gran velocidad, sobre una superficie. La fuerza del impacto compacta el material. Se utiliza generalmente una mezcla relativamente seca y el material no se afloja ni desprende, aún sobre paramentos verticales o techos.

3.6.7.2 Ejecución de las obras

La puesta en obra se llevará a cabo por personal altamente especializado.

La superficie que va a ser gunitada se deberá limpiar muy bien antes de comenzar la operación. Se podrá emplear para esta operación aire o agua a presión y un chorro de arena.

El operador deberá mantener la boquilla de salida a una distancia de la superficie a cubrir que debe oscilar entre 0,75 y 1,24 m mientras gira ligeramente la boquilla alrededor de la posición normal a la superficie, y gradúa, en el caso de gunita por vía seca, el agua, aumentando ligeramente su proporción al comienzo, y mantiene constante la presión de aire, de modo que obtenga en la boquilla una velocidad de salida de alrededor de 100 m/s.

Una vez iniciada la operación, el agua debe regularse en esta fase del proceso de manera que una primera capa de arena muy fina y cemento presente una superficie brillante, pero no descuelgue. Cuando se llega a un espesor de 0,5 a 1,0 cm, se comenzará a proyectar la mezcla normal, con granos más gruesos.

La influencia de las variables: velocidad, distancia, dirección, en el proceso de colocación, es muy dispar por lo que deberá apreciarse objetivamente durante el trabajo.

En el caso de utilizar mallazo éste deberá quedar perfectamente envuelto por la gunita y se evitará que en las zonas "en sombra"se formen bolsas de arena, con un contenido pobre de cemento.

La gunita se colocará en capas sucesivas hasta llegar al espesor deseado, oscilando el espesor de cada capa entre 3 y 15 cm dependiendo de la posición de la capa y, sobre todo del empleo de aditivo, que favorezcan la adherencia.

La superficie de la gunita se mantendrá húmeda durante los primeros 7 días, debiendo tener especial cuidado en este proceso de curado.

Se suspenderá el gunitado cuando las temperaturas se acerquen a 0ºC y se cubrirán las superficies ya gunitadas mientras duren las bajas temperaturas.

Si se emplean productos de curado superficial, sólo podrán extenderse sobre la última capa, y su rendimiento, debido a la rugosidad superficial de la gunita, será mucho más bajo que el ordinario.

El rebote, o rechazo, está formado por una parte de los materiales de la mezcla inicial que se quedan adheridas a la superficie gunitada, caen sobre el suelo y hay que retirar de la obra. Dadas las características especiales de la gunita y, principalmente el poco espesor en que se utilizará será necesario tener un cuidado especial en la realización de las juntas que vayan a estar posteriormente sometidas a esfuerzos de compresión normales a las mismas. En este último caso la junta se deberá hacer en ángulo recto, teniendo prevista la retirada del rebote. En los demás casos el espesor de la última capa lanzada disminuirá gradualmente en una anchura aproximada de 30 cm.

3.6.7.3 Control de Calidad

El control de calidad de los materiales se hará de acuerdo con el apartado correspondiente del presente Pliego.

El gunitado se someterá a una inspección permanente por una persona cualificada; esta inspección revisará los materiales, encofrados, armaduras, alambres de alineación, equipo, colocación del material y curado y protección contra las heladas. Todas las capas de gunita deben golpearse con un martillo para descubrir las zonas huecas, que se repararán.

3.6.8 Sistemas especiales de sostenimiento del terreno

Agrupamos bajo esta denominación los siguientes sistemas:

- Pantallas de hormigón armado "in situ" con o sin anclajes.
- Pantallas de pilotes, prefabricados, hincados u hormigonados "in situ".
- Gaviones
- Tierra armada
- Congelación del terreno.
- Estabilización del terreno con inyecciones.
- Otros sistemas.

Los cuatro primeros métodos de esta relación son desarrollados en los apartados específicos del presente Pliego.

En el caso de que se decidiese utilizar cualquiera de los métodos restantes, se seguirán las indicaciones que al efecto se establezcan en el P.P.T.P.

3.6.9 Proyecto de los sistemas de sostenimiento a emplear en zanjas y pozos

El Contratista estará obligado a presentar a la Dirección de Obra para su aprobación, si procede, un proyecto de los sistemas de sostenimiento a utilizar en los diferentes tramos o partes de la obra, el cual deberá ir suscrito por un técnico especialista en la materia. En dicho Proyecto, deberá quedar debidamente justificada la elección y dimensionamiento de dichos sistemas en función de las profundidades de zanja, localización del nivel freático, empujes del terreno, sobrecargas estáticas y de tráfico, condicionamiento de espacio, ya sea en zona rural o urbana, transmisión de vibraciones, ruidos, asientos admisibles en la propiedad y/o servicios colindantes, facilidades de cruce con otros servicios, etc.

La aprobación por parte del Director de Obra de los métodos de sostenimiento adoptados no exime al Contratista de las responsabilidades derivadas de posibles daños imputables a dichos métodos (Asientos, colapsos, etc.).

Si, en cualquier momento, la Dirección de Obra considera que el sistema de sostenimiento que está usando el Contratista es inseguro, el Director de Obra podrá exigirle su refuerzo o sustitución. Estas medidas no supondrán modificación alguna en los precios aplicables.

3.6.10 Retirada del sostenimiento

3.6.10.1 Entibaciones

La entibación deberá retirarse a medida que se compacte la zanja hasta 0,30 m. por encima de la generatriz superior de la tubería de forma que se garantice que la retirada de la entibación no disminuya el grado de compactación por debajo de las condiciones previstas en el Pliego. A partir de este punto, la entibación se irá retirando de forma que las operaciones de relleno no comprometan la estabilidad de la zanja.

Si no se puede obtener un relleno y compactación del hueco dejado por la entibación de acuerdo con las estipulaciones de este Pliego, se deberá dejar perdida la entibación hasta una altura de 45 cm. por encima de la generatriz superior de la tubería.

3.6.10.2 Tablestacados metálicos

Las tablestacas se retirarán después de completado el relleno de la zanja, si bien se han de tomar las medidas adecuadas para garantizar la eliminación de movimientos de la tubería y evitar la reducción del grado de compactación del relleno.

La retirada de tablestacas se realizará al tresbolillo alternando elementos de un lado y otro de la línea de tablestacas.

Asimismo, en las zonas en las cuales se prevean efectos perjudiciales ocasionados por las vibraciones a juicio del Director de Obra, se realizará la extracción de las tablestacas mediante el empleo de sistemas hidráulicos, de elevación, grúas, etc.

Las tablestacas situadas en las inmediaciones de obras de fábrica serán extraídas simultáneamente con las situadas junto a los tramos de tubería adyacentes a las mismas.

Si se dejan tablestacas perdidas en el terreno, se deberán cortar a la mayor profundidad posible, y en ningún caso a menos de 125 cm. por debajo de la superficie de terreno terminada.

3.6.10.3 Carriles hincados

Los carriles se retirarán después de completado el relleno de la zanja, tomando las medidas adecuadas para garantizar la eliminación de movimientos de la tubería y evitar la reducción del grado de compactación del relleno.

Si se dejan carriles perdidos en el terreno, se deberán cortar a la mayor profundidad posible, y en ningún caso a menos de 125 cm. por debajo de la superficie de terreno terminada.

3.6.11 Medición y abono de los sistemas de sostenimiento

Los métodos de sostenimiento empleados en zanjas o pozos, en sus distintos sistemas, se abonarán aplicando a los metros cuadrados (m2) de superficie útil revestida, los precios del cuadro de Precios aplicables a cada tipo de entibación (ligera, semicuajada, o cuajada) y/o tablestacado, según corresponda.

A efectos de abono de superficies entibadas y/o tablestacados se adoptará como plano de referencia para la medición de las profundidades, el definido por la solera de las excavaciones previas (prezanjas),

si las hubiere, no teniendo derecho el Contratista a reclamar cantidad alguna en concepto de entibaciones realizadas por encima de dicho plano. En el caso de zanjas en zonas urbanizadas se considerará la superficie del pavimento existente como plano de referencia para la medición de entibaciones.

La medición de la entibación se realizará superficiando los paramentos vistos de la zanja realmente entibada con las salvedades anteriormente indicadas, entendiéndose repercutida en los correspondientes precios unitarios la parte de entibación hincada por debajo del fondo de las zanjas y/o pozos, así como todos los accesorios y medios auxiliares, incluso su retirada durante el relleno.

Dentro de los precios de entibaciones se entenderán incluidas todas las operaciones de arriostramiento y colocación de los niveles de apuntalamiento que sean necesarios, así como todas las operaciones necesarias para la ejecución de la unidad de obra, incluso empalmes y soldaduras por lo que no son motivo de abono diferenciado.

Los tablestacados se medirán y abonarán por metros cuadrados (m2) de tablestaca hincada, tomando como plano de medición el anteriormente indicado.

Solamente se considerará como tablestacado a efectos de abono, el caso en el cual las tablestacas hayan sido totalmente hincadas con anterioridad a la excavación de las zanjas o pozos. En otros casos, se abonará mediante la aplicación de los precios correspondientes de entibación, en función de la superficie total de pared revestida.

Si las tablestacas tuvieran que ser hincadas a mayor profundidad de la establecida en el Proyecto, de los sistemas de sostenimiento, el Contratista no podrá reclamar variación de los precios del contrato por este concepto.

Los arriostramientos y la colocación de niveles de apuntalamiento se medirán y abonará mediante las unidades correspondientes.

Se abonará, independientemente, la puesta en obra y retirada de la misma de todo el equipo y personal necesario para la ejecución de las tablestacas.

Las operaciones para la retirada de tablestacas están incluidas dentro del m2 de tablestaca hincada. En el caso de que no se prevea la recuperación de las tablestacas según el proyecto, será de abono independiente al precio que refleje el cuadro de precios el material que quede instalado en el terreno. No tendrá esta consideración aquel material que el contratista, a su cuenta, decida no retirar, salvo que previamente sea reconocido por la Dirección de Obra.

La medición y abono de los carriles hincados se hará por metros lineales (ml) totales hincados, desde la solera de las excavaciones previas (prezanjas), si las hubiere, no teniendo derecho el Contratista a reclamar cantidad alguna en concepto de medición de carril sobrante por encima de dicho plano. En el caso de zonas urbanizadas, se considerará la superficie del pavimento existente como plano de referencia para la medición de los carriles. Se considera repercutido en el metro lineal de carril hincado el transporte, instalación y retirada de los equipos necesarios.

Cuando en cualquier unidad de las anteriores (entibaciones, tablestacas, carriles) se establezca un límite superior de altura para su aplicación, se empleará dicha unidad para la medición y abono de la parte ejecutada hasta alcanzar dicha altura límite aunque la altura total sea superior a ese límite. Solo el excedente que sobrepase la altura límite se abonará con la unidad correspondiente a alturas superiores al límite. El criterio será el mismo cuando existan varios límites de altura, abonándose en cada caso mediante la unidad correspondiente al escalón de altura la parte que se encuentra comprendida entre ambos límites.

Los anclajes y bulones se medirán y abonarán por metro lineal ejecutado, entendiéndose incluido en la unidad la puesta en obra, suministro de todos los materiales, cabezas de los anclajes, placas de reparto,

portacuñas, cuñas, tubo trompeta, juntas de estanquidad, capot metálico, producto anticorrosión, tornillos de sujeción, operación de tesado, destesado, corte y comprobaciones posteriores del tesado, según PPTP, incluso suministro, galvanizado de elementos metálicos, colocación, sellado final del orificio así como todas las operaciones necesarias, perforación de muro y terreno, inyección de lechada con cemento según PPTP, inyecciones previa, reinyecciones, incluso transporte, instalación y retirada de equipos de anclaje y equipos de inyección de lechada de cemento todas las veces que sea necesario, apeos, cimbras, andamios, totalmente terminada la unidad.

Se abonará independientemente la puesta en obra y retirada de la misma de todo el equipo y personal necesario para la ejecución de los anclajes y bulones.

La gunita se abonará por metro cúbico sobre perfil teórico definido en planos.

El mallazo se abonará kg de acero efectivamente colocado, considerándose incluido en el precio los solapes, cortes, mermas, sistemas de fijación, etc.

Se abonará independientemente la puesta en obra y retirada de la misma de todo el equipo y personal necesario para la ejecución del gunitado.

Se consideran incluidos en los precios la instalación y consumo de agua, energía eléctrica, aire, etc., en las potencias y volúmenes necesarios.

Si la Dirección de Obra aprobara la utilización de sistemas especiales, como pantallas de hormigón, pilotes, etc., éstos se medirán de acuerdo con los criterios descritos en el Pliego para cada uno de ellos y se abonarán a los correspondientes precios unitarios de los Cuadros de Precios.

3.7 ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN DEL TERRENO

3.7.1 Definición

Se define como estructuras de contención del terreno el conjunto de elementos permanentes (que no requieren posterior retirada o demolición parcial) destinados a contener el empuje de tierras en los terraplenes y taludes, con objeto de evitar desprendimientos y limitar los movimientos del terreno colindante.

Su objetivo principal es el sostenimiento del terreno – no tanto durante la ejecución de los trabajos, como de manera permanente –, aunque cuentan también con un componente estético (a excepción de los encachados, cuyo objetivo único es el estético).

3.7.2 Clasificación

Dentro de las estructuras de contención del terreno se pueden distinguir las siguientes:

- Escolleras
- Gaviones
- Tierra armada
- Otras estructuras

Las tres primeras se desarrollan dentro de este capítulo del pliego. Otras estructuras, como pudieran ser los Muros Krainer, o el caso específico de las Escolleras ejecutadas en cruces de ríos, entre otros, se desarrollarán o ampliarán en el apartado de Integración Ambiental del presente Pliego o, en su caso, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

3.7.3 Escolleras

3.7.3.1 Encachados de piedra

3.7.3.1.1 Definición

Se definen como encachados el forrado de superficies con piedras naturales colocadas a mano, sobre solera de hormigón o arena, si procede.

3.7.3.1.2 Materiales

Las piedras serán naturales o de cantera, de la mayor dimensión posible, con una cara sensiblemente plana y resistentes a los agentes atmosféricos.

3.7.3.1.3 Ejecución de las obras

Se colocará cada piedra individualmente a mano y ajustándola de forma que quede bien trabada. Si fuera necesario, se colocarán ripios del tamaño adecuado en los huecos entre las piedras de mayor tamaño. El espesor medio será de veinte centímetros (20 cm.).

3.7.3.2 Escollera de piedras sueltas

3.7.3.2.1 Definición

Se define como escollera de piedras sueltas el conjunto de piedras, relativamente grandes, vertidas unas sobre otras.

3.7.3.2.2 Peso y dimensiones

A menos que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares señale otra cosa, el peso de cada una de las piedras variará entre diez kilogramos (10 Kg.) y doscientos kilogramos (200 Kg); y no menos de un veinticinco por ciento (25%) deberá pesar más de cien kilogramos (100 Kg).

3.7.3.2.3 Calidad

El coeficiente de calidad, medido por el ensayo de Los Ángeles, determinado según la Norma NLT, 149/72, será inferior a cincuenta (50).

3.7.3.3 Escollera colocada con medios mecánicos

3.7.3.3.1 Definición

Es la escollera formada por bloques cuyos pesos estarán comprendidos entre cien (100) y quinientos (500) kilogramos e irán colocados unidad a unidad por medios mecánicos, de manera que los bloques queden perfectamente encajados entre sí formando un paramento más o menos uniforme.

3.7.3.3.2 Ejecución de las obras

Las zanjas necesarias para la colocación de los bloques que vayan a formar parte del pie del paramento de escollera, deberán realizarse de acuerdo con los planos y/o prescripciones del Director de las Obras.

3.7.4 Gaviones

3.7.4.1 Definición

Se definen como gaviones metálicos las cajas de tela metálica, hecha de alambre de hierro galvanizado, que se rellenan de piedra o grava.

3.7.4.2 Materiales

Se atenderá a lo indicado en el apartado 2.6 del presente Pliego.

3.7.4.3 Ejecución de las obras

Los gaviones se extenderán, antes de rellenarlos, sujetando los vértices de su base con barras de hierro, estacas u otros medios adecuados. Se montarán cosiendo sus aristas con alambre galvanizado de, al menos, dos milímetros (2 mm) de diámetro, y se atarán igualmente con alambre galvanizado a los ya colocados.

En los gaviones de grandes dimensiones se sujetarán, si resulta necesario, sus caras mayores por medio de un entablonado, para evitar deformaciones durante el relleno. A este fin, se dispondrán también tirantes de alambre galvanizado, igual que el empleado en ligar las aristas, que unan convenientemente las distintas caras del gavión.

En el relleno se procurará colocar las piedras de mayor tamaño en los paramentos del gavión, y se efectuará de modo que quede el menor número posible de huecos, tomando las precauciones señaladas anteriormente y, en general, todas las que, a juicio del Director de Obra, sean necesarias para evitar deformaciones.

Los gaviones que forman la cimentación de la obra se rellenarán con cantos rodados de hasta cuarenta milímetros (40 mm) y de dimensiones más regulares. La malla de estos gaviones será más pequeña que la de los gaviones del cuerpo de la obra.

A medida que adelante el relleno del gavión a cada treinta centímetros (30 cm) de altura, se colocarán tirantes de alambre en sentido horizontal del mismo grueso que el de la malla, que tiendan hacer solidarios los paramentos opuestos. En sentido longitudinal se distanciarán unos de otros aproximadamente setenta centímetros (70 cm). Estos tirantes se atarán a las redes metálicas por ligaduras que alcancen varias mallas. En los gaviones que ocupan los extremos de cada hilada se colocarán ligaduras diagonales. En los gaviones de cimentación se colocarán tirantes verticales.

El relleno del gavión se ejecutará a mano, quedando prohibido rellenarlos con medios mecánicos.

Una vez terminado el relleno, se cerrará la tapa con una pequeña palanca o llave con el extremo ligeramente curvado y se obligará a coincidir en una sola arista los bordes de las caras contiguas, forzando así el cierre. Una vez lograda esta aproximación en cada parte donde ha acuñado la palanca, se efectuará, antes de retirarla, un punto de sutura con alambres sueltos, y finalmente se procederá al cosido ordinario. De igual manera, se coserán las aristas de cada gavión con las correspondientes de los gaviones contiguos.

Para las alineaciones, la tolerancia admisible, en más o en menos, será de cinco centímetros (5 cm), mientras que para las dimensiones será de tres centímetros (3 cm).

Con el objeto de evitar el lavado del terreno sobre el que se asientan, se deberá se deberá proteger el trasdós con un geotextil.

3.7.5 Tierra armada

3.7.5.1 Definición

Consiste en una forma de materialización de muros mediante piezas prefabricadas de hormigón armado engarzadas unas en otras que se sujetan al terreno mediante flejes metálicos.

3.7.5.2 Materiales

Se atenderá a lo indicado en el capítulo 2 del presente Pliego.

3.7.5.3 Ejecución de las obras

3.7.5.3.1 Solera de reglaje

Una vez excavada la capa necesaria para la colocación de las armaduras, se procederá a la preparación de la superficie de apoyo de hormigón, debiendo tener una buena horizontalidad, tanto en sentido longitudinal como transversal.

3.7.5.3.2 Colocación de las escamas

El montaje se efectuará de acuerdo con las instrucciones del Suministrador y el personal técnico de éste.

El aplomado se realizará siempre con plomada.

Las correcciones de horizontalidad y la junta de 2 cm de las escamas se realizarán mediante el empleo de cuñas de madera.

Los desplazamientos de las escamas una vez posicionadas se realizarán por medio de barras de uña, aplicadas en la base de la misma.

Antes de comenzar el relleno, las escamas estarán rigidizadas con los gatos necesarios.

3.7.5.3.3 Terraplenado y colocación de las armaduras

El relleno y la compactación se realizarán hasta llegar al nivel de las armaduras, de forma que éstas se apoyen en su totalidad incluso en la zona de unión.

El extendido del material se realizará en primer lugar en el centro del macizo armado, avanzando posteriormente hasta la zona final de las armaduras, y finalmente por franjas, hacia el paramento.

El extendido se realizará siempre en paralelo al paramento. En ningún caso se extenderá la tierra perpendicularmente entre las escamas o avanzando hacia ellas.

La compactación del metro y medio (1,5 m) próximo a las escamas se realizará con bandejas vibrantes o rodillos vibrantes de unos 7 kg/cm2 de carga estática.

La tongada que se deja al final de la jornada deberá tener pendiente hacia la parte posterior del macizo, al igual que longitudinalmente, con objeto de evacuar las aguas de lluvia.

En caso de que la capa superior se saturase de agua, se procederá al escarificado y retirada de la misma.

La granulometría y compactación será la definida en los planos de Proyecto.

3.7.6 Medición y Abono

Los Encachados se medirán por los metros cuadrados (m2) de superficie encachada, dentro de los límites señalados en los Planos u ordenados por el Director de Obra, y se abonarán al precio unitario correspondiente. No será de abono directo la preparación de la superficie, por considerarse incluido en el precio unitario.

En cuanto a las obras de Escollera (ya sean de piedras sueltas o colocadas con medios mecánicos) y los Gaviones, se medirán y abonarán mediante la aplicación del precio correspondiente a las toneladas de material colocado, según quede establecido, en cada caso, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En lo que respecta a la Tierra Armada, la piel (escamas) se abonará por metros cuadrados (m2) realmente colocados en obra, suponiendo repercutida en dicha unidad la parte proporcional de flejes.

Las excavaciones, el terraplenado, la solera de reglaje, el encofrado y cualesquiera otros trabajos que pudieran ser precisos para cada uno de los sistemas de contención mencionados, y que no estén incluidos en las unidades correspondientes, se abonarán de acuerdo a lo establecido en los correspondientes apartados del presente Pliego.

3.8 CIMENTACIONES

3.8.1 Definición

Se define como cimentación el elemento o grupo de elementos cuya misión consiste en transmitir al terreno resistente las cargas de una estructura.

3.8.2 Clasificación

En función de la posición donde se encuentre el terreno resistente las cimentaciones pueden clasificarse en superficiales y profundas.

3.8.3 Cimentaciones superficiales

3.8.3.1 Definición

Se considera que una estructura tiene cimentación superficial cuando sus cargas son transmitidas directamente al terreno resistente, situado inmediatamente debajo de aquella.

Este tipo de cimentaciones se utiliza cuando debajo de la estructura a construir existe una capa de terreno resistente de suficiente espesor.

3.8.3.2 Clasificación

Según la capacidad portante del terreno, la forma de la estructura y la magnitud de las solicitaciones a las que ésta va a ser sometida, las cimentaciones superficiales se pueden clasificar en zapatas aisladas, zapatas corridas y losas de cimentación.

3.8.3.3 Condiciones Generales

La solera de las cimentaciones superficiales deberá quedar, en cualquier caso, libre del efecto de las heladas, exigiéndose a este respecto que tengan una profundidad mínima de 1 metro.

Así mismo, en el caso de la existencia del nivel freático, marea, etc., las cimentaciones superficiales deberán emplazarse a una profundidad tal que la solera de cimentación quede alejada de la zona de oscilaciones de dicho nivel freático.

3.8.3.4 Ejecución

Los elementos de cimentación tendrán la forma y dimensiones definidas en los Planos del Proyecto y/o P.P.T.P.

Una vez realizada la excavación correspondiente a los elementos de cimentación a construir se verterá una capa de hormigón de limpieza y regularización, HL-150, de 10 cm. de espesor.

Sobre dicha capa se encofrará y se colocarán las armaduras del elemento en cuestión, distanciadas del hormigón de limpieza con los correspondientes separadores a la distancia definida en los Planos.

Cuando el terreno de cimentación sea inestable, previamente a la colocación del hormigón de limpieza se realizará un saneo del fondo de la excavación, colocándose posteriormente una capa de material granular (encachado de piedra) que será debidamente compactada.

3.8.3.5 Medición y Abono

Estas unidades se medirán como parte integrante de la estructura de la que formen parte, abonándose mediante la aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios a las unidades de obra que comprenden.

3.8.4 Cimentaciones profundas y elementos especiales de contención

3.8.4.1 Pantallas Continuas de Hormigón Armado

3.8.4.1.1 Definición

Se denomina pantallas a los elementos de contención de tierras que se emplean para realizar excavaciones verticales en aquellos casos en los que el terreno, los edificios u otras estructuras cimentadas en las inmediaciones de la excavación, no serían estables sin sujeción o las deformaciones provocadas serían inadmisibles. También cuando se trata de eliminar posibles filtraciones de agua a través de los taludes de la excavación y eliminar o reducir a limites admisibles las posibles filtraciones a través del fondo de la misma, o de asegurar la estabilidad de este frente a fenómenos de sifonamiento. Se construyen desde la superficie del terreno previamente a la ejecución de la excavación y trabajan fundamentalmente a flexión.

La pantalla cumple una labor estructural de contención de tierras y de impermeabilización del vaso, pero no puede considerarse un elemento totalmente terminado ni absolutamente impermeable, dadas las características intrínsecas del material y del proceso de ejecución. En cualquier caso será necesario prever un acabado final de su superficie, ya que se hormigona contra el propio terreno.

Se definen como pantallas continuas de hormigón armado moldeadas "in situ" las paredes construidas mediante la perforación en el terreno de zanja profundas y alargadas, sin necesidad de entibaciones, y su relleno posterior de hormigón, constituyendo una estructura continua capaz de resistir empujes y cargas verticales.

Si las características del terreno lo exigen, la perforación de la zanja se realizará empleando lodos tixotrópicos. La ejecución de la pantalla se efectúa por paneles independientes e incluye las operaciones siguientes:

- Operaciones previas.
- Ejecución y posterior demolición de muretes guía.
- Perforación de zanjas, con empleo eventual de lodos tixotrópicos.
- Colocación de encofrados de juntas entre paneles.
- Colocación de armaduras.
- Hormigonado de paneles.
- Extracción de encofrados de juntas.
- Demolición de cabezas de paneles.
- Ejecución de la viga de atado de paneles.
- Regulación y limpieza superficial del paramento visto de la pantalla, de acuerdo con lo previsto en el Proyecto.

También se incluye en esta unidad la ejecución de los apoyos provisionales o definitivos, tales como apuntalamientos, anclajes, banquetas, etc., necesarios para garantizar la estabilidad de la pantalla durante y después de las excavaciones previstas en sus proximidades.

3.8.4.1.2 Materiales

3.8.4.1.2.1 Hormigón

El hormigón para la pantalla propiamente dicha tendrá al menos las características exigidas a un HA-30. Su consistencia, medida según la norma UNE-EN 12390 (Cono de Abrams), estará comprendida entre catorce a dieciocho centímetros (14 a 18 cm.).

Las cimentaciones especiales deben incorporar una alta dosificación en cemento.

De esta manera, se consigue un hormigón con alto contenido en finos, dócil y cohesivo y que cierra con facilitad sin compactación, alcanzando una alta densidad. Estos elevados contenidos de cemento permiten, asimismo, introducir una mayor cantidad de agua en la dosificación sin aumentar excesivamente la relación agua/cemento y de esta manera favorecen el conseguir la elevada fluidez necesaria en el hormigón.

- Requisitos de dosificación (Código Técnico de la Edificación y norma UNE-EN 1536)

CONTENIDO DE CEMENTO	
Vertido seco	>325 kg/m3
Hormigonado bajo en agua o lodos de perforación	>375 kg/m3

Si no se obtienen mezclas de alta densidad se puede ajustar el contenido de cemento indicado en las tablas anteriores. Una elevada densidad es indicativa de un hormigón de alta compacidad. El exigir un contenido superior de cemento en el caso de hormigonado bajo lodo o agua permite compensar efectos locales de lavado del cemento o contaminación con el lodo de perforación.

El contenido mínimo de cemento también está condicionado por el tamaño máximo de los áridos. Así, los tamaños máximos reducidos obligan a añadir más cemento, tal y como se indica en la Tabla 4.10 para el caso de muros pantalla.

- Contenido mínimo de cemento en función del tamaño máximo del árido (Código Técnico de la Edificación y norma UNE-EN 1538)

Dimensión máxima de los áridos (mm)	Contenido mínimo de cemento (kg/m3)
32	350
25	370
20	385
16	400

Deberá estudiarse el tiempo de comienzo de fraguado del hormigón de forma que el tiempo necesario para su transporte y puesta en obra no supere el setenta por ciento (70 %) de aquél.

Si hiciera falta utilizar algún aditivo para que el hormigón cumpla las condiciones anteriores se comprobará su compatibilidad con el cemento y los efectos que produce, según la dosificación.

El hormigón para los muretes-guías tendrá, al menos, las características exigidas al tipo HA-25. Su consistencia, medida según la Norma UNE-EN 12390, será plástica. La dosificación del cemento no será inferior a doscientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (250 Kg/m3), siguiendo las indicaciones de la EHE, en función del ambiente y el tamaño máximo de árido será de cincuenta milímetros (50 mm).

3.8.4.1.2.2 Armaduras

- Cumplirán todo lo indicado en la presente EHE.

3.8.4.1.2.3 Lodo tixotrópico

- Si se emplea lodo tixotrópico en la perforación, éste deberá cumplir las siguientes características:
- A las veinticuatro horas (24 h) de la fabricación (lodo fresco):
  - Viscosidad medida en el Cono Marsh: Entre treinta y dos (32) y treinta y cinco (35) segundos.
  - pH: Entre ocho y medio (8,5) y once (11).
  - Peso específico: El indicado posteriormente.
- Durante la perforación de la zanja:
  - Viscosidad medida en el Cono Marsh: No deberá ser inferior a la del lodo fresco.
  - pH: Entre ocho y medio (8,5) y once (11)
  - Peso específico: El necesario para asegurar la estabilidad de la pared.
- El peso específico mínimo deberá ser fijado por el Director a propuesta del Contratista atendiendo a las características del terreno atravesado.
- Durante el hormigonado:
  - Viscosidad medida en el Cono Marsh: Inferior a cuarenta y cinco (45) y superior a la del lodo fresco.
  - pH: Entre ocho y medio (8,5) y once (11)
  - Material retenido en el tamiz 0,080 UNE: Inferior al tres por ciento (3%) en peso.
- Las prescripciones anteriores son esenciales para garantizar la calidad del hormigonado de la pantalla. En consecuencia, si el lodo no cumple estas condiciones, antes de las operaciones previas al hormigonado, colocación de encofrados laterales y de armaduras, se deberá proceder a su regeneración.

3.8.4.1.3 Ejecución

El equipo necesario para la ejecución de las obras deberá ofrecer las máximas garantías en cuanto se refiere a los extremos siguientes:

- Fabricación, almacenamiento y regeneración de lodos.
- Mínima perturbación del terreno.
- Precisión en la perforación de la zanja.
- Continuidad geométrica de la pantalla.
- Correcta colocación de armaduras.
- Fabricación y puesta en obra del hormigón.
- Adecuada disposición y ejecución de los apoyos provisionales y definitivos.

Antes de la iniciación de los trabajos, el Contratista demostrará, a satisfacción del Director, que el equipo propuesto es adecuado en relación con los aspectos citados.

3.8.4.1.4 Operaciones previas

Para la construcción de la pantalla se dispondrá una superficie de trabajo sensiblemente horizontal, libre de obstáculos y de anchura suficiente para el trabajo de la maquinaria. El nivel freático deberá quedar a una profundidad del orden de un metro y medio (1,5 m.) por debajo del terreno, si esta

condición no se cumple, se construirá un terraplén, con un grado de compactación no inferior al del terreno natural. La superficie de trabajo estará convenientemente drenada para evitar encharcamientos en períodos lluviosos.

Antes de proceder a la perforación de la pantalla, deberán ser desviadas todas las conducciones aéreas que afecten al área de trabajo. Igualmente, deberán ser eliminados o modificados todos los elementos enterrados, tales como canalizaciones, raíces, restos de cimentaciones, etc., que interfieran directamente los trabajos, y también aquellos que, por su proximidad, puedan afectar a la estabilidad del terreno durante la perforación de la pantalla. Asimismo, cuando dicha perforación pueda comprometer la estabilidad de edificaciones contiguas, se efectuarán los oportunos apuntalamientos o recalces.

Establecida la plataforma de trabajo, deberá efectuarse, en primer lugar el trabajo de replanteo, situado el eje de la pantalla y puntos de nivelación para determinar las cotas de ejecución.

3.8.4.1.5 Muretes-guía

A partir del eje del replanteo, se fijarán los límites de la pantalla y se construirán, en primer lugar, unos muretes con separación igual al espesor de la pantalla más cinco centímetros (5 cm.) Estos muretes, que no sólo sirven de guía a la maquinaria de perforación, sino que también colaboran a la estabilidad del terreno, tendrán una anchura mínima de veinte centímetros (20 cm.) y una altura no inferior a setenta centímetros (70 cm.), e irán convenientemente armados. Sobre los muretes guía se acotará la longitud de cada panel y se fijarán las cotas del fondo de la perforación y de las rasantes del hormigón y de las armaduras.

3.8.4.1.6 Preparación del lodo tixotrópico

Fórmula de trabajo:

Antes de iniciarse los trabajos, el Contratista someterá a la aprobación del Director los detalles relativos a la dosificación del lodo fresco, con arreglo a lo que se indica a continuación.

Se darán los siguientes datos:

- Tipo y características del material básico utilizado para la fabricación del lodo.
- Aditivos previstos y características de los mismos.
- Dosificación ponderal de los materiales.
- Filtrado y espesor del residuo o "cake" obtenido en el filtro prensa.
- Peso específico del lodo.
- Viscosidad medida en el Cono Marsh.

Así mismo se propondrá al Director el peso específico mínimo que deberá tener el lodo durante la perforación, según las características de los terrenos atravesados y la posición del nivel freático.

3.8.4.1.7 Fabricación del lodo tixotrópico

En la mezcla del material o materiales secos con el agua deberán emplearse medios enérgicos adecuados para la completa dispersión de los mismos y la obtención de una mezcla uniforme. Así mismo, el lodo de perforación deberá ser almacenado veinticuatro (24 h.) antes de su empleo, por lo menos, para su completa hidratación, salvo que el empleo de dispersantes permita reducir dicho plazo.

Para garantizar la seguridad y calidad del trabajo frente a posibles pérdidas de lodo debido a filtraciones o fugas en el terreno, se deberá disponer en todo momento de un volumen adicional de lodo, en condiciones de utilización, igual al volumen total de las zanjas perforadas y no hormigonadas. Existirá

así mismo en obra una cantidad de material y un suministro de agua suficientes para fabricar inmediatamente un volumen análogo de lodo.

3.8.4.1.8 Control del lodo tixotrópico

Con objeto de comprobar que se cumplen los requisitos establecidos y controlar la calidad de la ejecución se efectuarán durante la obra determinaciones periódicas de las siguientes características del lodo.

- Viscosidad
- pH
- Peso específico

Además, inmediatamente antes de la colocación de encofrados laterales y armaduras, se comprobará el material retenido en el tamiz 0,80 UNE.

La determinación del pH en laboratorio se realizará mediante aparato medidor. Para las determinaciones en obra bastará el empleo del papel medidor de pH. El peso específico se determinará mediante picnómetro.

3.8.4.1.9 Perforación de zanjas

La perforación correspondiente a cada panel se efectuará con los medios mecánicos apropiados, según el plan de ejecución dado en el Proyecto o, en su defecto, el establecido por el Contratista y aprobado por el Director.

Si las características del terreno lo requieren, el material extraído se irá reemplazando por lodo tixotrópico que, durante el proceso, deberá permanecer por encima de la cota inferior del murete-guía.

La profundidad de perforación superará al menos en veinte centímetros (20 cm.) a la que vayan a alcanzar las armaduras. Este exceso de excavación tiene por objeto evitar que las armaduras apoyen sobre el terreno en las esquinas del panel, donde la excavación y la limpieza de detritus es más difícil.

Las pantallas continuas de hormigón armado deberán estar debidamente calculadas y definidas en el proyecto constructivo. En dichos cálculos se deberá precisar la disposición de la armadura, el espesor, la longitud máxima, la capacidad máxima y el empotramiento mínimo en roca de la pantalla de hormigón armado. El empotramiento en roca deberá ser, como mínimo, mayor o igual a dos (2) veces el espesor de la pantalla.

Desde el comienzo de la perforación de la zanja hasta el final del período de endurecimiento del hormigón, no se permitirá apilar, en las proximidades de la pantalla, materiales cuyo peso ponga en peligro la estabilidad del terreno.

Previamente a la colocación de encofrados laterales y armaduras, se efectuará una limpieza del fondo de la perforación extrayendo los elementos sueltos que hayan podido desprenderse de las paredes de la zanja, así como el detritus sedimentado.

3.8.4.1.10 Colocación de los encofrados de las juntas laterales

Antes de proceder al hormigonado, se colocarán en la zanja los elementos que vayan a moldear las juntas laterales, cuya misión es asegurar la continuidad geométrica de la excavación y de la futura pantalla y servir de guía al útil empleado en la perforación de la zanja. Los elementos se colocarán en posición vertical y debidamente fijados o empotrados en el fondo, y tendrán una anchura igual al espesor de la pantalla.

3.8.4.1.11 Preparación y colocación de las armaduras

Las armaduras se construirán en taller o en obra formando un conjunto solidario, llamado jaula, de la misma longitud en horizontal del panel.

Si la zanja fuese muy profunda, se podrán descomponer las armaduras verticalmente en dos o más tramos, los cuales se soldarán en obra para formar un conjunto continuo. Dicho conjunto, si la zanja fuese menos profunda de lo previsto inicialmente, deberá tener las dimensiones y disposición indicadas en los planos. En caso contrario las dimensiones y disposición deberán ser de nuevo calculadas adaptándose a la nueva profundidad de la zanja.

Las jaulas deberán llevar rigidizadores y estar soldadas en los puntos precisos para evitar su deformación durante el transporte, izado y colocación en la zanja.

En la soldadura de acero especial se utilizarán los electrodos adecuados, así como el voltaje y condiciones especiales de soldadura al arco, de forma que no resulten afectadas las propiedades del acero. Los ganchos de suspensión de las jaulas serán de acero ordinario.

La separación mínima entre barras verticales u horizontales será de diez centímetros (10 cm.) y el recubrimiento de siete centímetros (7 cm.). Las formas cerradas o nudos de armaduras deberán evitarse en lo posible, de manera que no impidan la buena circulación del hormigón y pueda garantizarse el perfecto recubrimiento de las barras.

Para garantizar el centrado de las jaulas en la zanja y conseguir el recubrimiento de las barras, deberán disponerse separadores o calas de mortero en ambas caras de las jaulas, a razón de un separador cada dos metros cuadrados (2 m2) de pantalla por lo menos.

Deben preverse armaduras de espera para el alcance con la viga de atado.

Las jaulas de armaduras se colocarán en el panel introduciendo y soldando sucesivamente sus diversos tramos y dejándolas bien centradas, mediante los separadores mencionados anteriormente. La jaula deberá quedar suspendida de forma estable a una distancia mínima de veinte centímetros (20 cm.) y máxima de 30 del fondo de la perforación. Durante el izado y la colocación de las jaulas, deberá disponerse una sujeción de seguridad, en previsión de la rotura de los ganchos de elevación.

3.8.4.1.12 Hormigonado de paneles

El hormigonado se efectuará siempre mediante tubería. Esta deberá tener un diámetro comprendido entre quince y treinta centímetros (15 y 30 cm.) estará centrada en el panel y se introducirá a través del lodo hasta el fondo de la excavación. Llevará en cabeza una tolva para la recepción del hormigón.

El hormigonado se hará de forma continua. Si durante el proceso hiciera falta levantar la tubería de hormigón, ésta se mantendrá dentro de la masa de hormigón en una longitud mínima de cinco metros (5 m.), para hormigonado bajo lodo, o de tres metros (3 m.), para hormigonado en seco.

Cuando la longitud del panel sea superior a seis metros (6 m.), se utilizarán dos tuberías de hormigonado vertiendo el hormigón por ambas simultáneamente.

Los lodos se irán evacuando a medida que progresa el hormigonado.

La cota final de hormigonado rebasará a la teórica al menos en treinta centímetros (30 cm.). Este exceso de hormigón, en su mayor parte contaminado por el lodo, será demolido antes de construir la viga de atado de los paneles. Si la cota teórica coincide con la coronación de muretes, se deberá hacer rebosar el hormigón hasta comprobar que no está contaminado.

Después del hormigonado se procederá a la extracción de los elementos laterales dispuestos para moldear las juntas, pero nunca antes de que el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente para que la pared vertical se mantenga.

3.8.4.1.13 Viga de atado de paneles

Una vez terminada la ejecución de los paneles se demolerá la cabeza de los mismos en una profundidad suficiente para eliminar el hormigón contaminado por el lodo tixotrópico, y se construirá la viga de atado prevista en el Proyecto. Previamente se prolongarán las armaduras verticales de la pantalla en todo el canto de la viga de atado, enlazándolas con las barras longitudinales y transversales de ésta.

3.8.4.1.14 Tolerancias de ejecución

Las tolerancias de ejecución serán las siguientes:

- Desvío en planta, o separación de los muretes-guía: +-5 cm.
- Anchura de la herramienta de perforación: +- 2 cm. sobre el ancho teórico.
- Longitud del panel: +- 5 cm. sobre la longitud teórica.
- Profundidad de la armadura del panel: +- 5 cm. sobre la profundidad teórica.
- Verticalidad: desviación de la vertical inferior al 1 %.
- Sobre-espesores: inferiores a 10 cm. Cuando se trate de una zona de relleno o cuando hubiera que demoler previamente una construcción existente, el Director fijará la tolerancia admisible.
- Tecleo:< 150 mm.
- Desviación de las juntas: + - 1% de la profundidad total.

Los trabajos de excavación del terreno adyacente a la pantalla se ajustarán al plan de excavación establecido en el proyecto o, en su defecto, fijado por el Director, con objeto de que las solicitaciones inducidas en los diversos elementos de la obra no excedan de las admisibles.

Dicho plan incluirá los siguientes puntos:

- Dimensiones y cotas de la excavación.
- Arriostramientos provisionales y definitivos.
- Secuencia de todos los trabajos.
- Intervalos mínimos a respetar entre el final de un trabajo y el comienzo del siguiente.

Durante los trabajos de excavación del terreno adyacente, se controlará el comportamiento de la pantalla y se tomarán las medidas oportunas, como colocación de testigos, inclinómetros si se considera oportuno etc.

3.8.4.1.15 Control de calidad

<u>Control de vertido para los muros pantalla</u>

PARAMETRO	METODO O ENSAYO	FRECUENCIA
Tubos Tremie - Condiciones - Diámetro interior - Dimensiones exteriores - Composición (longitud en cada tramo)	Inspección visual y mediciones	En cada tubo antes o durante la instalación
Tubería Tremie - Composición (longitud en cada tramo)	Inspección visual y mediciones	En cada columna de tubería Tremie

PARAMETRO	METODO O ENSAYO	FRECUENCIA
- Profundidad de instalación		
Tubería Tremie - Numero de columnas por panel	Inspección visual	En cada panel
Colocación del elemento de separación entre el hormigón y el agua/lodo interior	Inspección visual	En cada panel
Cota de hormigonado	Mediciones	En cada panel, después del vertido de cada camión
Inmersión de la tubería Tremie	Mediciones	En cada panel, después del vertido de cada camión
Tiempos de hormigonado	Mediciones	En cada panel
Volumen total del Hormigón	Mediciones	En cada panel
Relleno de la perforación sin hormigonar	Inspección visual	En cada panel
Coronación del panel después del hormigonado	Inspección visual	En cada panel
Extracción de juntas - Procedimiento de extracción - Tiempo transcurrido desde el final del hormigonado	Inspección visual y mediciones	En cada panel y junta

Registros de Control

Información		Muros pantalla
1	Información sobre las actividades anteriores al vertido de hormigón	
	1.1 Profundidad de la perforación	X
	1.2. Posición del nivel freático	X
	1.3. Características del lodo antes de hormigonar	(x)
	1.4. Profundidad del entubado	-
	1.5. Detalles de la armadura: longitud total, posición y peso de cada uno de los tramos que la componen	X
2	Información sobre la puesta en obra del hormigón	
	2.1. Hora de llegada de cada cuba	X
	2.2. Volumen vertido por cada cuba	X
	2.3. Retrasos entre cubas	X
	2.4. Cota superior del hormigón después del vertido de cada cuba	X
	2.5. Profundidad de la tubería Tremie después del vertido de cada cauba	X
	2.6. Volumen total del vertido	X

Control de la cimentación terminada. Ensayos de integridad

Si la Dirección de Obra, lo estima oportuno o así estuviese recogido en el proyecto de ejecución, podrán realizarse ensayos de integridad de las pantallas. En este caso el método a aplicar será el de Transparencia Sónica (que queda descrito en el capítulo de pilotes). Dichos ensayos deberán estar correctamente planificados, identificando el número y ubicación en los que van a ser ejecutados previo al inicio de la ejecución de las pantallas, debido a que requieren de la instalación de tubos auxiliares (tubos sónicos) previo al hormigonado.

Ensayos de extracción de testigos y ensayos no destructivos del hormigón

Los ensayos de control con perforación del hormigón para obtención de testigos, son considerados por la Instrucción EHE como ensayos de información complementaria del hormigón. Su objeto es estimar la resistencia del hormigón de una parte determinada de la obra por circunstancias especiales. El método permite también la observación por televisión de la perforación del testigo y ensayo sónico entre dos perforaciones de testigos.

Solo son preceptivos cuando lo contemple el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o cuando sí lo exija la Dirección Facultativa en alguna de las siguientes circunstancias.

- Cuando se detecta una anomalía en los ensayos de integridad
- Cuando se haya producido un incumplimiento al aplicar los criterios de aceptación
- Cuando no se dispone de suficiente número de resultados de control
- Cuando existan dudas razonables sobre las condiciones de ejecución de obra posteriores a la fabricación de las probetas (transporte interno de obra, vertido y compactación del hormigón)

Para seguir el progresivo desarrollo de resistencia en hormigones jóvenes, estimando así el momento idóneo para realizar la excavación o la puesta en carga de elementos estructurales

En estructuras con síntomas de deterioro o que han estado sometidas a determinadas acciones que podrían haber afectado a su capacidad resistente (sobrecargas excesivas, fuego, heladas, etc.)

Por solicitud de cualquiera de las partes, cuando tengan dudas justificadas sobre la representatividad de los resultados obtenidos en el control experimental a partir de probetas de hormigón fresco.

En el caso de que se trate de la obtención de testigos por incumplimiento en el criterio de aceptación de un lote a partir de los resultados del control de resistencia, se procede como se describe a continuación, a instancias de la Dirección Facultativa;

- Deben realizarse ensayos, al objeto de comprobar si la resistencia característica del hormigón real de la estructura se corresponde con la especificada en el proyecto. Dichos ensayos serán realizados por un laboratorio acordado por las partes.
- En el caso de que los ensayos de información confirmen los resultados obtenidos en el control, la Dirección Facultativa encargará la realización de un estudio específico de la seguridad de los elementos afectados por el hormigón del lote sometido a aceptación, en el que se compruebe que es admisible el nivel de seguridad que se obtiene con los valores de resistencia del hormigón realmente colocado en la obra. Para ello, deberá estimarse la resistencia característica del hormigón a partir de los resultados del control o, en su caso, a partir de ensayos de información complementaria.
- En su caso, la Dirección Facultativa podrá ordenar el ensayo del comportamiento estructural del elemento realmente construido, mediante la realización de pruebas de carga.

Si fuese preciso la realización de alguno de estos ensayos, el coste será íntegramente por cuenta del contratista.

En lo que hace referencia a la gestión de los lodos generados durante la ejecución de las pantallas de hormigón se deberá cumplir con los requisitos recogidos en el artículo 3.1, en el que se establecen las pautas mínimas que el contratista debe cumplir.

3.8.4.1.16 Medición y abono

Para el abono de las pantallas de hormigón armado se dispondrán de las siguientes unidades, cuyo alcance se detalla a continuación.

M2 de excavación de pantalla completamente ejecutada:

El criterio de medición será desde el fondo de la excavación hasta la rasante del terreno antes de iniciar la excavación. Esta unidad incluye:

- Operaciones de preparación de la plataforma de trabajo, incluidas las pistas necesarias de acceso, salvo las previamente definidas como de abono.
- Ejecución y demolición posterior de los muretes guía, y retirada dentro de la propia obra.
- Excavación en cualquier tipo de terreno incluso empotramiento en roca, si bien será de abono un suplemento por m3 de excavación en roca.
- Limpieza y Retirada de los materiales sobrantes de la excavación y acopio dentro de la propia obra.
- El empleo de lodos bentoníticos e instalaciones en obra para el reciclado y tratamiento de los mismos.
- Apeos provisionales de la pantalla
- Controles y ensayos a realizar en la pantalla.
- Todas las operaciones para las que no se haya establecido criterio de medición y abono.

M3 de hormigón colocado en pantalla:

El criterio de medición será desde el fondo de la excavación hasta la cara inferior de la viga de atado. Esta unidad incluye:

- Colocación de las juntas de hormigonado.
- Hormigón con sus medios auxiliares apropiados para la correcta puesta en obra, incluido hasta un exceso de un 20%.
- Aquellos aditivos que fuesen necesarios incorporar al hormigón, para su correcta trabajabilidad y puesta en obra

Serán de abono independiente:

- Traslado e implantación de equipos en obra y su posterior retirada.
- Traslado de equipos entre tajos que requieran uso de góndola
- Armadura de la pantalla
- Limpieza y regularización del paramento visto de la pantalla o cualquier otra operación del paramento visto de la pantalla
- Demolición de las cabezas de los paneles y preparación de las armaduras, incluida la retirada de los sobrantes a punto intermedio en obra.
- Suplemento de excavación de pantalla, desde la cota inferior de la viga de atado a la cota de trabajo de la pantalladora.
- El exceso de hormigón que supere el 20% del teórico de la pantalla.
- Ejecución de la viga de atado.
- Carga, transporte y canon de vertido del material de excavación
- Retirada, transporte y tratamiento de los lodos finales.
- Suplemento por m^3 de excavación en roca con el uso de trepano.
- Tubos sónicos si fuesen precisos para realizar ensayos de integridad.
- Inclinómetros, si fuese precisa su instalación.

La pantalla continua se abonará por aplicación de los precios correspondientes, según los espesores, a los metros cuadrados (m2) de pantalla realmente ejecutados, con la limitación a efectos de abono, de las dimensiones máximas señaladas en los planos. La altura de pantalla se medirá desde el fondo de la excavación hasta la cara inferior de la viga de atado.

3.8.4.2 Pantallas de Pilotes

3.8.4.2.1 Características

Comúnmente las pantallas de pilotes se efectúan mediante pilotes perforados, aunque en determinadas ocasiones podrían ejecutarse con pilotes prefabricados hincados.

Sin no hay necesidad de que la pantalla sea estanca, los pilotes podrán disponerse con una cierta separación entre ellos, con distancias entre ejes inferiores al doble del diámetro de los pilotes, salvo justificación en contra. En cualquier caso dicha separación vendrá calculada y definida en el proyecto.

En la estabilidad del terreno entre pilotes separados se podrá tener en cuenta el efecto de arco. La separación entre pilotes se determinará en función de la naturaleza del terreno, de los esfuerzos a resistir y de la capacidad de flexión de los pilotes.

Cuando la excavación haya de permanecer abierta mucho tiempo y, sobre todo, si el terreno es meteorizable y pierde rápidamente sus características resistentes en contacto con el aire, debe protegerse la banda de terreno que queda vista entre pilotes por medio de hormigón proyectado.

Cuando haya que excavar bajo el nivel freático será necesario que los pilotes sean secantes entre sí, por lo que la pantalla deberá efectuarse mediante pilotes perforados o aplicar otras técnicas de tratamiento del terreno entre pilotes.

3.8.4.2.2 Materiales, ejecución, medición y Abono.

Será de aplicación todo la recogido en el aparto siguiente referente a Pilotes.

3.8.4.2.3 Casos particulares de dosificación

Un caso particular de dosificación lo constituyen los pilotes primarios en pantalla de pilotes secantes en los que se puede emplear hormigón con clase de resistencia más baja o mortero. Para estos pilotes primarios se suelen utilizar hormigones con una resistencia a compresión a 28 días por debajo de 3 N/mm2, facilitando así la ejecución del solape entre pilotes. En este hormigón es habitual una concentración de cemento superior a 200 kg/m3, con relación agua/cemento por encima de 1. En los pilotes secundarios, por el contrario, se deben emplear un hormigón como el descrito para pilotes perforados.

3.8.4.3 Pilotes

3.8.4.3.1 Definición y tipología

Podemos encontrar dos tipologías, pilotes prefabricados y pilotes de hormigón "in situ"

Se define como cimentación por pilotes prefabricados, los realizados a base de pilotes de madera, hormigón armado, hormigón pretensado o acero, provistos de una punta y destinados a ser hincados en el terreno.

Las formas de hincar pilotes pueden ser diferentes según se use vibración o se emplee, como suele ser más frecuente, la hinca o percusión con golpes de maza. A efectos de este DB se considerará el pilote prefabricado hincado de directriz recta cuya profundidad de hinca sea mayor a 8 veces su diámetro equivalente.

Los pilotes hincados podrán estar constituidos por un único tramo, o por la unión de varios tramos, mediante las correspondientes juntas, debiéndose, en estos casos, considerar que la resistencia a flexión, compresión y tracción del pilote nunca será superior a la de las juntas que unan sus tramos.

Los pilotes prefabricados hincados se podrán construir aislados siempre que se realice un arriostramiento en dos direcciones ortogonales y que se demuestre que los momentos resultantes en dichas direcciones son nulos o bien absorbidos por la armadura del pilote o por las vigas riostras.

Se define como cimentaciones por pilotes de hormigón "in situ" las realizadas a base de pilotes de hormigón armado diferenciándose

Los siguientes tipos: pilotes de desplazamiento con azuche, pilotes de desplazamiento con tapón de gravas, pilotes de extracción con entubación recuperable, pilotes de extracción con camisa perdida, pilotes de extracción sin entubación con lodos tixotrópicos, pilotes barrenados sin entubación, pilotes barrenados, hormigonados por el tubo central de la barrena y pilotes de desplazamiento por rotación.

Para los pilotes hormigonados “in situ” se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Diámetro < 0,45 m: no se deben ejecutar pilotes aislados, salvo en elementos de poca responsabilidad en los que un posible fallo del elemento de cimentación no tenga una repercusión significativa;
- 0,45 m < diámetro < 1,00 m; se podrán realizar pilotes aislados siempre que se realice un arriostramiento en dos direcciones ortogonales y se asegure la integridad del pilote en toda su longitud de acuerdo con los métodos de control recogidos en el apartado 5.4;
- Diámetro > 1,00 m; se podrán realizar pilotes aislados sin necesidad de arriostramiento siempre y cuando se asegure la integridad del pilote en toda su longitud de acuerdo con los métodos de control recogidos en el apartado 5.4 y el pilote se arme para las excentricidades permitidas y momentos resultantes

Si el Contratista quiere emplear otros diámetros u otro sistema, que el previsto en el Proyecto, deberá proponerlo con la debida antelación, acompañando todos los detalles, cálculos, planos, a la aprobación del Director de Obra.

Para ello se tendrán en cuenta las siguientes condiciones constructivas:

Los pilotes hormigonados al amparo de entubaciones metálicas (camisas) recuperables deben avanzar la entubación hasta la zona donde el terreno presente paredes estables, debiéndose limpiar el fondo. La entubación se retirará al mismo tiempo que se hormigone el pilote, debiéndose mantener durante todo este proceso un resguardo de al menos 3 m de hormigón fresco por encima del extremo inferior de la tubería recuperable.

En los casos en los que existan corrientes subterráneas capaces de producir el lavado del hormigón y el corte del pilote o en terrenos susceptibles de sufrir deformaciones debidas a la presión lateral ejercida por el hormigón se debe considerar la posibilidad de dejar una camisa perdida.

Cuando las paredes del terreno resulten estables, los pilotes podrán excavarse sin ningún tipo de entibación (excavación en seco), siempre y cuando no exista riesgo de alteración de las paredes ni del fondo de la excavación.

En el caso de paredes en terrenos susceptibles de alteración, la ejecución de pilotes excavados, con o sin entibación, debe contemplar la necesidad o no de usar lodos tixotrópicos para su estabilización.

El uso de lodos tixotrópicos podrá también plantearse como método alternativo o complementario a la ejecución con entubación recuperable siempre que se justifique adecuadamente.

En el proceso de hormigonado se debe asegurar que la docilidad y fluidez del hormigón se mantiene durante todo el proceso de hormigonado, para garantizar que no se produzcan fenómenos de atascos en el tubo Tremie, o bolsas de hormigón segregado o mezclado con el lodo de perforación.

El cemento a utilizar en el hormigón de los pilotes se ajustará a los tipos definidos en la instrucción vigente para la Recepción de Cemento.

En los pilotes barrenados la entibación del terreno la produce el propio elemento de excavación (barrena o hélice continua). Una vez alcanzado el fondo, el hormigón se coloca sin invertir el sentido de la barrena y en un movimiento de extracción del útil de giro perforación. La armadura del pilotaje se introduce a posteriori, hincándola en el hormigón aún fresco hasta alcanzar la profundidad de proyecto, que será como mínimo de 6 m o 9D.

No se deben realizar pilotes de barrena continua cuando:

- Se consideren pilotes aislados, salvo que se efectúen con registro continuo de parámetros de perforación y hormigonado, que aseguren la continuidad estructural del pilote;
- La inclinación del pilote sea mayor de 6º, salvo que se tomen medidas para controlar el direccionado de la perforación y la colocación de la armadura;
- Existan capas de terreno inestable con un espesor mayor que 3 veces el diámetro del pilote, salvo que pueda demostrarse mediante pilotes de prueba que la ejecución es satisfactoria o se ejecuten pilotes con registro continuo de parámetros y tubo telescópico de hormigonado, que asegure la continuidad estructural del pilote.

En relación con el apartado anterior, se considerarán terrenos inestables los siguientes:

- Terrenos uniformes no cohesivos con coeficiente de uniformidad (relación de diámetros correspondientes al 60 y al 10% en peso) inferior a 2 (D60/D10< 2) por debajo del nivel freático;
- Terrenos flojos no cohesivos con N<7;
- Terrenos muy blandos cohesivos con resistencia al corte no drenada, cu, inferior a 15 kPa.

No se considera recomendable ejecutar pilotes con barrena continua en zonas de riesgo sísmico o que trabajen a tracción salvo que se pueda garantizar el armado en toda su longitud y el recubrimiento de la armadura.

Para la ejecución de pilotes hormigonados “in situ” se consideran adecuadas las especificaciones constructivas con relación a este tipo de pilotes, recogidas en la norma UNE-EN 1536:2000.

Para la ejecución de los pilotes prefabricados se consideran adecuadas las especificaciones constructivas recogidas con relación a este tipo de pilotes en la norma UNE-EN 12699:2001.

Se define como diámetro del pilote construido "in situ", el diámetro interior de la entubación, ya sea perdida o recuperable. El posible ensanchamiento del fuste del pilote, por apisonado o compresión del hormigón, no se tendrá en cuenta para admitir un aumento de la carga admisible del mismo, considerando como elemento estructural, aunque en algún caso, previas las oportunas comprobaciones, puede tomarse como efecto favorable sobre el rozamiento, adherencia o área de apoyo del pilote sobre el terreno.

En general, deberá existir un encepado que reciba las cargas de la estructura y las transmita a los pilotes, todo ello realizado de acuerdo con los datos que sobre el particular incluyan los Planos.

3.8.4.3.2 Tipología de Pilotes por su forma de trabajo

En cuanto a la forma de trabajo, los pilotes se clasifican en

- Pilotes por fuste: en aquellos terrenos en los que, al no existir un nivel claramente más resistente, al que transmitir la carga del pilotaje, éste transmitirá su carga al terreno fundamentalmente a través del fuste. Se suelen denominar pilotes “flotantes”;
- Pilotes por punta: en aquellos terrenos en los que, al existir, a cierta profundidad, un estrato claramente más resistente, las cargas del pilotaje se transmitirán fundamentalmente por punta.

Se suelen denominar pilotes “columna”.

3.8.4.3.3 Tipología de Pilotes por el tipo de material

Para la construcción de pilotes se podrán utilizar los siguientes materiales:

- Hormigón “in situ”: se ejecutarán mediante excavación previa, aunque también podrán realizarse mediante desplazamiento del terreno o con técnicas mixtas (excavación y desplazamiento parcial);
- Hormigón prefabricado: podrá ser hormigón armado (hormigones de alta resistencia) u hormigón pretensado o postensado;
- Acero: se podrán utilizar secciones tubulares o perfiles en doble U o en H. Los pilotes de acero se deben hincar con azuches (protecciones en la punta) adecuados;
- Madera: se podrá utilizar para pilotar zonas blandas amplias, como apoyo de estructuras con losa o terraplenes;
- Mixtos, como los de acero tubular rodeados y rellenos de mortero.

3.8.4.3.4 Pilotes hormigonados "in situ"

3.8.4.3.4.1 Materiales

Se estará a lo dispuesto en el artículo 671 del PG3 y vigente EHE, así como en Código Técnico de Edificación.

Los pilotes estarán constituidos por hormigón armado del tipo definido conforme a en los cálculos en cada proyecto y cumpliéndose además con las siguientes características:

Tanto las materias primas como la dosificación de los hormigones se ajustarán a lo indicado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

- Agua

El agua para la mezcla debe cumplir lo expuesto en la Instrucción EHE, de forma que no pueda afectar a los materiales constituyentes del elemento a construir.

- Cemento

El cemento a utilizar en el hormigón de los pilotes se ajustará a los tipos definidos en la vigente instrucción para la recepción de cemento. Pueden emplearse otros cementos cuando se especifiquen y tengan una eficacia probada en condiciones determinadas.

No se recomienda la utilización de cementos de gran finura de molido y el alto calor de hidratación, debido a altas dosificaciones a emplear. No será recomendable el empleo de cementos de aluminato de calcio, siendo preferible el uso de cementos con adiciones (tipo II), porque se ha manifestado que éstas mejoran la trabajabilidad y la durabilidad, reduciendo la generación de calor durante el curado.

En el caso de que el nivel de agresividad sea muy elevado, se emplearán cementos con la característica especial de resistencia a sulfatos o agua de mar (SR/MR)

- Áridos

Los áridos cumplirán las especificaciones contenidas en el artículo 28º de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

A fin de evitar la segregación, la granulometría de los áridos será continua. Es preferible el empleo de áridos redondeados cuando la colocación del hormigón se realice mediante tubo Tremie.

El tamaño máximo del árido se limitará a treinta y dos milímetros (32 mm), o a un cuarto (1/4) de la separación entre redondos longitudinales, eligiéndose la menor en ambas dimensiones.

En condiciones normales se utilizarán preferiblemente tamaños máximos de árido de veinticinco milímetros (25 mm), si es rodado, y de veinte milímetros (20 mm), si procede de machaqueo.

- Aditivos

Para conseguir las propiedades necesarias para la puesta en obra del hormigón, se podrán utilizar con gran cuidado reductores de agua y plastificantes, incluidos los superplastificantes, con el fin de evitar el rezume o segregación que podría resultar por una elevada proporción de agua.

Se limitará, en general, la utilización de aditivos de tipo superfluidificante de duración limitada al tiempo de vertido, que afecten a una prematura rigidez de la masa, al tiempo de fraguado y a la segregación. En el caso de utilización se asegurará que su dosificación no provoque estos efectos secundarios y mantenga unas condiciones adecuadas en la fluidez del hormigón durante el periodo completo del hormigonado de cada pilote.

El hormigón de los pilotes deberá poseer:

- Alta capacidad de resistencia contra la segregación;
- Alta plasticidad y buena cohesión;
- Buena fluidez;
- Capacidad de autocompactación;
- Suficiente trabajabilidad durante el proceso de vertido, incluida la retirada, en su caso, de entubados provisionales.

En la tabla siguiente se recogen los criterios de contenido mínimo de cemento, relación agua/cemento y contenido mínimo de finos.

Dosificaciones de amasado

Contenido de cemento - vertido en seco - hormigonado sumergido	≥ 325 Kg/m3 ≥ 375 Kg/m3
Relación agua-cemento (A/C)	< 0,6
Contenido de finos d < 0,125 mm (cemento incluido) - árido grueso d > 8 mm - árido grueso d ≤ 8 mm	≥ 400 kg/m3 ≥ 450 kg/m3

En la tabla siguiente se recogen los valores de consistencia del hormigón, según diferentes condiciones de colocación.

Consistencia del hormigón

Asientos de cono de Abrams mm	Condiciones típicas de uso (ejemplos)
130 ≤ H ≤ 180	Hormigón vertido en seco
H ≥ 160	Hormigón bombeado o bien hormigón sumergido, vertido bajo agua con tubo tremie
H ≥ 180	Hormigón sumergido, vertido bajo fluido estabilizador con tubo tremie

Nota.- Los valores medidos del asiento (H) deben redondearse a los 10 mm

En el caso de que las dosificaciones de amasado y los valores de consistencia establecidos en las tablas anteriores no den una mezcla de alta densidad, se puede ajustar el contenido de cemento y la consistencia.

Se ha de asegurar que la docilidad y fluidez se mantiene durante todo el proceso de hormigonado, para garantizar que no se produzcan fenómenos de atascos en el tubo Tremie, discontinuidades en el hormigón o bolsas de hormigón segregado o mezclado con el lodo de perforación. Durante 4 horas y, al menos durante todo el periodo de hormigonado de cada pilote, la consistencia del hormigón dispuesto deberá mantenerse en un cono de Abrams no inferior a 100mm.

Se debe proporcionar una adecuada protección a través del diseño de la mezcla o de camisas perdidas, contra la agresividad del suelo o de los acuíferos.

En resumen, el hormigón del pilote tendrá una docilidad suficiente para garantizar una continuidad absoluta, aun extrayendo la entubación. No será atacable por el terreno circundante y tendrá una resistencia suficiente para transmitir las cargas de trabajo con el adecuado coeficiente de seguridad.

El pilote tendrá armaduras longitudinales cuya sección será por lo menos de seis décimas por ciento (0,6%) de la sección nominal de pilote, las cuales se prolongarán en el encepado correspondiente en setenta centímetros (0,70 m.) por lo menos. Llevará también estribos circulares o espirales. Las armaduras se unirán entre sí mediante soldadura, pudiendo utilizar ataduras únicamente en los pilotes de menos de diez metros (10 m.) de longitud.

El tipo y distribución de armaduras vendrá definido en los Planos.

3.8.4.3.4.2 Ejecución de las obras

- Equipo necesario

  El equipo necesario para la ejecución del hormigón y de la ejecución de los pilotes, ofrecerá garantías suficientes en relación a la calidad del hormigón, precisión en la hinca de la entubación, mínima perturbación del terreno y, sobre todo, continuidad de los pilotes.

  El Contratista someterá al Director de Obra, con la antelación suficiente, el tipo de pilotaje, equipo y plan de trabajo que tenga previsto aplicar, modificando lo que el Director de obra ordene hasta conseguir su aprobación.

- Entubación

  En grupos cerrados de pilotes no se introducirán ninguna entubación a menos de tres diámetros (3 Dm) de distancia del centro de otro pilote que lleve menos de cuarenta y ocho horas (48 h.) hormigonado.

  Se tratará de conseguir una bajada de la entubación tan continua como sea posible y llevada a la par con la extracción de la tierra; en ningún caso, la extracción debe adelantarse sobre la bajada del tubo.

  En caso de penetrar por debajo de la capa freática, no se admitirá bombeo durante la ejecución del pilote.

  En caso de encontrar afluencias de agua, se puede admitir un bombeo previo para limpiar el tubo, siempre que la afluencia de agua sea menor que una décima de litro por segundo (0,10 l/s); en caso contrario, se proscribe la aplicación de bombeo durante la ejecución del pilote.

  En los casos en que el pilote atravesará corrientes de agua subálveas de alguna importancia, será indispensable utilizar entubación no recuperable.

  Antes de empezar el hormigonado del pilote se limpiará debidamente el fondo de la entubación y se echará en el mismo un volumen de gravilla limpia y de gradación uniforme equivalente a unos quince centímetros (0,15 m.) de altura dentro del taladro, para formar un apoyo firme del pilote.

La entubación debe llegar hasta el final del pilote. La superficie interior de los tubos debe ser completamente lisa. Las juntas serán roscadas o soldadas y habrán de ser impermeables. En el caso de pilotes sondeados, la excavación en la entubación se hará hasta los treinta o cincuenta últimos centímetros (0,30 o 0,50 m.) del tubo.

Si se emplean pilotes hincados la entubación irá profundizándose a golpe de hinca dado sobre un tapón de hormigón colocado en el fondo de la entubación. El avance de la entubación se llevará a cabo de tal forma que el suelo por el que ésta atraviesa vaya desplazándose hacia los lados, compactándolo al mismo tiempo, sin que se produzca ninguna extracción de material. Si se encontraran obstáculos durante la hinca o perforación, se eliminarían éstos a golpe de cincel. Los explosivos no están permitidos dentro de la perforación. No está permitida tampoco la operación de lavado dentro de la entubación. Perforaciones hechas que no vayan a utilizarse habrán de ser rellenadas con hormigón.

Los pilotes deberán estar debidamente calculados y definidos en el proyecto constructivo. En dichos cálculos se deberá precisar la disposición de la armadura, el diámetro, la longitud máxima, la capacidad máxima y el empotramiento mínimo en roca del pilote. El empotramiento en roca deberá ser, como mínimo, el recogido en la siguiente tabla en función de la resistencia a compresión simple del terreno en la punta del pilote.

TENSIÓN ADMISIBLE TERRENO (punta pilote)	EMPOTRAMIENTO
Rocas blandas (qu < 50 Kp/cm2)	2 – 3 diámetros pilote
Rocas medias a duras (qu ≥ 50 Kp/cm2)	1 – 1,5 diámetros pilote

Hormigonado

- Después de realizarse la hinca o perforación de la entubación ésta se revisará y aprobará por el Director de Obra antes de verter el hormigón. Las armaduras longitudinales se asentarán sobre una ligera torta de hormigón y se dispondrán bien centradas y sujetas. En el hormigonado de los pilotes se pondrá el mayor cuidado en conseguir que el pilote quede en toda su longitud con su sección completa, sin vacíos, bolsadas de aire o agua, coqueras ni cortes o estrangulamientos. Tampoco se olvidará reducir al máximo el deslavado por segregación de los áridos. En ningún caso se admitirá la caída libre del hormigón. El pilote deberá ser vibrado en toda su altura.
- Las armaduras y la fabricación, transporte y puesta en obra del hormigón, se ajustarán a lo prescrito en los correspondientes Artículos del presente Pliego.
- Inmediatamente antes del comienzo del hormigonado se procederá a una limpieza muy cuidadosa del fondo de la entubación. Durante el hormigonado de los pilotes de entubación recuperable, se irá elevando dicha entubación, de modo que quede siempre un tapón de hormigón en el fondo de la misma, que impida la entrada del terreno circundante. Este tapón no deberá ser demasiado alto pues podría adherirse, por abovedamiento, a la entubación, ocasionando el corte del pilote y el terreno, por lo que la altura estará comprendida entre vez y media (1,5) y tres veces y media (3,5) el diámetro del pilote.
- Dicha altura deberá comprobarse, continuamente por medida directa y por comparación entre el volumen del hormigón colocado y el calculado para la altura hormigonada.
- En los pilotes de entubación recuperable el hormigonado se hará en seco o bien con el tubo lleno de agua, debiendo elegirse uno u otro procedimiento según la naturaleza del terreno. Será preferible el hormigonado con tubo lleno de agua en caso de que haya capas de terreno socavable, siendo necesario en este caso colocar el hormigón en obra por medio de una cuchara, tubo, bomba o cualquier artificio que dificulte su deslavado. Cuando no haya terrenos socavables será aconsejable el hormigonado en seco, que podrá conseguirse, aún en terreno de cierta permeabilidad, sellando inicialmente el fondo de la excavación con un hormigón muy seco.

- También puede recurrirse al empleo del aire comprimido, en cuyo caso será aceptable el hormigonado en seco en terrenos socavables. Si se emplea este procedimiento deberá procurarse que la presión de aire dentro del tubo no exceda sensiblemente a la presión hidrostática del agua contenida en el terreno para evitar un escape grande de aire a través del hormigón, lo que originaría el arrastre de la lechada.
- Se hormigonarán las cabezas hasta una altura superior a la del Proyecto en treinta centímetros (0,30 m.) que se demolerán después. El Contratista no percibirá ninguna compensación por este exceso de hormigonado ni por su demolición posterior.
- Si al efectuar la demolición se observa que los treinta centímetros (0,30 m.) no han sido suficientes para eliminar todo el hormigón deslavado y de mala calidad, se proseguirá la demolición reemplazando el hormigón demolido por hormigón nuevo bien adherido al anterior. Todas estas operaciones serán de cuenta del Contratista.
- El hormigonado de un pilote se hará, en todo caso, sin interrupción, de modo que entre la introducción de dos masas sucesivas no pase tiempo suficiente para la iniciación del fraguado. Si por alguna avería o accidente esta prescripción no se cumpliera, el Director de Obra decidirá si el pilote puede terminarse y considerarse válido o no. El pilote que haya sido rechazado por el motivo indicado habrá de ser rellenado, sin embargo, en toda su longitud abierta en el terreno, sin que el Contratista perciba pago alguno por ello. La parte de relleno, después de rechazado el pilote, podrá ejecutarse con hormigón pobre, pero su ejecución se hará con los mismos cuidados que si se tratara de un pilote que hubiera de ser sometido a cargas.

3.8.4.3.4.3 Control de ejecución de los pilotes hormigonados in situ.

La correcta ejecución del pilote, incluyendo la limpieza y en su caso el tratamiento de la punta son factores fundamentales que afectan a su comportamiento, y que deben tomarse en consideración para asegurar la validez de los métodos de cálculo.

Los pilotes ejecutados “in situ” se controlarán durante la ejecución, confeccionando un parte que contenga, al menos, los siguientes datos:

- Documento Básico SE-C Cimientos SE-C-57
  - Datos del pilote (Identificación, tipo, diámetro, punto de replanteo, profundidad, etc.);
  - Longitud de entubación (caso de ser entubado);
  - Valores de las cotas: del terreno, de la cabeza del pilote, de la armadura, de la entubación, de los tubos sónicos, etc.;
  - Tipos de terreno atravesados (comprobación con el terreno considerado originalmente);
  - Niveles de agua;
  - Armaduras (tipos, longitudes, dimensiones, etc.);
  - Hormigones (tipo, características, etc.);
  - Tiempos (de perforación, de colocación de armaduras, de hormigonado);
  - Observaciones (cualquier incidencia durante las operaciones de perforación y hormigonado).

Durante la ejecución se consideran adecuados los controles siguientes, según la norma UNE-EN 1536:2000 (tablas 6 a 11):

- Control del replanteo;
- Control de la excavación;
- Control del lodo;
- Control de las armaduras;
- Control del hormigón.

- En el control de vertido de hormigón, al comienzo del hormigonado, el tubo Tremie no podrá descansar sobre el fondo, sino que se debe elevar unos 20 cm para permitir la salida del hormigón.
- En los pilotes de barrena continua se consideran adecuados los controles indicados en la tabla 12 de la norma UNE-EN 1536:2000. Cuando estos pilotes se ejecuten con instrumentación, se controlarán en tiempo real los parámetros de perforación y de hormigonado, permitiendo conocer y corregir instantáneamente las posibles anomalías detectadas.
- Se pueden diferenciar dos tipos de ensayos de control:

- Ensayos de integridad a lo largo del pilote;
- Ensayos de carga (estáticos o dinámicos).

- Los ensayos de integridad tienen por objeto verificar la continuidad del fuste del pilote y la resistencia mecánica del hormigón.
- Pueden ser, según los casos, de los siguientes tres tipos:

- Transparencia sónica; (requieren instrumentación – tubos sónicos)
- Impedancia mecánica.
- Sondeos mecánicos a lo largo del pilote.

Además, se podrá realizar un registro continuo de parámetros en pilotes de barrena continua.

El número y la naturaleza de los ensayos se fijarán en el Pliego de condiciones del proyecto y se establecerán antes del comienzo de los trabajos. El número de ensayos no debe ser inferior a 1 por cada 20 pilotes, salvo en el caso de pilotes aislados con diámetros entre 45 y 100 cm que no debe ser inferior a 2 por cada 20 pilotes. En pilotes aislados de diámetro superior a 100 cm no debe ser inferior a 5 por cada 20 pilotes.

Tolerancias de ejecución.

Para pilotes hormigonados in situ se deben cumplir, salvo especificación en contra del Pliego de condiciones del proyecto, las siguientes tolerancias:

- Posición de los pilotes a nivel de la plataforma de trabajo

- e < emax = 0,1·Deq; para pilotes con Deq ≤ 1,5 m.
- e < emax = 0,15 m, para pilotes con Deq > 1,5 m.
- siendo Deq el diámetro equivalente del pilote.

- Inclinación

- i < imax = 0,02 m/m. para θ ≤ 4º
- i < imax = 0,04 m/m. para θ > 4º
- siendo θ el ángulo que forma el eje del pilote con la vertical.
- Para pilotes prefabricados hincados se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Posición de los pilotes a nivel de la plataforma de trabajo

- En tierra: e < emax = valor mayor entre el 15% del diámetro equivalente o 5 cm en agua: de acuerdo con las especificaciones definidas en el proyecto.

- Inclinación

- i < imax = 0,02 m/m. para θ ≤ 4º
- i < imax = 0,04 m/m. para θ > 4º
  siendo θ el ángulo que forma el eje del pilote con la vertical
- Cuando se requieran tolerancias más estrictas que las anteriores, se deben establecer en el Pliego de condiciones del proyecto, y, en cualquier caso, antes del comienzo de los trabajos.

- Para la medida de las desviaciones de ejecución se considerará que el centro del pilote es el centro de gravedad de las armaduras longitudinales, o el centro del mayor circulo inscrito en la sección de la cabeza del pilote para los no armados.

Ensayos de pilotes. Los ensayos de pilotes se pueden realizar para:

- Estimar los parámetros de cálculo;
- Estimar la capacidad portante;
- Probar las características resistente-deformacionales en el rango de las acciones especificadas;
- Eomprobar el cumplimiento de las especificaciones;
- Probar la integridad del pilote.

Los ensayos de pilotes pueden consistir en:

- Ensayos de carga estática;
- Ensayos de carga dinámica, o de alta deformación;
- Ensayos de integridad;
- Ensayos de control.

Los ensayos de carga estática podrán ser:

- Por escalones de carga.
- A velocidad de penetración constante.

Los ensayos de integridad podrán ser:

- Ensayos de eco o sónicos por reflexión y por impedancia, o de baja deformación;
- Ensayos sónicos por transparencia, o cross-hole sónicos.

Los ensayos de control podrán ser:

- Con perforación del hormigón para obtención de testigos;
- Con inclinómetros para verificar la verticalidad del pilote.

- Conviene que los ensayos de carga estática y dinámica no se efectúen hasta después de un tiempo suficiente, que tenga en cuenta los aumentos de resistencia del material del pilote, así como la evolución de la resistencia de los suelos debida a las presiones intersticiales.
- Para edificios de categoría C-3 y C-4, en pilotes prefabricados, se considera necesaria la realización de pruebas dinámicas de hinca contrastadas con pruebas de carga.

Pruebas de carga:

Al efectuar las pruebas de carga se seguirán las instrucciones del Director de Obra, que habrá de indicar el número y la forma en que aquéllas se han de realizar, tanto en los pilotes de prueba como en los pilotes de trabajo.

Como el ensayo de carga originará en el pilote de prueba su rotura o asentamiento, dicho pilote no podrá ejecutarse en la misma zona de cimentación, pero sí en sus proximidades, debiendo estar en iguales condiciones en lo que se refiere a características del suelo y de profundidad que los pilotes definitivos.

En obras de fábrica importantes habrán de llevarse a cabo, en lo posible, dos pruebas de carga sobre pilotes de prueba. En este caso, la distancia que debe existir entre ambos pilotes probados no deberá ser inferior a tres metros (3 m.). Durante el tiempo que duren las pruebas de carga no podrá haber ninguna clase de trepidaciones ni las producidas por el tráfico, maquinaria o trabajos de hinca. No se realizará más de una prueba a la vez.

En la prueba habrá de tenerse muy en cuenta el que la sobrecarga coincida con el eje del pilote y que durante el asentamiento no oscile dicha carga para evitar que bascule.

- La realización de pruebas de carga y el estudio de los resultados se harán según DIN 1.054.
- El importe de los pilotes de prueba y de los ensayos sobre ambos tipos de pilotes, se consideran incluidos en los gastos de ensayo.
- En el caso de que las pruebas de carga sobre pilotes de trabajo produjesen asientos excesivos o cuando la ejecución de un pilote de trabajo fuese defectuosa por negligencia del Contratista, el Director de Obra podrá ordenar la ejecución de tres pruebas de carga suplementarias sobre pilotes de trabajo por cada pilote defectuoso que se haya encontrado o se vaya encontrando, debiendo limitarse estas pruebas suplementarias a aplicar sobre el pilote una carga máxima del ciento treinta por ciento (130%) de la de trabajo. El coste de estas pruebas suplementarias, realizadas sobre pilotes de trabajo no serán abonados al Contratista, ni siquiera deducidos de los gastos de ensayo.

3.8.4.3.4.4 Control de calidad

Control de vertido para los muros pantalla

PARAMETRO	METODO O ENSAYO	FRECUENCIA
Tubos Tremie - Condiciones - Diámetro interior - Dimensiones exteriores - Composición (longitud en cada tramo)	Inspección visual y mediciones	En cada tubo antes o durante la instalación
Tubería Tremie - Composición (longitud en cada tramo) - Profundidad de instalación	Inspección visual y mediciones	En cada columna de tubería Tremie
Tubería Tremie - Numero de columnas por panel	Inspección visual	En cada panel
Colocación del elemento de separación entre el hormigón y el agua/lodo interior	Inspección visual	En cada panel
Cota de hormigonado	Mediciones	En cada panel, después del vertido de cada camión
Inmersión de la tubería Tremie	Mediciones	En cada panel, después del vertido de cada camión
Tiempos de hormigonado	Mediciones	En cada panel
Volumen total del Hormigón	Mediciones	En cada panel
Relleno de la perforación sin hormigonar	Inspección visual	En cada panel
Coronación del panel después del hormigonado	Inspección visual	En cada panel
Extracción de juntas - Procedimiento de extracción - Tiempo transcurrido desde el final del hormigonado	Inspección visual y mediciones	En cada panel y junta

Registros de Control

Información		Pilotes entubados	Pilotes con lodos	Pilotes con barrena continua	Muros pantalla
1	Información sobre las actividades anteriores al vertido de hormigón				
	1.1 Profundidad de la perforación	X	X	X	X
	1.2. Posición del nivel freático	X	X	X	X
	1.3. Características del lodo antes de hormigonar	-	X	-	(x)
	1.4. Profundidad del entubado	X	-	-	-
	1.5. Detalles de la armadura: longitud total, posición y peso de cada uno de los tramos que la componen	X	X	X	X
2	Información sobre la puesta en obra del hormigón				
	2.1. Hora de llegada de cada cuba	X	X	-	X
	2.2. Volumen vertido por cada cuba	X	X	-	X
	2.3. Retrasos entre cubas	X	X	-	X
	2.4. Cota superior del hormigón después del vertido de cada cuba	X	X	-	X
	2.5. Profundidad de la tubería Tremie después del vertido de cada cauba	X	X	-	X
	2.6. Volumen total del vertido	X	X	X	X

Control de la cimentación terminada. Ensayos de integridad

Si la Dirección de Obra, lo estima oportuno o así estuviese recogido en el proyecto de ejecución, podrán realizarse ensayos de integridad de las pantallas. En este caso el método a aplicar será el de Transparencia Sónica (que queda descrito en el capítulo de pilotes). Dichos ensayos deberán estar correctamente planificados, identificando el número y ubicación en los que van a ser ejecutados previo al inicio de la ejecución de las pantallas, debido a que requieren de la instalación de tubos auxiliares (tubos sónicos) previo al hormigonado.

Ensayos de extracción de testigos y ensayos no destructivos del hormigón

Los ensayos de control con perforación del hormigón para obtención de testigos, son considerados por la Instrucción EHE como ensayos de información complementaria del hormigón. Su objeto es estimar la resistencia del hormigón de una parte determinada de la obra por circunstancias especiales. El método permite también la observación por televisión de la perforación del testigo y ensayo sónico entre dos perforaciones de testigos.

Solo son preceptivos cuando lo contemple el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o cuando sí lo exija la Dirección Facultativa en alguna de las siguientes circunstancias.

- Cuando se detecta una anomalía en los ensayos de integridad
- Cuando se haya producido un incumplimiento al aplicar los criterios de aceptación
- Cuando no se dispone de suficiente número de resultados de control
- Cuando existan dudas razonables sobre las condiciones de ejecución de obra posteriores a la fabricación de las probetas (transporte interno de obra, vertido y compactación del hormigón)

Para seguir el progresivo desarrollo de resistencia en hormigones jóvenes, estimando así el momento idóneo para realizar la excavación o la puesta en carga de elementos estructurales

En estructuras con síntomas de deterioro o que han estado sometidas a determinadas acciones que podrían haber afectado a su capacidad resistente (sobrecargas excesivas, fuego, heladas, etc.)

Por solicitud de cualquiera de las partes, cuando tengan dudas justificadas sobre la representatividad de los resultados obtenidos en el control experimental a partir de probetas de hormigón fresco.

En el caso de que se trate de la obtención de testigos por incumplimiento en el criterio de aceptación de un lote a partir de los resultados del control de resistencia, se procede como se describe a continuación, a instancias de la Dirección Facultativa;

- Deben realizarse ensayos, al objeto de comprobar si la resistencia característica del hormigón real de la estructura se corresponde con la especificada en el proyecto. Dichos ensayos serán realizados por un laboratorio acordado por las partes.
- En el caso de que los ensayos de información confirmen los resultados obtenidos en el control, la Dirección Facultativa encargará la realización de un estudio específico de la seguridad de los elementos afectados por el hormigón del lote sometido a aceptación, en el que se compruebe que es admisible el nivel de seguridad que se obtiene con los valores de resistencia del hormigón realmente colocado en la obra. Para ello, deberá estimarse la resistencia característica del hormigón a partir de los resultados del control o, en su caso, a partir de ensayos de información complementaria.
- En su caso, la Dirección Facultativa podrá ordenar el ensayo del comportamiento estructural del elemento realmente construido, mediante la realización de pruebas de carga.

Si fuese preciso la realización de alguno de estos ensayos, el coste será íntegramente por cuenta del contratista.

En lo que hace referencia a la gestión de los lodos generados durante la ejecución de los pilotes in-situ se deberá cumplir con los requisitos recogidos en el artículo 3.01, en el que se establecen las pautas mínimas que el contratista debe cumplir.

3.8.4.3.5 Pilotes prefabricados

3.8.4.3.5.1 Materiales

- El tipo de hormigón a emplear será el determinado en el proyecto y, en cualquier caso, la dosificación del cemento no será inferior a trescientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (350 Kg/m3), ni el tamaño máximo del árido grueso superior a veinticinco milímetros (0,25 m.), salvo prescripción contraria. Para la fabricación y moldeo del hormigón necesario para estos pilotes, se estará a lo prescrito en los correspondientes Artículos del P.C.T.P.
- Se emplearán encofrados metálicos, suficientemente robustos para que las caras del pilote queden bien planas y lisas. El hormigonado se hará de una sola vez y sin interrupciones. Se cuidará especialmente que las armaduras queden bien fijas, de modo que el recubrimiento sea, en todo caso, el especificado en los Planos. La compactación se hará por vibración.
- La playa o plataforma sobre la cual se hormigonen los pilotes estará pavimentada con hormigón perfectamente liso y plano, y se comprobará que la resistencia del terreno es tal, que no puedan producirse asientos que originen esfuerzos superiores a los que pueda resistir el pilote durante su período de endurecimiento. Esto habrá que tenerlo especialmente en cuenta cuando se hormigón en varias capas de pilotes sobrepuestas y la carga producida sobre el terreno pueda llegar a ser importante.

- Las superficies de hormigón que puedan quedar en contacto con el pavimento de la playa, tales como las de la cara inferior de los pilotes, se pintarán con sustancias separadoras adecuadas o se interpondrán una capa de papel, de modo que no sean precisos esfuerzos para arrancar los pilotes de su lugar de hormigonado.
- Cada pilote, se marcará con un número de identificación, la fecha de su hormigonado y su longitud.
- Se tomarán las precauciones usuales para un curado conveniente, el cual se prolongará lo necesario para que los pilotes adquieran la resistencia precisa para su transporte e hinca. Si los pilotes hubieran de ser hincados en terrenos agresivos, el período de curado no podrá ser inferior a veintiocho días (28 d.). En este caso, los pilotes habrán de protegerse con una pintura protectora adecuada.
- Si es necesario empalmar barras de la armadura longitudinal, no deberán coincidir varios empalmes en la misma sección transversal del pilote. La punta del pilote, en una longitud mínima de treinta centímetros (0,30 m.) estará protegida por un azuche de hierro o acero moldeado, el cual estará soldado a las armaduras longitudinales y suplementarias de refuerzo.

3.8.4.3.5.2 Ejecución de las obras

- Las mazas empleadas pueden ser de caída libre o bien de simple o doble efecto. En el caso de pilotes de hormigón armado, pueden emplearse mazas que pesen aproximadamente la mitad (1/2) que el pilote, pero no conviene, para excesivos daños en la cabeza del pilote, que el peso de la maza sea menor que el de una longitud de pilote igual a diez metros (10 m.). Para evitar los mencionados daños, será preferible emplear una maza pesada, limitando en cambio una altura de caída, la cual no deberá exceder nunca, en la hinca de pilotes de hormigón armado, de un metro con veinticinco centímetros (1,25 m.). Las mazas de doble efecto no se usarán, en general, para la hinca de pilotes de hormigón armado.
- Los pilotes de hormigón armado precisarán, en cambio, de un sombrerete de acero, que tenga una almohadilla de un material de cierta elasticidad (madera dura, cartón embreado, cáñamo trenzado o cualquier otro material análogo). El espesor de esta almohadilla no deberá ser excesivo para no rebajar demasiado la eficacia del golpe de la maza.
- La lanza de agua o inyección de agua a presión durante la hinca podrá emplearse en los casos en que sea difícil o imposible alcanzar la profundidad de hinca fijada en los Planos, por tener que atravesar capas de terreno firme. La lanza de agua deberá emplearse tan sólo con permiso escrito del Director de Obra y se aplicará con presiones y caudales no excesivos, para evitar daños en construcciones o pavimentos vecinos.
- El empleo de la lanza de agua se suspenderá antes de la terminación de la hinca, que debe siempre acabarse por el procedimiento ordinario. También se suspenderá si el pilote empieza a torcerse, por producirse una perturbación excesiva del terreno.
- Los pilotes prefabricados se hincarán hasta la profundidad especificada en los mismos. En este último caso, si no se especifica otra cosa en el P.C.T.P., no se podrá proseguir la hinca, aunque no se hubiera llegado a la indicada profundidad, cuando el rechazo llegue a ser tan pequeño que la solicitación producida por el impacto de la maza sea capaz de dañar el pilote. Este rechazo mínimo será el correspondiente a una carga sobre el pilote, igual a vez y media (1,5) la que podría resistir como columna, sin contar el pandeo, con los coeficientes de seguridad normalmente aceptados. El cálculo de este rechazo se hará por una fórmula de hinca escogida entre las normalmente aceptadas y, si fuera posible, con alguno que haya sido comprobado mediante ensayos de carga en el lugar de la obra.
- En el caso de hinca de grupos cerrados de pilotes se comenzará hincando las filas centrales, siguiendo después hacia las exteriores.
- El Contratista confeccionará un parte de hinca, de cada pilote, en el que figurará, al menos:

- Su posición.
- Número de identificación.
- Maza empleada.
- Horas de comienzo y terminación de la hinca.
- Longitud total hincada.
- Rechazo obtenido en las últimas dos andadas de diez (10) golpes cada una, con la altura de caída correspondiente o bien, si se trata de mazas de doble efecto, el número de golpes por minuto.

- Se especificará también el sombrerete usado y cualquier incidente ocurrido durante la hinca.
- Los pilotes que se hayan roto durante la hinca no serán aceptados. Serán particularmente sospechosos de haberse roto los pilotes que, habiendo llegado a dar un rechazo muy pequeño, comienzan súbitamente a dar un rechazo mucho mayor.
- Los pilotes rotos podrán ser extraídos y sustituidos por otros hincados en el mismo lugar, si la extracción es completa. En otros casos, podrán ser sustituidos por otro u otros dos pilotes hincados en sus proximidades, variando, si conviene, la forma y armaduras del encepado. La sustitución será siempre sometida a la previa aprobación del Director de Obra.
- Los pilotes mal hincados, por falta de precisión en su posición o inclinación podrán ser sustituidos como un pilote roto, o bien podrán ser aceptados, a juicio del Director de Obra, modificando, en su caso, el encepado.
- Si por causa de una obstrucción subterránea un pilote no pudiera hincarse hasta la profundidad especificada en los Planos, el Contratista deberá intentar proseguir la hinca con los medios que prescriba el Director de Obra, tales como rehinca o lanza de agua; si a pesar de ello el pilote no pudiera hincarse, se le abonará como si lo hubiera hincado.
- En el caso de que los pilotes hayan de ser recrecidos después de su hinca parcial, el hormigonado de la sección recrecida se hará con moldes que aseguren una alineación lo más perfecta posible entre las dos secciones. Las armaduras se empalmarán por solape, siendo preferible, en los casos en que así pueda hacerse, la soldadura a tope.
- El período de curado de la sección recrecida no será menor de veintiocho días (28 d.).
- En el caso de pilotes compuestos por varias secciones que se vayan empalmando a medida que se hinquen, la resistencia a compresión del pilote no se considerará superior a la resistencia de la mencionada junta, la cual estará dispuesta de modo que asegure una perfecta alineación entre las diversas secciones.
- Después de la hinca se demolerán las cabezas de los pilotes de hormigón armado, hasta dejarlas al nivel especificado y, en todo caso, en una longitud suficiente para sanear todo el hormigón que pueda haber quedado resentido por el golpe de la maza, estimándose esta longitud, cuando menos, en medio metro (0,5 m.). La demolición se hará con cuidado para no dañar el hormigón restante.
- En el caso de utilizar pilotes de prueba deberán situarse en un punto lo más próximo posible al de los pilotes de trabajo, pero a una distancia mínima de la mitad (1/2) de la longitud del pilote de aquellos. Durante su hinca se registrará el rechazo obtenido en cada andanada desde el comienzo de la operación.
- Igualmente, el Director de obra podrá ordenar la rehinca de algunos pilotes de prueba, algún tiempo después de ejecutada la hinca primitiva.
- La prueba de carga hasta el hundimiento se efectuará cargando el pilote por medio de gatos o lastre.
- Para determinar la aceptabilidad de la cimentación, se calculará la influencia de los asientos probables, deducidos de las pruebas, en la superestructura.
- Siempre que existan dudas sobre las condiciones de resistencia de alguno de los pilotes de trabajo, el Director de Obra podrá ordenar la ejecución de pruebas de carga sobre los mismos, no excediendo la carga máxima del ciento veinticinco por ciento (125%) de la carga de trabajo.

Tolerancias en la posición de los pilotes

- Si no se especifica otra cosa en el P.C.P., los pilotes deberán quedar hincados en una posición que no difiera en más de cinco centímetros (0,05 m.) para los grupos de dos (2) pilotes conjuntamente acepados y más de quince centímetros (0,15 m.) para los grupos de más de dos (2) pilotes, de la señalada en los Planos y con una inclinación tal que la desviación de un extremo respecto a la prevista no sea mayor del tres por ciento (3%) de la longitud del pilote.
- En el caso de que se trate de pilotes cuya punta deba descansar sobre un estrato muy resistente (por ejemplo roca), se vigilará, mediante una cuidadosa nivelación, que la hinca de unos pilotes no produzca la elevación de los ya hincados, lo cual podría ocasionar que éstos perdieran el contacto con el mencionado estrado. Si así fuera se procederá a rehincar los pilotes hasta asegurar el mencionado contacto

3.8.4.3.5.3 Control de ejecución de los pilotes prefabricados hincados.

- Los controles de todos los trabajos de realización de las diferentes etapas de ejecución de un pilote se deben ajustar al método de trabajo y al plan de ejecución establecidos en el proyecto.
- Se deben controlar los efectos de la hinca de pilotes en la proximidad de obras sensibles o de pendientes potencialmente inestables. Los métodos pueden incluir la medición de vibraciones, de presiones intersticiales, deformaciones y medición de la inclinación. Estas medidas se deben comparar con los criterios de prestaciones aceptables.
- La frecuencia de los controles debe estar especificada y aceptada antes de comenzar los trabajos de hincado de los pilotes.
- Los informes de los controles se deben facilitar en plazo convenido y conservarlos en obra hasta la terminación de los trabajos de hincado de los pilotes.
- Todos los instrumentos utilizados para el control de la instalación de los pilotes o de los efectos derivados de esta instalación deben ser adecuados al objetivo previsto y deben estar calibrados.
- Debe reseñarse cualquier no conformidad.
- Se debe registrar la curva completa de la hinca de un cierto número de pilotes. Dicho número debe fijarse en el Pliego de condiciones del proyecto.
- De forma general se debe reseñar:
  - sobre las mazas: la altura de caída del pistón y su peso o la energía de golpeo, así como el número de golpes de la maza por unidad de penetración;
  - sobre los pilotes hincados por vibración: la potencia nominal, la amplitud, la frecuencia y la velocidad de penetración;
  - sobre los pilotes hincados por presión: la fuerza aplicada al pilote.
  - Cuando los pilotes se hinquen hasta rechazo, se debe medir la energía y avance.
  - Si los levantamientos o los desplazamientos laterales son perjudiciales para la integridad o la capacidad del pilote, se debe medir, respecto a una referencia estable, el nivel de la parte superior del pilote y su implantación, antes y después de la hinca de los pilotes próximos o después de excavaciones ocasionales.
  - Los pilotes prefabricados que se levanten por encima de los límites aceptables, se deben volver a hincar hasta que se alcancen los criterios previstos en el proyecto en un principio (cuando no sea posible rehincar el pilote, se debe realizar un ensayo de carga para determinar sus características carga-penetración, que permitan establecer las prestaciones globales del grupo de pilotes).
  - No se debe interrumpir el proceso de hinca de un pilote hasta alcanzar el rechazo previsto que asegure la resistencia señalada en el proyecto. En suelos arcillosos, y para edificios de categoría C-3 y C-4, debe comprobarse el rechazo alcanzado, transcurrido un periodo mínimo de 24 horas, en una muestra representativa de pilotes

3.8.4.3.6 Mediciones y abono

Los pilotes ejecutados in situ se abonarán por metros (m.) de pilote útil medidos en el terreno como suma de las longitudes de cada uno de ellos, desde la punta hasta la rasante del terreno previamente a que se inicie la excavación.

En su abono, se distinguirán las siguientes unidades:

Ml de perforación de pilote para terrenos distintos a la roca (en función del diámetro). La unidad incluirá:

- Preparación de plataformas de trabajo necesarias, salvo las previamente definidas como de abono.
- Ejecución y demolición posterior de los muretes guía y retirada dentro de la propia obra.
- Perforación (en base a los diferentes diámetros) en cualquier tipo de terreno, excepto roca.
- El empleo de Camisa extraíble si fuese necesaria.
- El empleo de lodos bentoníticos e instalaciones en obra para el reciclado y tratamiento de los mismos.
- Limpieza y Retirada de los materiales sobrantes de la excavación y acopio dentro de la propia obra.
- Controles y ensayos a realizar en el pilote.
- Todas las operaciones para las que no se haya establecido criterio de medición y abono.

Ml de perforación de pilote en roca o bien de pilote secundario perforado en hormigón y requiera el uso de cabeza de roca en su ejecución (en función del diámetro) medido desde la aparición de la roca sana hasta la profundidad de empotramiento marcada en el proyecto. La unidad incluirá:

- Limpieza del fondo de la excavación.
- Preparación de apoyo con gravilla limpia y de gradación uniforme equivalente a unos quince centímetros (0,15 m.) de altura dentro del taladro, para formar un apoyo firme del pilote.
- Preparación de plataformas de trabajo necesarias, salvo las previamente definidas como de abono.
- Ejecución y demolición posterior de los muretes guía y retirada dentro de la propia obra.
- Perforación (en base a los diferentes diámetros).
- El empleo de Camisa extraíble si fuese necesaria.
- El empleo de lodos bentoníticos e instalaciones en obra para el reciclado y tratamiento de los mismos.
- Limpieza y Retirada de los materiales sobrantes de la excavación y acopio dentro de la propia obra.
- Los aditivos que precise el hormigón para su correcta trabajabilidad y puesta en obra.
- Controles y ensayos a realizar en el pilote.
- Todas las operaciones para las que no se haya establecido criterio de medición y abono.

Serán de abono independiente:

- Traslado montaje e implantación de equipos en obra y su posterior retirada.
- Traslado de equipos entre tajos que requieran uso de góndola.
- Hormigonado de pilote (con la cubicación en base a los diferentes diámetros y características del hormigón definidas en cada proyecto) incluido el hormigón y todos los medios necesarios para su puesta en obra. Estará incluido el exceso de hormigón para el descabezado y el abono será desde fondo de excavación a la cota inferior del encepado, conforme cubicación teórica. Están incluidos los aditivos que precise el hormigón para su correcta trabajabilidad y puesta en obra.
- Suplemento por ml de perforación (en base a los diferentes diámetros) Para rocas de dureza extrema, bolos, escorias... que requieran para su paso el empleo de trepano o widia, en los que se haya hecho uso de los mismos.
- Armadura colocada en el pilote, medida en kg.

- Descabezado, limpieza, preparación de las armaduras y retirada de sobrantes, hasta punto de acopio en obra.
- Uso de camisa perdida, medido en kg de acero.
- Carga, transporte y canon de vertido del material de excavación y del procedente del descabezado y demolición de muretes guía (residuos)
- Retirada, transporte y canon de vertido de los lodos finales.
- Ejecución de los encepados.
- Tubos sónicos para realizar ensayos de integridad.
- Inclinómetros, si fuese precisa su instalación.

Todos los ensayos y pruebas de los pilotes serán con cargo a gastos de ensayo. Las pruebas en los pilotes serán a cargo del ADJUDICATARIO si su realización se produce por dudas en su validez, como consecuencia de un trabajo defectuoso o por causas que le sean imputables.

- No serán de abono los elementos o trabajos auxiliares, tales como sombreretes, azuches, plataformas o islas de trabajo, etc.

Las cimentaciones por pilotes prefabricados se abonarán por metros (m.) de pilote útil medidos en el terreno como suma de las longitudes de cada uno de ellos, desde la punta hasta la cara inferior del encepado. No será de abono directo por considerarse incluido en el precio unitario la demolición de las cabezas ni el hormigonado de la parte demolida.
Las pruebas de carga en los pilotes de trabajo serán a cargo del ADJUDICATARIO si su realización se produce por dudas en su validez, como consecuencia de un trabajo defectuoso o por causas que le sean imputables. En caso contrario serán con cargo a gastos de ensayo.

3.8.4.4 Micropilote

3.8.4.4.1 Definición, clasificación y alcance.

Se define como micropilote el realizado mediante una perforación del terreno de diámetro no superior a 300 mm en los que se introduce la armadura con tubería de acero reforzada a veces con una o varias barras corrugadas, e inyectado con lechada o mortero de cemento en una o varias fases. Si bien hay otros tipos de micropilotes, no son objeto de este documento.

Clasificación

Los micropilotes objeto de este pliego pueden clasificarse atendiendo, fundamentalmente, a los siguientes aspectos:

- Según la forma de transmisión de los esfuerzos al terreno:
  - Individualmente como cimentación profunda, a través del fuste y la punta
  - Como grupo, actuando sobre una determinada zona del terreno.
- Según el tipo de solicitación dominante a la que están sometidos:
  - Esfuerzos axiles de compresión o tracción (normalmente en obras de cimentación)
  - Momentos flectores y esfuerzos cortantes (normalmente en obras de estabilización de laderas, contención de tierras, paraguas en túneles, etc.)
- Según el sistema de inyección de la lechada o mortero de cemento:
  - Los inyectados en una sola fase, también denominados de inyección única global (IU)
  - Los reinyectados hasta dos veces a través de tubos o circuitos con válvulas antirretorno, también denominados de inyección repetitiva (IR)

- Los reinyectados varias veces a través de tubos-manguito desde el interior de la tubería de armadura, en toda la longitud del micropilote o en parte, también denominados de inyección repetitiva y selectiva (IRS)

Recomendaciones sobre la idoneidad

El proceso de inyección tiene por objeto garantizar el contacto y la transmisión de esfuerzos entre la armadura tubular y el terreno. El sistema de inyección más adecuado a cada caso, deberá elegirse en función del terreno atravesado, entre otros aspectos.

A continuación se formulan algunas recomendaciones genéricas acerca de la posible adecuación del uso de unos u otros tipos de inyección, que deben considerarse únicamente a título orientativo.

- Los micropilotes del tipo IU suelen ser los más adecuados en rocas más o menos sanas, suelos cohesivos muy duros y suelos granulares.
- Los del tipo IR se emplean generalmente en rocas blandas y fisuradas y en materiales granulares gruesos y de compacidad media.
- Los del tipo IRS, que permiten efectuar una inyección más controlada, se recomiendan en suelos cohesivos (salvo los muy duros), suelos de consistencia baja o media y especialmente en suelos granulares en los que se intenta formar un bulbo.

No obstante lo anterior, cada caso precisa una definición específica de la tipología a utilizar, que será función, además, de la capacidad requerida para el mismo y que el proyecto deberá evaluar de modo expreso.

CLASIFICACION DE LOS MICROPILOTES SEGÚN LA NORMA EN 14199

Clasificación de los Micropilotes Perforados

MÉTODO DE PERFORACIÓN	TIPO DE ARMADURA	MÉTODO DE INYECCIÓN	MATERIAL DE INYECCIÓN O RELLENO	OPCIONES
Perforación por rotación Perforación por rotopercusión	Jaula de armadura (barras corrugadas)	Inyección por gravedad u hormigonado	Lechada, mortero u hormigón	Entubación
		En una fase, con entubación provisional	Lechada o mortero	---
	Perfil tubular u otro perfil estructural	Inyección por gravedad u hormigonado	Lechada, mortero u hormigón	Entubación
		En una fase a través de: Entubación provisional Armadura tubular Tubo – manguito	Lechada	---
		En varias fases a través de: Tubo - manguito Válvulas especiales Tubos de postinyección	Lechada	Punta ensanchada
		Inyección durante la perforación	Lechada	Inyección en varias fases a través de la propia armadura

MÉTODO DE PERFORACIÓN	TIPO DE ARMADURA	MÉTODO DE INYECCIÓN	MATERIAL DE INYECCIÓN O RELLENO	OPCIONES
	Entubación permanente (con o sin jaula de armadura)	Inyección por gravedad u hormigonado	Lechada, mortero u hormigón	Punta ensanchada
Hélice continua	Junta de armadura Elemento portante	Hormigonado a través del alma hueca de la barrena	Lechada, mortero u hormigón	---

Clasificación de los Micropilotes No Perforados

Prefabricados	Hormigón armado	Maciza	Inyección del fuste
	Acero o fundición	Tubo con extremos abiertos	Inyección del fuste
		Tubo con un extremo cerrado	Inyección por gravedad u hormigonado con o sin inyección del fuste
		Perfiles	Inyección del fuste
Hormigonados in situ	Entubación provisional	Jaula de armadura	Inyección por gravedad u hormigonado
			Inyección en una fase a través de la entubación
		Perfil tubular u otro perfil estructural	Inyección por gravedad u hormigonado
			En una fase a través de: Entubación Armadura tubular Tubo – manguito
			En varias fases a través de: Tubo - manguito Válvulas especiales Tubos de postinyección
	Entubación permanente	Jaula de armadura	Hormigonado, con o sin ensanchamiento de la punta

Principales Aplicaciones

Las aplicaciones más usuales de los micropilotes en obras de carretera son las que se indican en este apartado; así, en lo sucesivo, se estudiará el empleo de los micropilotes como:

- Estructuras de cimentación: pueden emplearse tanto en obra nueva como en recalces, reparaciones, etc.... de estructuras preexistentes:

- Obras de nueva planta: su campo de aplicación fundamental son las estructuras con espacio de trabajo reducido o acceso complicado, los terrenos difíciles de perforar por intercalación de niveles rocosos, bolos o bloques de grandes dimensiones, etc. Los micropilotes transmiten las cargas de manera menos concentrada y más uniforme que los pilotes, pudiendo suponer una ventaja en determinadas circunstancias, como por ejemplo en zonas constituidas por roca alterada, etc.
- Obras de reparación, refuerzo, rehabilitación, mejora o recalce de estructuras preexistentes: incluye la remodelación de aquellas que presentan incrementos de las solicitaciones, la actuación frente a determinadas patologías geotécnicas, etc.

- Estructuras de contención o sostenimiento del terreno: normalmente se disponen formando alineaciones o grupos numerosos con varias inclinaciones, se encepan en cabeza y se acompañan de anclajes u otras unidades de obra. Se sitúan en un mismo plano (generalmente vertical) o formando abanico.
- Estabilización de taludes o laderas: se disponen formando alineaciones o grupos numerosos con varias inclinaciones y se encepan en cabeza, pudiendo ir acompañados de anclajes u otras unidades de obra. Producen una mejora del coeficiente de seguridad global de los taludes o laderas por incremento de la resistencia al corte de las mismas, evaluada según potenciales superficies de rotura, que comprenden secciones transversales a la alineación de micropilotes
- Paraguas de sostenimiento: ejecutados como sostenimiento del terreno en la excavación de túneles, normalmente antes de la fase de avance, bien con carácter general en toda una obra, en emboquillas, zonas de especial dificultad, etc.
- Mejora del terreno: pretenden el aumento de la capacidad de soporte global de una masa de terreno y la reducción de asientos de las estructuras, cimentadas posteriormente sobre el mismo.

3.8.4.4.2 Materiales

Armaduras

Salvo indicación en contra por parte de la Dirección de la Obra, los micropilotes se perforarán con diámetros no superiores a 300 mm, realizándose el armado con un tubo de acero, pudiendo estar completada con una o varias barras corrugadas de acero, situadas en su eje, o dispuestas entorno al mismo.

La armadura de los micropilotes estará constituida por un tubo de acero estructural, pudiendo estar complementada por una o varias barras corrugadas de acero situadas en su eje, o dispuestas en torno al mismo.

El acero de la armadura tubular deberá cumplir la designación N-80 de EN ISO 11960.

Según el proceso de fabricación empleado, la armadura tubular deberá cumplir lo especificado en una de las dos normas siguientes, según el caso de que se trate:

- UNE EN 10210. Perfiles huecos para construcción, acabados en caliente, de acero no aleado de grano fino.
- UNE EN 10219. Perfiles huecos para construcción, conformados en frio, de acero no aleado y de grano fino.

Salvo que la Dirección de las obras lo apruebe expresamente, no se reutilizarán, como armaduras tubulares, perfiles procedentes de campañas petrolíferas, sondeos, o cualquier otra aplicación. Para la armadura constituida por barras corrugadas de acero, se estará a lo dispuesto en el artículo 240 del Pliego de Prescripciones Técnicas General para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) y en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

Los límites elásticos de los aceros de las barras corrugadas serán los que figuran en la EHE.

Respecto al posible uso de barras en alto limite elástico, se estará a lo especificado al respecto en la EHE para barras de pretensado.

Los empalmes en las armaduras tubulares se efectuarán por soldadura o por roscado; en las barras corrugadas serán de tipo mecánico, cualquier otro tipo de empalme habrá de considerarse como excepcional, debiendo justificarse expresamente en el proyecto.

En el caso de que se empleen aceros laminados en las conexiones con las estructuras a recalzar, encepados o vigas riostras, estos deberán cumplir lo especificado en UNE EN 10025 y UNE EN 10113

3.8.4.4.3 Lechadas y Morteros de Cemento

Consideraciones Generales

El cemento para la fabricación de lechadas y morteros cumplirá lo especificado en las vigentes instrucciones para la Recepción de Cementos (RC), Hormigón Estructural (EHE) y artículo 202 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

Los cementos a utilizar para las lechadas y morteros de cemento serna los especificados por la EHE para cimentaciones de hormigón armado y su clase resistente será al menos 42,5 N. En caso de existir sustancias agresivas en el terreno, el cemento a utilizar deberá ser resistente al ataque de las mismas.

El agua de amasado y los aditivos deberán cumplir asimismo las especificaciones de la EHE

Se definen las lechadas como mezclas de cemento, agua y aditivos en su caso. Asimismo se denominan también lechadas, aquellas mezclas que incluyan la adición de polvo mineral o arena de tamaño inferior a dos milímetros (2mm) en cantidad, inferior en peso, a la total de cemento de la mezcla. Las mezclas que incluyan áridos que superen las limitaciones anteriores de tamaño máximo o de peso total, serán consideradas como morteros.

Lechadas de Cemento

La resistencia característica a compresión de la lechada a utilizar en micropilotes debe cumplir:

- A veintiocho días de edad (28 d) será superior o igual a veinticinco megapascales ($f_{ck} \geq 25$ MPa)
- A siete días de edad (7 d) será superior o igual que el sesenta por ciento de la requerida a los veintiocho días ($f_{ck,7} \geq 0{,}6\, f_{ck}$)

Los ensayos para determinar la resistencia de la lechada se efectuarán con probetas cilíndricas fabricadas, curadas y ensayadas a compresión, sean la normativa indicada en la EHE para el control de la resistencia del hormigón.

Respecto a su dosificación, las lechadas de cemento deberán presentar alta resistencia y estabilidad, ser fácilmente bombeables y alcanzar la resistencia a compresión requerida.

La relación agua/cemento, en peso, deberá mantenerse aproximadamente entre cuarenta y cincuenta y cinco centésimas ($0{,}40 \leq a/c \leq 0{,}55$). En caso de que sea necesario recurrir a lechadas con relaciones agua/cemento por debajo de cuarenta centésimas ($a/c<0{,}40$), normalmente deberán agregarse aditivos a las mismas para permitir que se puedan bombear de forma adecuada.

La exudación de la lechada, determinada según se indica en la EHE, será menor o igual que el tres por ciento (3%) en volumen, transcurridas dos horas (2h) desde la preparación de la mezcla.

Morteros de cemento

La resistencia característica a compresión a veintiocho días (28 d) de los morteros de cemento a utilizar en micropilotes, será superior o igual a veinticinco megapascales ($f_{ck} \geq 25$ MPa).

Los ensayos para determinar la resistencia del mortero se efectuarán con probetas cilíndricas fabricadas, curadas y ensayadas a compresión a veintiocho (28 d) de edad según la normativa indicada en la EHE para el control de la resistencia del hormigón.

Respecto a su dosificación, los morteros deberán presentar un contenido mínimo de cemento de trescientos setenta y cinco kilogramos por metro cubico (375 kg/m3) salvo especificación expresa del proyecto.

Su relación agua/cemento, en peso, deberá ser inferior a sesenta centésimas (a/c < 0,60) y la distribución granulométrica del árido a emplear deberá cumplir:

$D_{85} \leq 4$ mm.

$D_{100} \leq 8$ mm.

Donde D_x : Tamiz por el que pasa el x% de la muestra.

La arena de los morteros deberá cumplir las especificaciones recogidas en la EHE, estar limpia y seca, y normalmente no contener partículas que pasen por el tamiz 0,16 UNE. Las arenas rodadas, en general, mejoran la inyectabilidad de la mezcla.

3.8.4.4.4 Protección contra la corrosión

Consideraciones generales

Las armaduras de los micropilotes y el resto de elementos metálicos de los mismos, como por ejemplo los de unión, deberán estar protegidos frente a la corrosión durante su vida útil.

El sistema de protección considerado se basa en la disposición de un recubrimiento mínimo de la armadura, mediante lechada o mortero de cemento y en la consideración de una reducción del espesor de acero debida a la corrosión.

Para micropilotes en ambientes agresivos, el proyecto podrá disponer protecciones adicionales, tales como:

- Uso de cementos y aceros especiales
- Recubrimientos superiores a los especificados en la tabla
- Protección catódica
- Entubación permanente en el tramo de terreno considerado como agresivo.
- Tratamiento superficial
- Otros sistemas

Recubrimiento mínimo

En las aplicaciones consideradas debe procurarse que las armaduras tubulares no actúen como sostenimiento de la perforación. Se recomienda que la punta de la armadura no apoye directamente sobre el fondo y que el recubrimiento mínimo entre armadura y terreno se materialice mediante centradores.

Los valores mínimos del recubrimiento se deberán tomar de la tabla siguiente, debiendo garantizarse, incluso en las secciones de empalme de las armaduras.

	LECHADA	MORTERO
COMPRESION	20	30
TRACCION	25	35

La diferencia entre el diámetro de perforación y el exterior de la armadura tubular, debe ser mayor o igual que el doble del recubrimiento previsto (D_p-$d_e \geq 2r$), si bien es recomendable que esta distancia sea algo mayor, en función del tipo de ejecución, de las características de los centradores empleados, etc.

3.8.4.4.5 Ejecución de las obras

OPERACIONES BASICAS.

La ejecución de un micropilote comprende normalmente la realización de las siguientes operaciones básicas:

- Perforación del taladro del micropilote
- Colocación de la armadura
- Inyección del micropilote
- Conexión con la estructura o con el resto de los micropilotes, mediante un encepado

Para poder realizar estas operaciones se deberá disponer una plataforma de trabajo que cuente con la superficie necesaria para ubicar tanto el material como los equipos. El galibo debe ser adecuado a dichas necesidades.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la normativa vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

PERFORACION DEL TALADRO DEL MICROPILOTE.

Características geométricas

Las perforaciones se efectuarán respetando las posiciones, diámetros, longitudes e inclinaciones, indicadas en los planos del proyecto.

El diámetro del taladro debe garantizar el recubrimiento mínimo de la armadura tubular lo lardo de todo el micropilote

Los diámetros más habituales de perforación D_p, con revestimiento provisional, en relación con el diámetro de la tubería de revestimiento D, y con los exteriores de armadura tubulares D_e, que resultan más habituales en la práctica, son los que se indican en la siguiente tabla.

D_P	D	D_E (*)
120	114,3	60,3 - 73,0
140	133,0	60,3 - 73,0 – 88,9
160	152,4	73,0 – 88,9 – 101,6
185	177,8	88,9 – 101,6 – 114,3 – 127,0
200	193,7	101,6 – 114,3 – 127,0 – 139,0
225	219,1	114,3 – 127,0 – 139,0 – 168,3

(*) El valor mayor de cada una de las filas de diámetros exteriores de armadura tubular d_e, será válido únicamente en uniones roscadas.

Salvo justificación expresa en otro sentido, el equipo de perforación deberá realizar los taladros con las siguientes tolerancias:

- La posición del eje de la boca de la perforación no deberá estar desplazado más de cincuenta milímetros (50 mm) respecto de su posición teórica, a comprobar incluso con cinta métrica. Esta verificación (comprobación del replanteo) se efectuará en todos y cada uno de los taladros.
- Respecto al diámetro nominal del micropilote D, previsto en el proyecto, su posible reducción, fundamentalmente debida al desgaste de los útiles de perforación, deberá ser inferior o igual a dos milímetros (D ≤ 2mm), a comprobar midiendo dichos útiles con calibre. Se verificará cada vez que se cambie el útil de perforación o cuando se observe un desgaste apreciable y en todo caso, en al menos un cinco por ciento (5%) de los micropilotes que se ejecuten.
- La longitud de la perforación no debe diferir en más de veinte centímetros (L≤20 cm) de la indicada en el proyecto, a comprobar midiendo, incluso con cinta métrica, la longitud total de los útiles de perforación empleados. Esta verificación se efectuará en al menos un veinte por ciento (20%) de los taladros, con un mínimo de tres (3) unidades por tajo.
- Respecto a la inclinación del taladro, no se deberá desviar más de dos grados sexagesimales (i≤ 2º) respecto de la teórica, comprobándose con clinómetro o escuadra con doble graduación en milímetros. Se efectuará en al menos un cinco por ciento (5%) de los taladros, con un mínimo de tres (3) unidades por tajo.

Maquinaria de perforación

Para la perforación se utilizarán máquinas de rotación o rotopercusión, de dimensiones adecuadas al galibo disponible en cada tajo.

Sistemas de perforación

Se deberá escoger un sistema de perforación que afecte lo menos que sea posible al terreno y a las estructuras a recalzar, en su caso.

Según cual sea la consistencia del terreno y su posible riesgo de colapso frente al agua, se determinará si la perforación se debe efectuar al amparo de entubación metálica, recuperable o no, o simplemente de los fluidos más adecuados en cada circunstancia. Si los trabajos forman parte de obras de recalce, o en el caso de suelos susceptibles al agua, resulta fundamental el empleo de aire en lugar de agua.

Los fluidos de perforación no serán nocivos ni para los materiales constituyentes de la inyección, ni para la armadura del micropilote, debiendo cumplir en todo caso la normativa vigente en materia medioambiental y de seguridad y salud.

En el caso de terrenos blandos, cársticos, colapsables, etc., será necesario el empleo de entubaciones provisionales. Normalmente se usará la entubación perdida en zonas de huecos o cavernas.

Los sistemas de perforación a utilizar serán:

- Perforación a rotación: consiste en provocar la rotura del terreno, o los materiales a perforar (en el caso de cimentaciones preexistentes), por la fricción generada en la rotación del útil de perforación

Resulta especialmente recomendable para atravesar cimentaciones antiguas al provocar, en general, menores vibraciones que la rotopercusión. En general se efectúa con la batería usual de sondeos, con barrenas helicoidales o tricono.

Perforación a rotopercusión: consiste en provocar la trituración de los materiales a perforar, por fricción y percusión de manera conjunta. Se emplean para ello, martillos de fondo o en cabeza.

La maquinaria de perforación debe contar con sistemas de recuperación de polvo cuando se trabaje en seco y especialmente cuando se haga en roca.

El proceso de perforación deberá efectuarse en forma que cualquier variación significativa de las características del terreno, respecto a lo previsto en el proyecto, sea detectada inmediatamente, debiendo reflejarse en el correspondiente parte de trabajo.

Habrá de tenerse en cuenta, en todo caso, que el sistema de perforación realmente empleado tiene incidencia en el cálculo de la resistencia estructural del micropilote a compresión a través del coeficiente de influencia del tipo de ejecución Fe por lo que, cualquier variación en la elección del sistema de perforación, respecto de lo previsto en el proyecto, deberá implicar la plena asunción de los nuevos valores de cálculo resultantes

TIPO DE TERRENO Y DE PERFORACIÓN	F
Terreno con nivel freático por encima de la punta del micropilote y perforación sin revestir, sin empleo de lodos.	1,50
Terreno con nivel freático permanente bajo la punta del micropilote y perforación sin revestir, sin empleo de lodos.	1,30
Cualquier tipo de terreno perforado con lodos	1,15
Cualquier tipo de terreno perforado al amparo de revestimiento recuperable.	1,05
Micropilote con tubería de revestimiento dejada “in situ” de forma permanente (camisa perdida)	1,00

Principales precauciones a adoptar en la perforación

Las perforaciones deberán ejecutarse de conformidad con lo especificado en el proyecto, y en todo caso, según lo indicado en el protocolo de ejecución.

Se deberán prever con antelación las técnicas necesarias para contrarrestar la presión del agua y los posibles desmoronamientos de los taladros, tanto durante la propia perforación como durante la colocación de la armadura y la realización de la inyección.

En concreto, se adoptarán precauciones especiales al atravesar niveles artesianos para evitar la salida de agua con arrastres de terreno. Se podrán emplear varios sistemas; inyección de la zona hasta conseguir taponar la afluencia de agua, y reperforación posterior; entubación perdida desde la superficie hasta la cota inferior de artesianismo; elevación de la plataforma de trabajo para contrarrestar la presión; sistema de cierre en la boca de taladro, etc.

Ejecución de recalces

Cuando los micropilotes se utilicen como recalce de estructuras preexistentes se deberá proceder, como mínimo durante la fase de perforación, al control de los movimientos de la propia estructura a recalzar y de aquellas otras, próximas a la zona de trabajo, que pudieran verse afectadas.

Salvo especificación expresa en contra, el proyecto deberá incluir un plan de auscultación que contemple dichos aspectos, así como aquellos otros que se consideren de interés. El plan deberá contemplar la medición de asientos o levantamientos por un periodo de tiempo mínimo a definir en el mismo.

El proyecto deberá incluir una estimación de los movimientos esperables en las estructuras aledañas debidos a la ejecución de los micropilotes. El control de movimientos se realizará mediante nivelación de precisión, con referencias en puntos prefijados de las estructuras y bases fuera de la zona susceptible de afección.

En el proyecto, y en todo caso en el protocolo de ejecución, deberán definirse los apuntalamientos, apeos o cualquier otra medida provisional necesaria tanto en las propias estructuras a recalzar, como en aquellas otras más próximas que pudieran verse afectadas.

En el proyecto, y en todo caso en el protocolo de ejecución, deberá definirse el sistema de perforación (preferiblemente con aire), la secuencia constructiva a seguir en la ejecución de los micropilotes, especificando de modo expreso el orden de ejecución y los tiempos de espera a observar.

En general, no se perforarán dos micropilotes adyacentes de forma consecutiva; así, en zapatas corridas o vigas de arriostramiento, se dejarán al menos dos micropilotes intermedios mientras ello sea posible y en zapatas aisladas deberá transcurrir un mínimo de veinticuatro (24) horas entre la ejecución de cada dos micropilotes consecutivos en el mismo cimiento

COLOCACION DE LA ARMADURA

Después de finalizar la perforación del taladro deberá procederse, a la mayor brevedad posible, a la colocación de la armadura.

La recepción de las armaduras en obra se efectuará conforme a lo especificado en este pliego.

Previamente a la colocación de la armadura tubular se comprobará que toda la longitud del taladro se encuentra libre de obstáculos y limpia de incrustantes o de cualquier posible material o cuerpo extraño. Asimismo, se comprobará el estado de las uniones de las armaduras tubulares.

La colocación de la armadura se efectuará si alterar la posición de ninguno de sus elementos (centradores, manguitos etc.)

Se empleará el número de centradores necesario para garantizar la correcta colocación de la armadura y asegurar el recubrimiento mínimo frente a la corrosión, disponiéndose de modo tal, que no impidan el correcto proceso de inyección del micropilote y sean solidarios a la armadura tubular. Salvo justificación expresa en otro sentido, se colocarán al menos cada tres metros (3 m) de longitud de la armadura. En cualquier caso, e independientemente de la longitud del micropilote, el número mínimo de secciones transversales en que se instalen centrados será de dos (2).

En caso de utilizarse, además de la armadura tubular, barras de acero corrugadas, será necesario disponer elementos que las centren o mantengan en la posición adecuada.

Se recomienda que la armadura tubular quede a una distancia mínima de diez centímetros (10 cm) del fondo del taladro.

INYECCION DEL MICROPILOTE

Consideraciones generales

Después de efectuar la perforación del taladro y la colocación de la armadura, deberá procederse, a la mayor brevedad posible, a la inyección del micropilote.

La inyección del micropilote, con lechada o mortero de cemento, tiene los siguientes objetivos fundamentales:

- Constituir el fuste y la punta del micropilote propiamente dichos, materializando tanto el contacto con las paredes de la perforación como el relleno interior de la armadura tubular
- Proteger a la armadura de la corrosión

Los parámetros de inyección (presión, caudal, etc.) deben definirse en el proyecto, y en todo caso en el protocolo de ejecución, y reflejarse en los correspondientes partes de trabajo.

El tiempo transcurrido entre la perforación, instalación de la armadura e inyección habrá de ser el menor posible, debiéndose establecer de forma expresa en el proyecto y en todo caso en el protocolo de ejecución, según las características del terreno y de las obras a realizar. Se recomienda que en ningún caso este tiempo sea superior a veinticuatro (24 h) horas.

Tipos de inyecciones

Se diferencian tres clases de micropilotes, atendiendo al tipo de inyección empleado (IU, IR, IRSI) y cuatro tipos de inyecciones, al considerar de manera independiente la denominada previa, que puede utilizarse con cualquiera de dichas clases.

El proyecto deberá definir el tipo de inyección a utilizar en cada caso concreto.

A continuación, se describen de forma breve cada uno de los tipos de inyección referidos:

- Inyección previa: cuando las pérdidas de inyección se prevean elevadas, entendiéndose normalmente como tales cuando sean superiores a dos veces y media o tres veces el volumen teórico de inyección (m≃2,5-3), se realizará una inyección previa con lechada o mortero de cemento, que será necesario reperforar para proseguir con la ejecución del micropilote
- Inyección única global (IU): efectuada en una sola fase, rellena el hueco comprendido entre el taladro de la perforación y la armadura tubular, así como el interior de esta.

La inyección se debe realizar desde la punta a la cabeza del micropilote, pudiéndose efectuar de alguna de las siguientes maneras:

- Mediante inyección a través de un tubo, generalmente de plástico, colocado en el fondo del taladro, produciéndose el ascenso de la lechada tanto por el exterior como por el interior de la armadura tubular. En este caso, y debido al pequeño diámetro de los tubos de plástico empleados, solo se puede inyectar lechada.
- Inyectando directamente la lechada o mortero por el interior de la armadura tubular para que rellene tanto el hueco entre esta y el terreno (ascendiendo por la corona exterior), como el interior de la armadura tubular.

En algunos casos, si transcurrido cierto tiempo (sin alcanzar el fraguado) se observa que disminuye el nivel de la lechada, por penetración de ésta en el terreno, puede ser necesario volver a inyectar.

En los micropilotes tipo IU la presión de inyección normalmente será superior a la mitad de la presión límite del terreno e inferior a dicha presión límite:

$0{,}5\ P_{lim} \leq p_i \leq P_{lim}$

La presión límite del terreno P_{lim} será la obtenida preferiblemente en el ensayo presiométrico, o en su defecto por correlación con otros ensayos o parámetros del suelo.

La presión de inyección se podrá medir a la salida de la bomba, siempre que la boca del taladro no se encuentre a una distancia superior a cincuenta metros (50m) en planta, ni a un desnivel mayor de un metro (1m). En caso contrario, se mediará en boca de taladro.

En la mayoría de los casos, suele resultar un criterio practico suficiente, fijar la presión de inyección entre medio y un megapascal ($0{,}5 \leq Pi \leq 1$ Mpa) salvo cuando dichos valores superen la presión límite del terreno, lo que podría suceder en suelos granulares de compacidad floja a media, cohesivos de consistencia blanda y media a firme o rocas muy facturadas.

En aquellos casos en que, bien por no permitirlo el terreno según los criterios recién especificados, o bien por cualquier otra circunstancia, la presión de inyección no hubiera alcanzado el valor mínimo de medio megapascal ($pt \leq 0{,}5$ MPa) durante todo el proceso de inyección, los ábacos para el cálculo del rozamiento unitario limite por fuste no resultarían de aplicación, recomendándose preferentemente en estos casos la realización de pruebas de carga.

- Inyección repetitiva (IR): En estos micropilotes el relleno e inyección se realiza en dos fases:
  - En primer lugar, y una vez introducida la armadura, se realiza un relleno del taladro con lechada en la forma ya descrita para los micropilotes del tipo IU.
  - Posteriormente se realiza la reinyección, de alguno de los siguientes modos:
    - A través de la propia tubería que sirve de armadura y que está provista de válvulas antirretorno de efecto simultaneo en la zona a reinyectar (caso A de la figura)

- Mediante un tubo o circuito con válvulas antirretorno de efecto simultaneo, colocado en el espacio entre el terreno y la armadura y que debe limpiarse para permitir una inyección posterior (caso B)

- Mediante conductos (en general, de plástico) de distinta longitud que lleguen a diferentes cotas del micropilote, colocados por el exterior de la armadura, a través de los cuales se inyecta la lechada (caso C).

Al final de la última fase de inyección, la presión en boca del taladro deberá cumplir los mismos criterios que se han especificado para las inyecciones del tipo IU, no siendo de aplicación los ábacos de la figura 3.3, cuando la presión de inyección no alcanzase el valor mínimo requerido para poder considerarlos, en las inyecciones del tipo IU.

Acabado el proceso se realizará una inyección final de relleno de la armadura tubular.

- Inyección repetitiva (IRS): Realizada mediante inyección a presión de la perforación, desde el interior de la armadura tubular, con doble obturador, a través de manguitos instalados en dicha armadura. La distancia entre cada dos manguitos consecutivos deberá ser como máximo de un metro (1m).

Previamente la corona anular entre la tubería de armadura y la pared del taladro debe rellenarse con una lechada (inyección de sellado) que sirva de cierre, e impida a la inyección a presión escapar hacia la superficie.

Se puede inyectar más de dos veces a través de aquellos manguitos que se desee en función, normalmente, de la admisión de lechada obtenida.

La presión de inyección será normalmente algo superior a la presión límite del terreno, que deberá obtenerse del ensayo presiométrico o, en su defecto, por correlación con otros ensayos o parámetros del suelo.

$P_i \geq Pl_{im}$

Además de lo anterior, la presión de inyección deberá ser, en general, mayor que un megapascal ($P_i \geq 1$ Mpa)

Acabado el proceso se realizará una inyección final de relleno de la armadura tubular.

Maquinaria de inyección

El equipo para la ejecución de la inyección está constituido al menos por una mezcladora, un agitador y una bomba de inyección.

- La mezcladora deberá ser de alta turbulencia, de forma que se garantice la calidad y homogeneidad de la mezcla obtenida.
- El agitador sirve como depósito de acumulación entre la mezcladora y la bomba de inyección, para garantizar la continuidad de inyección. Mediante unas aspas que giran lentamente se homogeneiza la lechada o mortero durante su permanencia en el depósito, evitando así la formación de burbujas de aire. Deberá disponer de un sistema para controlar la admisión en cada fase o taladro.
- La bomba de inyección, hidráulica o neumática, es la encargada de impulsar la mezcla durante la inyección, proporcionando los caudales y presiones especificados en el proyecto. Ira provista de un manómetro para medir la presión.

Volumen máximo de inyección

El volumen máximo de inyección es la cantidad máxima de lechada o mortero que es previsible que sea necesario inyectar para la ejecución de un micropilote. Es función de las características del terreno y del tipo de inyección.

El volumen máximo de inyección V_{max} es igual al volumen teórico del micropilote V_t más el volumen adicional V_a de lechada o mortero que se introduce al inyectar, bien por infiltración en el terreno, por irregularidades geométricas, etc. La relación entre los parámetros V_{max} y V_t pueden expresarse a través del coeficiente adimensional m, es decir:

$V_{max} = V_t + V_a = m \cdot V_t$

Donde:

V_{max}: Volumen máximo de inyección

V_t: Volumen teórico de inyección (obtenido al considerar el diámetro nominal del micropilote D)

V_a: Volumen adicional de inyección

m: Parámetro adimensional que relaciona los volúmenes máximo y teórico de inyección.

Los valores del parámetro m que pueden esperarse normalmente, en función del tipo de inyección, son los que se indican en la tabla 4.2 Dentro de los intervalos aproximados que se incluyen en dicha tabla, los valores más altos se corresponderán con rocas muy fracturadas, suelos con elevada porosidad, suelos muy deformables, etc.

TIPO DE INYECCION	m
Previa, IU	1,25 – 1,50
IR	1,50 – 2,00
IRS	1,50 – 3,00

CONEXIÓN DE LOS MICROS CON LA ESTRUCTURA

Una vez efectuada la inyección del micropilote, se deberá proceder a la conexión de éste con la estructura, o con el resto de los micropilotes mediante un encepado o viga de atado.

En caso de recalces en que la unión entre la estructura a recalzar y los micropilotes se realice de una forma directa, es decir que la propia cimentación existente haga las veces de encepado, se recomienda observar las siguientes cuestiones básicas:

- Antes de la ejecución del micropilote se debe perforar el cimiento preexistente mediante un taladro pasante.
- Posteriormente se debe ejecutar el micropilote
- En la última fase se debe eliminar la lechada o mortero de la zona en que el micropilote atraviese el antiguo cimiento (mediante chorro de arena a presión preferiblemente), y rellenarse con lechada o mortero sin retracción para garantizar el contacto efectivo entre las diferentes superficies. SI se produjera decantación en esta última inyección, debería procederse a su relleno hasta compensar esta.

Cuando se construyan nuevos encepados o elementos de unión, se debe limpiar de lechada o mortero la zona de armadura tubular que vaya a quedar en contacto con el hormigón armado, en los encepados o vigas de atado. Se deben colocar, asimismo, en el tramo limpio de la armadura tubular, los conectadores previstos en el proyecto, efectuándose las conexiones con sujeción a lo especificado en el mismo.

PROTOCOLO DE EJECUCION Y PARTES DE TRABAJO.

Protocolo de Ejecución

Independientemente de las cuestiones de diseño y calculo, se recomienda que el proyecto incluya una serie de aspectos básicos relativos a la ejecución de los micropilotes, a partir de los cuales (y a la vista de cada uno de los tajos) el Contratista deberá presentar para su aprobación, al Director de las Obras, un protocolo de ejecución indicando como se van a realizar los micropilotes.

Este protocolo, que deberá elaborarse en todo caso, habrá de incluir al menos los siguientes aspectos.

- Ubicación y numeración de los micropilotes, referida a planos
- Sistema de perforación a utilizar en cada uno de los micropilotes y sistema de sostenimiento temporal de la perforación en caso necesario.
- Diámetros de la perforación y nominal de cada micropilote
- Inclinación prevista
- Longitud de cada micropilote y criterios de empotramiento
- Orden cronológico de ejecución y tiempos de espera necesarios, en su caso
- Definición de la armadura a utilizar (indicando al menos, diámetros y características del acero), de las uniones, manguitos, centradores, conectadores y otros elementos, en su caso.
- Tiempo máximo que podrá transcurrir entre la finalización de la perforación, instalación de la armadura e inyección del micropilote.
- Características de la lechada o mortero: dosificación de la mezcla (incluyendo aditivos en su caso), resistencia a compresión simple al menos a siete y veintiocho días, densidad, viscosidad, estabilidad y tiempo de amasado.

Estos valores se fijarán mediante la realización de ensayos de laboratorio previos y constituirán la fórmula de trabajo de la mezcla de inyección. Se fijará un límite máximo para el tiempo que puede transcurrir desde la ejecución de la mezcla hasta la finalización de la fase de inyección.

En caso de que sea necesario para establecer el orden cronológico de ejecución de los micropilotes, se determinará también, mediante ensayos previos, la resistencia a compresión simple a uno y tres días (1 y 3 d) de edad, estimando, si fuera preciso, una curva de evolución de resistencia de la mezcla.

Características de los equipos de fabricación de la lechada o mortero y sistema de dosificación a emplear.

Definición del tipo de inyección (IU, IR, IRS) necesidad en su caso de inyección previa, número mínimo de reinyecciones y presión límite del terreno. En el caso de los tipos IR e IRS se indicarán, además, la distancia y situación de las válvulas o manguitos a instalar en la armadura tubular del micropilote y su ubicación aproximada.

- Procedimiento de inyección, que incluya volúmenes (teórico y máximo), caudales, presiones, tiempos de ejecución y criterios para dar por finalizada la fase de inyección.
- Características de los equipos de inyección y sistemas de control y registro de los parámetros de inyección; volúmenes, caudales y presiones de inyección.
- Definición de los ensayos de control a efectuar durante la fase de inyección.
- Descripción de los trabajos a llevar a cabo para la conexión con la estructura existente o encepado
- Definición de apeos, apuntalamientos y cualquier otra medida provisional a adoptar en la estructura a recalzar y en las del entorno, en su caso.
- Ensayos de carga o pruebas “in situ” de otro tipo, que se hayan previsto.
- Cuando fuera precios, plan de auscultación de movimientos de la estructura y de las del entorno, en su caso.

- Medidas a adoptar en caso de que durante la ejecución se produzcan imprevistos o se aprecien desviaciones importantes respecto a los parámetros previstos en proyecto, características del terreno, presión de inyección, movimientos excesivos en estructuras, etc.
- Cualquier otra circunstancia que, en función de las características concretas de la obra, deba tenerse en cuenta.

Partes de trabajo

Una vez concluida la ejecución de cada micropilote se realizará un parte de trabajo redactado a partir de lo realmente ejecutado en obra, que incluya al menos la siguiente información:

- Ubicación y numeración de cada micropilote, referida a planos
- Comprobación del replanteo de cada taladro
- Datos de la perforación: fecha y horas de inicio y conclusión, longitud, inclinación, tipo de avance (rotación o rotopercusión), tipo de sostenimiento (entubación perdida o recuperable, empleo de lodos, perforación estable, etc.) diámetros (en el terreno y en el cimiento antiguo en su caso), así como descripción cualitativa del terreno y de su dureza, afluencia de agua y cualquier otro dato que se considere relevante. Asimismo, deberá hacerse mención expresa a la observación de las tolerancias geométricas.
- Datos de la armadura (tubular y de acero corrugado en su caso), uniones, manguitos, centradores y otros elementos, conforme a lo especificado en el protocolo de ejecución.
- Datos de la mezcla de inyección: formula de trabajo de la lechada o mortero utilizada; fecha y horas de la preparación de la mezcla y del comienzo y final de la inyección de las reinyecciones en su caso; tiempo transcurrido entre la finalización de la perforación, instalación de la armadura e inyección; volúmenes inyectados, caudales, presiones, dosificación, tiempo de amasado, densidad y viscosidad, identificación de las probetas tomadas para ensayos y resultados de los mismos.
- Secuencia constructiva realmente seguida, refiriendo fechas y horas de ejecución de cada uno de los micropilotes.
- Incidencias o imprevistos, de cualquier tipo, acaecidos durante la realización de los trabajos y medidas adoptadas ante los mismos.
- Personas responsables de cada comprobación u operación referida en este parte y equipos de perforación e inyección utilizados.
- Cualquier otro aspecto que, a la luz de lo especificado en el proyecto o en el protocolo de ejecución se considere relevante

3.8.4.4.6 Control de calidad

Los procedimientos de control deberán establecerse de acuerdo con lo especificado en la normativa vigente al respecto, en particular en la EHE, RD y PG-3, así como en el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto.

Deberán controlarse, en cualquier caso, los siguientes aspectos:

- Materiales
- Cada una de las fases de ejecución:
  - Perforación
  - Colocación de la armadura
  - Fabricación de la lechada o mortero
  - Inyección
  - Partes de trabajo

En los casos en que así se determine, se efectuarán pruebas de carga según lo especificado en el apartado “pruebas de carga”.

CONTROL DE MATERIALES

Armadura Tubular

A los efectos del control del suministro de los productos de acero para armadura tubular, se denomina partida al material que cumpla simultáneamente las siguientes condiciones:

- Que corresponda al mismo tipo de perfil hueco
- Que corresponda al mismo tipo y grado de acero
- Que proceda de un mismo fabricante
- Que haya sido suministrado de una vez

No podrán utilizarse productos de acero como armadura tubular que no adjunten la documentación indicada a continuación:

- A la entrega de cada suministro se aportará un albarán con documentación anexa, conteniendo, entre otros, los siguientes datos:
  - Nombre y dirección de la empresa suministradora
  - Fecha de suministro
  - Identificación del vehículo que lo transporta
  - Numero de partidas que componen el suministro, identificando, para cada partida, al fabricante y su contenido (peso, numero de perfiles, tipo y grado de acero del material base de partida).
  - Además, cada partida deberá llegar acompañada de la siguiente documentación:
    - ~ Certificado del fabricante, firmado por persona física, en el que se indiquen los valores de las diferentes características especificadas en la norma UNE EN 10210 o UNE EN 10219, según corresponda
    - ~ Resultados de los ensayos que justifiquen que los productos de acero cumplen las características anteriormente citadas.

Una vez comprobada la documentación que debe acompañar al suministro, se debe proceder a comprobar el correcto marcado de los perfiles o paquetes de perfiles, que debe incluir la designación abreviada de la norma que corresponda, el tipo y grado de acero y el nombre o las siglas del fabricante.

Ejemplo: EN10210-S275 JO + Marca del Fabricante.

Barras de Acero corrugadas

Para el control de las barras de acero corrugadas se estará a lo especificado en el artículo 240 del PG-3

Cemento

Se estará a lo especificado en el artículo 202 del PG-3

CONTROL DE EJECUCIÓN

Control de la perforación y colocación de la armadura

Durante la ejecución de los micropilotes se comprobará que se cumplen los procedimientos y secuencias constructivas establecidas en el proyecto y en el protocolo de ejecución.

Al realizar la perforación se comprobará que el estado y características del terreno se corresponden con las previstas en el proyecto. En caso contrario se deberán analizar las potenciales repercusiones de dichas variaciones en la propia concepción del micropilote y en su proceso de ejecución.

En caso de que fuera necesario emplear sistemas de perforación diferentes de los previstos en el proyecto, deberá tenerse en cuenta su repercusión en la determinación del valor de la resistencia estructural, a través del coeficiente de influencia del tipo de ejecución.

Se comprobará el replanteo de cada uno de los micropilotes, ejecutándose posteriormente la perforación con las tolerancias geométricas establecidas en el epígrafe 4.2.1.

Control de la fabricación de la lechada o mortero y del proceso de inyección

Se efectuarán controles para verificar la idoneidad, tanto de la fabricación de la mezcla, como del proceso de inyección.

En el proyecto o en el protocolo de ejecución, se dividirá la obra en lotes de control y se fijará el número de muestras y ensayos a llevar a cabo por cada lote, atendiendo a las características de la obra, la función de los micropilotes, el carácter temporal o permanente de los mismos, etc. incluyendo como mínimo los siguientes.

- Se llevarán a cabo con frecuencia diaria, al menos los siguientes controles:
  - Tiempo de amasado
  - Relación agua/cemento (a/c)
  - Cantidad de aditivo utilizado
  - Viscosidad con el cono Marsh
  - Densidad aparente de la lechada con una balanza de lodos, inmediatamente antes de la inyección.
- Al menos dos veces por semana se efectuará una toma de muestras para realizar los siguientes ensayos:
  - De resistencia a compresión de la lechada o mortero, mediante la rotura de tres (3) probetas a veintiocho días (28 d) de edad
  - De exudación y reducción de volumen

Se comprobará que los valores de los parámetros controlados coinciden con los establecidos en el proyecto y en el protocolo de ejecución.

Partes de Trabajo

Se verificará la existencia de un parte de trabajo por cada micropilote, comprobando su contenido. Los partes de trabajo de ejecución estarán en todo momento a disposición del Director de las Obras, recomendándose su archivo junto con el resto de documentación técnica de las mismas.

PRUEBAS DE CARGA

Los principales tipos de pruebas de carga que pueden llevarse a cabo, se clasifican en función del esfuerzo aplicado (compresión, tracción o carga lateral) y del valor del mismo alcanzado en la prueba con relación a la capacidad última del micropilote, pudiendo llegar hasta su rotura. También pueden clasificarse según se utilicen para investigación de las propiedades resistentes del conjunto micropilote-terreno o como verificación de la idoneidad de los micropilotes ya construidos.

El número y tipo de pruebas de carga a efectuar se definirá en el proyecto, en su defecto en el protocolo de ejecución, o en cualquier caso a criterio del Director de las Obras, en función de la importancia de los micropilotes, de su número y del nivel de conocimiento, homogeneidad y naturaleza del terreno.

A título meramente orientativo, se puede estimar que el número de pruebas de carga de investigación debería de situarse en torno al uno por ciento (1%) de los micropilotes proyectos, y el número de pruebas de carga de idoneidad en el entorno de dos al cuatro por ciento (2-4%) de los micropilotes realmente ejecutados en obra, dependiendo de las características de la obra, número total de micropilotes, heterogeneidad del terreno, etc.

3.8.4.4.7 Medición de Abono

Los micropilotes se medirán por metros lineales (m) de longitud realmente ejecutada, medida entre la embocadura del taladro y el fondo del mismo, o a través del varillaje utilizado, si fuera accesible, no dando lugar a sobremedición los excesos de armadura (tubo), por disposición del encepado, en cotas superiores a las de perforación.

El abono se realizará, según los diámetros especificados y según sus cargas nominales de acuerdo con los precios correspondientes del Cuadro de Precios Nº 1.

En esta unidad de obra se consideran incluidos:

- El replanteo.
- Las pistas (salvo pistas especiales, con definición concreta y previa aprobación de la D.O) y excavaciones auxiliares que sea necesario ejecutar para facilitar el acceso, ubicación y comienzo de las labores de la maquinaria de perforación, soldadura, inyección y cuantas sean necesarias para la ejecución de las obras.
- Limpieza del taladro con el sostenimiento de sus paredes si fuera necesario.
- Asimismo, quedan incluidas las labores y suministro del material para conformar y retirar los andamiajes, castilletes y plataformas auxiliares que se precisen disponer para realizar alguna de las operaciones incluidas en esta unidad.
- La perforación, ya sea vertical, horizontal o con la inclinación determinada en proyecto con un empotramiento mínimo en roca señalado anteriormente en función de su uso, con el sostenimiento de sus paredes, si así lo requiriera.
- Limpieza y Retirada de los materiales sobrantes de la excavación y acopio dentro de la propia obra.
- El suministro y colocación de la armadura (tubo de acero) dispuesta perfectamente centrada en la perforación, según los diámetros y espesores señalados en el proyecto, así como los ranurados y dispositivos de obturación que permitan la inyección en diferentes fases y a distintas profundidades.
- El suministro y colocación de la armadura suplementaria, que se haya definido en el proyecto.
- El suministro y colocación de los elementos metálicos que garantizan la transmisión de cargas de los micropilotes a los encepados.
- La inyección con lechada de cemento o mortero en su caso en todo el conjunto.
- Elementos auxiliares y maquinaría necesaria.
- Pruebas de carga

Serán de Abono independiente:

- Los encepados.
- La carga, transporte y gestión de los productos sobrantes.
- Traslado e implantación de equipos en obra.
- Traslado de equipos entre tajos que requieran uso de góndola.

3.8.4.5 Cimentaciones por Cajones Indios

3.8.4.5.1 Definición

Se definen como cimentaciones por cajones indios de hormigón armado las realizadas a base de cajones sin fondo, de sección rectangular o circular, que se van hincando en el terreno por su propio peso o mediante lastre, a medida que se excava en su interior, mientras se recrecen sus paredes. Este proceso continúa hasta alcanzar la profundidad deseada.

En los cajones indios se distinguen los elementos siguientes:

- Cuchillas.

- Cuerpo del cajón: compuesto de paredes y eventualmente de tabiques interiores.
- Su ejecución incluirá las operaciones siguientes:
- Operaciones previas.
- Hormigonado de anillo inicial.
- Hinca del cajón.
- Recrecido del cajón por anillos sucesivos.
- Relleno del cajón.
- Enrase de cimientos.

3.8.4.5.2 Materiales

El hormigón de las cuchillas tendrá una dosificación mínima de trescientos kilogramos de cemento por metro cúbico (300 kg/m3) el tamaño máximo del árido será de veinticinco milímetros (25 mm); y su consistencia será tal, que el escurrimiento en la mesa de sacudidas esté comprendido entre el cuarenta por ciento (40%) y el setenta por ciento (70%).

El hormigonado de las paredes y tabiques tendrá una dosificación mínima de doscientos cincuenta kilogramos de cemento por metro cúbico (250 kg/m3); el tamaño máximo del árido será de cincuenta milímetros (50 mm); y su consistencia será tal, que el escurrimiento en la mesa de sacudidas sea inferior al setenta por ciento (70%).

El hormigón de relleno del cajón tendrá una dosificación mínima de trescientos cincuenta kilogramos de cemento por metro cúbico (350 Kg/m3) en la primera tongada y de doscientos kilogramos por metro cúbico (200 Kg/m3) en el resto; salvo en la coronación, en la que la dosificación mínima será de doscientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (250 kg/m3); el tamaño máximo del árido será de cincuenta milímetros (50 mm) y su consistencia será tal, que el escurrimiento en la mesa de sacudidas sea inferior al cuarenta por ciento (40%).

Las resistencias características de estos hormigones serán las fijadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y los planos de proyecto.

3.8.4.5.3 Ejecución de las obras

Operaciones previas

Antes de comenzar la hinca del cajón, se establecerá el plan de ejecución de este, adaptándose a las características del terreno y a la profundidad de hinca deseada. Se preparará así mismo una plataforma de trabajo adecuada y se efectuará el replanteo para fijar la situación del cajón.

Hormigonado del anillo inicial

Sobre la plataforma de trabajo se encofrará la parte del cajón correspondiente a la cuchilla y a la altura de paredes que la resistencia del terreno bajo las cuchillas admita con seguridad; se colocarán las armaduras correspondientes, y se hormigonará a continuación.

Se dejará fraguar, sin desencofrar, ni cargar, durante veinte días (20 d.) o bien hasta que se compruebe que la resistencia del hormigón sea superior al setenta por ciento (70%) de la característica.

Hinca del cajón

La hinca del cajón se efectuará de forma progresiva. Si un cajón queda colgado, se pararán las operaciones de excavación, y se dispondrán sobrecargas prudenciales, hasta lograr el descenso del cajón. También podrá recurriese a inyectar agua a lo largo de las paredes. En cualquier caso, la hinca proseguirá de forma que el cajón no pueda descender súbitamente más de treinta centímetros (30 cm.).

La excavación del terreno se realizará en seco, mientras sea posible. En los casos en que sea necesario recurrir a bombas de agotamiento, las alcachofas de las mangueras se situarán en pequeños pozos practicados en el fondo de la excavación.

Si el agotamiento resulta impracticable, se procurará inyectar productos que disminuyan las permeabilidades de los terrenos que se atraviesan.

En el caso de que no fuera posible la excavación en seco del interior del cajón, se recurrirá a su dragado, y eventualmente, mediante el trabajo de hombres rana, podrán descalzarse las cuchillas, a menos que el Director de las Obras decida preparar el cajón para su hincacon aire comprimido.

Si en los terrenos atravesados predominan las arenas finas, y son de temer sifonamientos, el Director limitará el caudal de agotamiento, a la vista del comportamiento del terreno.

Se prohibirán totalmente los agotamientos si son de temer socavaciones de cimentaciones próximas.

Los bolos y rocas se demolerán por medios mecánicos.

En el caso de que, para conseguir la excavación, sea preciso recurrir al empleo de explosivos, las operaciones requeridas para ello se realizarán con el mayor cuidado. Se emplearán cantidades muy pequeñas de explosivos en cada voladura, cargando cada taladro con un cartucho de cien gramos (100 g.), como máximo, y, siempre que se pueda, de un explosivo cuya potencia sea adecuada a la clase y estado de la roca a quebrantar. La explosión se provocará con explosor eléctrico usando estopines con distintos retardos, de modo que la voladura produzca el menor quebranto posible al cajón. Sólo se autorizará el empleo de mechas cuando haya que hacer voladuras ocasionales, por ejemplo, de bolos o crestones de roca. En estos casos, se harán pruebas previas para determinar la velocidad de combustión de la mecha.

El Contratista preparará el plan de voladura que en todo caso requerirá la aceptación por escrito de la Dirección de Obra.

Las precauciones respecto a la cantidad de explosivos se extremarán al aproximarse al nivel definitivo de cimentación, con el fin de evitar que el cajón quede descansado sobre una capa de terreno quebrantado, si la roca es floja o fisurada, el Director podrá ordenar el empleo de un explosivo menor rompedor, e incluso, pólvora negra.

Por medio de referencias a puntos fijos, se comprobarán las condiciones de verticalidad.

Los cajones deberán descender verticalmente en todos los momentos de la operación, y las desviaciones que tiendan a producirse, se corregirán atacando la excavación por el lado conveniente y empleando sobrecargas prudencialmente dispuestas.

Recrecido del cajón por anillos sucesivos

La altura de cada recrecido será fijada por el Director, atendiendo a la resistencia del terreno bajo las cuchillas.

Los recrecidos sucesivos se irán realizando a medida que se produzca la hinca de los cajones.

Una vez que se haya llegado a la profundidad indicada en los Planos del Proyecto, se reconocerán los fondos de las excavaciones, y se arreglarán las superficies de asiento, regularizándolas según planos horizontales.

El Director dará orden, por escrito, de continuar la hinca o comenzar el relleno de la cámara, según el resultado del reconocimiento.

Relleno del cajón

Se admitirá el hormigonado en seco de una primera tongada con hormigón rico y seco, si no es de temer un deslavado de la masa por circulación de agua a través de ella, producida por los agotamientos.

Si no es así, se recurrirá al empleo de hormigón sumergido, debiendo el Director disponer el sistema a emplear.

La misión de la primera tongada será la de retacar los bordes de las cuchillas y el fondo del cajón, impidiendo la posterior entrada de agua. El Director determinará el espesor de esta tongada, según la subpresión.

El hormigonado del relleno posterior se realizará después de transcurridas cuarenta y ocho horas (48 h.) por lo menos, una vez que se haya eliminado el agua del interior del cajón.

Sobre las capas de hormigón ya hechas, se colocarán tablones para que el tránsito de los operarios no se verifique sobre el material empleado, limpiando adecuadamente la superficie de las capas colocadas, antes de echas las nuevas.

Enrase de cimientos

Terminado el descenso del cajón, y mientras se hace el relleno de este, se procederá a recortar e igualar las superficies terminadas, de manera que, en su parte superior, queden perfectamente enrasadas con el plano de cimientos que se fija en los planos. El relleno de hormigón acabará al alcanzar esa superficie.

Con objeto de facilitar el trabajo de enrase de cimientos y arranques de la superestructura, realizando las operaciones necesarias en seco, podrá disponerse una ataguía en el borde de la sección superior del cajón la cual deberá ser aprobada por el Director, atendiendo a su resistencia e impermeabilidad.

3.8.4.5.4 Medición y abono

El hormigón, encofrados, armaduras, y perfiles laminados empleados, se abonarán de acuerdo con lo establecido para la medición y abono de dichas unidades en los Artículos correspondientes del presente Pliego.

La excavación se abonará por metros cúbicos (m3.), resultantes de multiplicar la superficie en planta del cajón, a nivel de los bordes de las cuchillas, por la diferencia de cotas existentes entre la posición inicial y final de dicho borde, ambas medidas en el terreno. Para el empleo de la unidad correspondiente en función de la naturaleza del terreno, se entenderá que la excavación en un terreno ha comenzado, cuando un tercio (1/3) de la longitud de las cuchillas se apoya en dicho terreno.

El hormigón se medirá y abonará por metros cúbicos (m^3), los encofrados por metros cuadrados (m^2) y las armaduras, los perfiles laminados y las chapas soldadas por kilogramos (Kg), de acuerdo con lo especificado en los correspondientes apartados del presente Pliego.

El trasporte y la gestión de los residuos serán de abono independiente.

3.9 OBRAS SUBTERRÁNEAS

3.9.1 Definición

Se define como obras subterráneas aquellas que se ejecutan en el interior de suelos o macizos rocosos, con puntos aislados de comunicación con el exterior.

Se incluyen entre ellas principalmente los túneles y las galerías subterráneas.

Comprenden una serie de actividades fundamentales como son la excavación, sostenimiento y revestimiento y otras complementarias o auxiliares como inyecciones, agotamientos, ventilación, iluminación y auscultación.

3.9.2 Excavaciones subterráneas

3.9.2.1 Conceptos Generales

3.9.2.1.1 Definición

Consiste en el conjunto de operaciones necesarios para la ejecución y acabado de excavaciones en el interior de suelos o macizos rocosos con los ensanches y nichos que, de acuerdo con los Planos del Proyecto y las Modificaciones impuestas o decididas durante la construcción por la Dirección de Obra sean necesarias para la ejecución del drenaje, sostenimiento provisional, los revestimientos y alojamiento de instalaciones y conductos necesarios.

3.9.2.1.2 Generalidades

El replanteo general de pozos, túneles y galerías consistirá en la señalización de las alineaciones marcando éstas y las bocas mediante hitos de hormigón situado fuera de las zonas de excavación y con indicaciones precisas de altimetría. El resto del replanteo se considerará de detalle. Los perfiles tipo de excavación serán los definidos en los Planos correspondientes del Proyecto. En el transcurso de los trabajos la Dirección de Obra, podrá, si lo exige la naturaleza del terreno a atravesar, ordenar la ejecución de perfiles tipo distintos de los definidos en los Planos del Proyecto.

Se entenderá por perfil de gálibo aquel contorno dentro del cual no penetrará punta de roca una vez terminada la excavación quedando comprendido dentro del espesor del revestimiento.

La excavación de túneles o galerías en general podrá hacerse en rampa o pendiente y a partir de las bocas de galerías de ataque coincidentes con los accesos indicados en el Proyecto.

Las excavaciones en las embocaduras de los túneles o galerías se efectuarán siguiendo las indicaciones de los Planos, si bien el Contratista podrá elegir el frente de comienzo de ataque previa aprobación de la Dirección de Obra.

La excavación en túnel, galería o pozo se efectuará de forma que en ningún punto el espesor real de revestimiento sea inferior al teórico dado en los Planos del Proyecto para cada sección tipo.

El Contratista debe presentar a la Dirección de Obra, para su aprobación, un programa de trabajo pormenorizado, indicando el método y equipo de excavación, el sistema de drenaje, ventilación, iluminación, rendimientos previstos, etc.

En el momento de la iniciación de las obras de excavaciones subterráneas el Contratista está obligado a tener dispuestas todas las instalaciones y acopiados los materiales necesarios para poder realizar con rapidez el sostenimiento provisional o definitivo que exija la seguridad y la conservación de la excavación.

De las excavaciones subterráneas se realizarán partes diarios en los que se indiquen todas las variables interesantes de la misma: longitud excavada hasta la fecha, longitud excavada en el día, volumen de terreno excavado, sostenimiento tipo y unidades colocadas, tiempos efectivos de excavación, tiempos muertos por sostenimiento, agotamiento, averías y operaciones especiales, etc.

Los productos procedentes de la excavación se verterán en las escombreras indicadas en el Proyecto, o localizadas por el Contratista, pudiendo en este caso proponer para su aprobación a la Dirección de Obra el uso de dichas escombreras, indicando las operaciones para la apertura de la escombrera y las necesarias para mantener el medio ambiente, como son taludes y nivelaciones de dichos rellenos, obras de fábrica como tajeas, tuberías o cunetas para desviar o encauzar las aguas de escorrentía, y las de cierre o clausura de escombrera como replantaciones, etc., así como los accesos, señalizaciones pertinentes y normas de seguridad a aplicar en la escombrera.

3.9.2.1.3 Procedimientos de excavación

Los trabajos pueden ejecutarse por tres procedimientos esencialmente distintos:

- Convencionales: Excavación con martillo o herramientas similares, martillos hidráulicos potentes o con perforación y voladuras.
- Mecánicos: Máquinas de ataque puntual, máquinas de ataque a plena sección.
- Especiales: Congelación, inyección, escudos, etc.

3.9.2.2 Excavación por Perforación y Voladuras

3.9.2.2.1 Proyecto de voladuras

El Contratista antes del inicio de los trabajos de excavación y previa a la realización de una campaña de voladuras de prueba, para medir las constantes de la roca, realizará y presentará a la Dirección de Obra para su aprobación un Proyecto de voladuras.

Los esquemas de tiro iniciales podrán ser modificados en función de la experiencia adquirida durante la ejecución de las obras, previa aprobación de la Dirección de Obra.

Cada esquema de tiro deberá indicar:

- Tipo y características técnicas de los explosivos previstos.
- Reparto de las cargas en los taladros.
- Malla y longitud de los taladros.
- Distancia entre taladros.
- Retardos y micro retardos previstos.
- Cargas instantáneas y cargas totales.

Se evitarán en todo momento las irregularidades de recorte y la dislocación de la roca alrededor de la excavación. Para ello deberá utilizarse un recorte fino, cuyas características principales se indican a continuación:

- Los taladros deberán ser rigurosamente paralelos y equidistantes.
- La distancia (E) entre los taladros del perfil no excederá diez (10) veces el diámetro. La relación entre esta distancia E y la distancia (entre la línea de perfil y la línea continua) estará comprendida entre 0,5 y 0,8.
- El tipo de explosivo será el adecuado para trabajos de recorte fino y precorte.
- El explosivo se repartirá uniformemente en toda la longitud del taladro. El diámetro de las cargas será aproximadamente la mitad del diámetro de los taladros.
- Los taladros del perfil se dispararán simultáneamente en última fase.

- El recorte fino deberá aplicarse igualmente a todo el perfil. El Contratista propondrá, para su aprobación por la Dirección de Obra, el dispositivo que considere más interesante para la consecución de los objetivos fijados.
- El replanteo de los taladros se hará de tal modo que no estén separados de su posición teórica más de 5 cm. y su inclinación no podrá variar en más de un 5%. En cuanto a cargas de barreno las variaciones sobre los pesos teóricos deben ser inferiores a un 10%.

El Contratista prestará gran atención a las precauciones a tomar antes y después de las voladuras, de acuerdo con las leyes y reglamentación correspondiente para el uso y manipulación de explosivos.

Especial hincapié deberá hacerse en dicho Proyecto a las precauciones a tomar para evitar los problemas debidos a los tres fenómenos que acompañan a las voladuras:

- Proyecciones que se deberán evitar con colchones de ramaje, telas metálicas lastradas o elementos similares.
- Onda de choque aérea.
- Vibraciones transmitidas a las estructuras.

3.9.2.2.2 Control de voladuras

De todas y cada una de las voladuras a realizar el Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra el plan de la misma en que se describan claramente todos los parámetros anteriormente citados en el Proyecto de voladuras y su ubicación exacta.

La aceptación y aprobación por la Dirección de Obra de dicha voladura no exime al Contratista de la responsabilidad en cuanto a daños a terceros, al personal o instalaciones producidas por la misma, debiendo cumplirse estrictamente todas las leyes y reglamentos para el uso y manipulación de explosivos, y debiendo obtener el mismo todos los permisos y licencias pertinentes de las autoridades competentes.

En todas las voladuras se tomarán registros de estas por medio de sismógrafo y decibelímetros o sonómetros. Personal especializado analizará los resultados de estos registros, y propondrá en su caso, las modificaciones a introducir en las voladuras sucesivas.

3.9.2.2.3 Informe final

A la conclusión de los trabajos de voladuras, el Contratista presentará a la Dirección de Obra un informe final donde se recojan todas las voladuras realizadas, informe que comprenderá, al menos:

- Plano de las perforaciones y profundidades de estas.
- Informe sobre las perforaciones e incidencias encontradas durante la inspección.
- Cantidades de explosivos y su distribución.
- Comentarios sobre los incidentes producidos por las voladuras.
- Registros obtenidos en las voladuras.
- Condiciones atmosféricas durante las voladuras.
- Horas de las voladuras.
- Reclamaciones debidas a las voladuras y tratamiento de dichas reclamaciones por parte del Contratista.

3.9.2.3 Excavación por Medios Mecánicos

3.9.2.3.1 Plan de trabajos

En el caso de excavación con medios mecánicos por máquina de ataque puntual (rozadora) o de ataque a plena sección (tunelador integral), el Contratista deberá presentar un informe de la máquina a emplear, detallando el estado e idoneidad de esta. Si de acuerdo con el informe, la máquina supera durante la ejecución de los túneles del Proyecto su media vida probable o si su estado no es satisfactorio, la Dirección de Obra rechazará su uso o exigirá que los retrasos respecto al final de obra sean penalizados sin ninguna excepción salvo los casos de fuerza mayor.

El procedimiento a seguir en los trabajos de excavación deberá ser sometido antes de su iniciación a la aprobación de la Dirección de la Obra. La aprobación del plan y procedimiento de trabajo no disminuye en nada la responsabilidad del Contratista durante las obras, hasta que éstas hayan sido recibidas definitivamente.

El Contratista puede organizar el trabajo de excavación en la forma que considere más conveniente, de acuerdo con su propia experiencia y con la técnica aplicable a trabajos de este tipo, debiendo tener en cuenta las normas y prescripciones sobre seguridad, siendo el único responsable de las consecuencias que puedan derivarse de la ignorancia de tales normas y prescripciones o de no haber adoptado en cualquier caso las precauciones debidas.

3.9.2.3.2 Modificación de sección transversal del túnel o pozo

Si la excavación se efectúa con tuneladora o perforadora de realce para pozos, se admitirá una variación de dimensiones en la sección del túnel o pozo con las siguientes condiciones:

- El Contratista podrá fijar las dimensiones de la excavación, que no superará en un 10% el diámetro del túnel o pozo de Proyecto. Después de hormigonado, se deberán ajustar a las previstas en el Proyecto. Las nuevas dimensiones deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra.
- No se efectuará ningún abono suplementario por el incremento de volumen realizado por fuera de las secciones de abono tipo definidas en el Proyecto, para ninguna unidad de obra definida por dichas secciones tipo.

En consecuencia, no se aplicarán nuevos abonos suplementarios por excesos de volumen con excavación mecanizada en las siguientes unidades de obra:

- Excavación en túnel o pozo en cualquier tipo de terreno.
- Excavación en caverna practicada o ensanchamiento de las secciones tipo del túnel o pozo.
- Suplemento por agotamiento.
- Hormigón de revestimiento en túnel o pozo, ensanchamiento y cavernas practicadas.
- Armadura de acero del revestimiento de hormigón.

Se cubicará por medición real y se abonarán al precio correspondiente multiplicado por la relación entre el perímetro de excavación teórica al parámetro de excavación real, en las siguientes unidades:

- Cerchas, perfiles, chapas de enfilaje, mallazo, chapas tipo Bernold o de blindaje, dovelas de hormigón para entibación.
- Bulones para cosido de rocas.
- Hormigón proyectado para entibación especial.
- Inyecciones en todas sus operaciones.

Se abonarán además según cubicación real medida por fuera de la sección de excavación de la máquina perforadora a plena sección o perforadora de realce para pozos, y con los precios del Cuadro de Precios, las siguientes unidades:

- Extracción de desprendimientos.
- Relleno de desprendimientos.

- Las armaduras se colocarán a la misma distancia de sus parámetros respectivos que tienen en las secciones tipo, sin que sean de abono los incrementos de acero respecto al de dichas secciones.

3.9.2.4 Técnicas Especiales

Cuando en los terrenos que se vayan a excavar no sea posible el avance con medios normales de perforación y sostenimiento, se utilizarán técnicas especiales, como inyecciones, congelación, avance con escudo, etc., que permitan la excavación de aquellos.

En aquellos casos en que el Proyecto no defina la técnica a emplear, el Contratista propondrá el procedimiento a seguir el cual, si es aceptado por la Dirección de Obra, será llevado a la práctica bajo la responsabilidad única del Contratista, quien tomará cuantas medidas de seguridad para el personal sean necesarias, especialmente cuando sean de temer irrupciones de agua, fangos u otros materiales en cantidades masivas: medidas tales como realizar taladros profundos para reconocer la presencia de bolsas de agua o fango por delante del frente de avance, galerías laterales de reconocimiento y demás procedimientos sancionados por la práctica de la excavación subterránea en terrenos inconsistentes.

Cuando el procedimiento venga definido por el Proyecto, las especificaciones que deberán tenerse en cuenta se recogerán en el P.P.T.P. de aquél, salvo las referentes a inyecciones de cemento que aparecerán en el punto 3.9.11 del presente artículo.

3.9.2.5 Proyecto de Seguridad en las excavaciones subterráneas

El Contratista presentará a la Dirección de Obra un Proyecto de Seguridad, Proyecto que será aprobado o rectificado por la Dirección de Obra, sin que dicha aprobación exima al Contratista de su plena responsabilidad.

Estará obligado el Contratista al más estricto cumplimiento de los Reglamentos aplicables al almacenamiento y uso de explosivos, a la detección de gases nocivos, medidas contra los ambientes pulverulentos, aplicar las normas y adoptar los dispositivos de máxima seguridad para el personal.

Igualmente está obligado a colocar los sostenimientos necesarios para garantizar la seguridad del personal; aunque ello no le hubiese sido indicado por la Dirección de Obra. Estará obligado a entibar todos los tramos, que le ordene la Dirección de Obra.

El Contratista instalará y mantendrá en perfectas condiciones un sistema de comunicación telefónica entre los frentes de trabajo de los túneles o galerías y las bocas de estos, para poder atender cualquier emergencia.

3.9.2.6 Tolerancias

3.9.2.6.1 Tolerancias en túnel o galería principal

Las desviaciones admitidas en la perforación serán:

- Máxima desviación vertical de la rasante 4 cm. en una longitud de 20 m.
- Máxima desviación horizontal del eje de 30 cm. en una longitud máxima de 100 m.

La recuperación de la rasante y de las alineaciones se realizará con pendientes verticales igual o menores que el uno por mil en el primer caso y menores del uno por ciento en el segundo.

Toda la obra suplementaria necesaria para conseguir estas tolerancias será realizada por cuenta del Contratista y previa aprobación por la Dirección de Obra.

3.9.2.6.2 Tolerancias en pozos

Los pozos verticales se perforarán de manera que no se excedan las tolerancias siguientes:

El desplazamiento en planta del centro de la sección será menor del 0,5% de la profundidad total del pozo o 20 cm. con respecto a la vertical teórica del centro del pozo, según convenga al Contratista.

3.9.2.6.3 Medición y abono de excavaciones subterráneas

El límite entre las excavaciones a cielo abierto, en zanja o pozo y las excavaciones subterráneas vendrá definido por el plano de la pared del pozo o de la boquilla de la que arranque el túnel y que estará reflejada en los Planos.

En cualquier caso, el límite será fijado por escrito por la Dirección de Obra.

El cálculo de los volúmenes de abono se realizará de la manera siguiente:

Los Planos de Ejecución definirán dos perfiles o secciones transversales tipo: "G" de gálibo y "A" de abono. El contorno "A" envuelve al "G".

Salvo modificación expresa en el P.P.T.P., en el caso de ejecutar la excavación por medios convencionales la sección de abono (A) estará separada de la del gálibo (G) 10 cm., y en el caso de excavación en túnel o pozo por medios mecánicos la sección de abono (A) coincidirá con la de gálibo, si la perforación se realiza con máquina de ataque a plena sección, o máquina perforadora de realce en pozos, y estará separada 5 cm. si se perfora con máquina de ataque puntual (rozadora).

El volumen a abonar será definido por el perfil "A" y por la longitud de la excavación en túnel realmente ejecutada.

No se aplicará suplemento por distancias a las bocas de ataque.

Los precios de excavación en túnel o pozo incluyen todas las operaciones siguientes.

Todas las labores de arranque, ya sea por medios mecánicos o con excavación convencional, incluso en su caso el precorte o recorte si lo exigiera la Dirección de Obra, el saneo y refino de las paredes de la excavación subterránea.

La carga de escombros, su transporte a boca, extracción al exterior de ésta última y el acopio temporal en sus cercanías, incluyendo las operaciones de acondicionamiento y cuidados de dichos acopios mediante las operaciones necesarias para asegurar su estabilidad y evitar deterioros en la zona, así como la posterior limpieza y restitución del área afectada a sus condiciones originales.

No está incluido en esta unidad el transporte de escombros a vertedero ni el canon de vertido.

Están incluidos en los precios de excavación subterránea, la excavación para cunetas de saneamiento y drenaje, los nichos apartaderos, sobre anchos para cruces de vías o vehículos, las rampas, escaleras, y en general toda la excavación fuera del perfil de abono, que el Contratista necesite realizar para ejecutar las obras. Así mismo están incluidos en los precios, los agotamientos hasta un caudal de 50 litros por segundo, la iluminación, ventilación, telefonía, labores de auscultación, así como la limpieza de las paredes de la roca con chorro de agua a presión, cuantas veces lo requiera la Dirección de Obra.

Se considerarán repercutidos en los precios de excavación subterránea, no siendo objeto de abono independiente, los costes derivados de la ejecución de los pozos de ataque en todo el volumen que fuera necesario, incluyendo tales costes los correspondientes a: demoliciones, excavaciones, sostenimientos (muros pantalla, tablestacados, entibaciones, anclajes, bulones, gunitados, etc.), las obras de fábrica auxiliares (rampas, muros, macizos de cimentación, losas y vigas de apoyo, etc.), así como el posterior relleno de los pozos y la restitución del terreno a su estado original.

Si todo o parte del volumen ocupado por los pozos de ataque, en los primeros 15 metros de su longitud contados a partir del origen del túnel, fueran necesarios para la ubicación de elementos de obra definitivos tales como: cámaras de acceso, registros, colectores, etc., se considerará que las unidades de obra necesarias para crear el volumen coincidente (excavaciones y demoliciones, sostenimientos, rellenos y reposición de pavimentos) ya han sido abonadas, por lo que el contratista no podrá reclamar su pago. Sí serán de abono de acuerdo con el Cuadro de Precios las unidades nuevas, es decir, hormigones, encofrados, armaduras, etc. en el caso de obras de fábrica, apoyos y tuberías en el caso de colectores.

Por el contrario de los elementos de obra definitivos, a instalar fuera de los 15 m. definidos y aunque fueran coincidentes en todo o parte con el pozo de ataque, se abonarán íntegramente todos sus componentes, de acuerdo con las secciones tipo definidas en el Proyecto y con los precios del Cuadro de Precios que le fueran aplicables, es decir, tal y como si el recinto creado por el pozo de ataque no existiera.

Las mermas de rendimiento que, en las excavaciones subterráneas, pudieran ocasionarse como consecuencia de variaciones en las condiciones de trabajo, frecuentes en este tipo de obra, tales como: cambios en la estructura y características de la roca (grado de diaclasado, resistencia, abrasividad, etc.), irrupciones en el frente (agua y fango), necesidad de intensificar o variar el tipo de sostenimiento, labores de reconocimiento del frente de excavación (sondeos), etc., están incluidos en los precios de excavación y no podrán ser reclamadas por el Contratista para abono suplementario en ningún caso.

3.9.3 Sostenimiento en excavaciones subterráneas

3.9.3.1 Definición

Se entenderá por sostenimiento el conjunto de elementos a colocar en la sección excavada para garantizar su estabilidad. Podrán ser metálicos, metálicos con placas de hormigón o de enfilaje, hormigón proyectado, pernos de anclaje, chapa tipo Bernold, o de otros materiales que admita la Dirección de Obra.

Si se emplean cerchas metálicas el recubrimiento mínimo de hormigón será de 15 cm.

3.9.3.2 Sistemas de Sostenimiento

3.9.3.2.1 Madera

Solo podrá utilizarse la madera como material de sostenimiento, cuando exista la autorización escrita de la Dirección de Obra y en caso de urgencia. Se colocará siempre de forma que sea posible el total relleno de los huecos del revestimiento de madera mediante inyecciones, salvo que sea posible su retirada.

El Contratista podrá utilizar la madera en galerías de avance cuando la excavación no se lleve a plena sección.

3.9.3.2.2 Pernos de anclaje

Si el terreno lo permite, el sostenimiento podrá ser realizado mediante pernos de acero anclados en roca sana a suficiente distancia de las paredes del túnel, galería o pozo, tesado o no, en función del empuje del terreno, con placas de anclaje.

3.9.3.2.2.1 Materiales

El conjunto de los pernos de anclaje corresponderá al producto estándar de una fábrica de reconocido prestigio. Los pernos de anclaje podrán ser, de dos tipos, A y B:

- El tipo A consistirá en un perno corrugado de 32 mm de diámetro, completamente embebido en resina de poliéster.
- El tipo B consistirá en un perno de 25 mm de diámetro y un anclaje de resina de polyester. En algunos sitios el conjunto será completamente embebido en lechada de cemento inyectado.

Cualquier otro tipo aprobado por la Dirección de Obra.

Los pernos que deban ser inyectados estarán provistos de medios adecuados para la inyección de la lechada de cemento y para la salida del aire.

Todos los pernos deberán ser roscados en una longitud mínima de 200 mm en un extremo.

Los materiales para los pernos de anclaje deben cumplir con los siguientes requisitos.

- Pernos. Tipos A y B. AEH-400, UNE 36068
- Placas de apoyo: A410 Grado B, UNE-EN10025
- Tuercas: CTE
- Fijación: Tipos A y B, Resina polyester. Tiempos endurecimiento (antes de tensionar):
- Rápido de 0,5 a 4 min. a 20º C
- Lento: 30 minutos a 20º C

Todo perno deberá ser suministrado con una placa de apoyo, una arandela de acero, una o dos arandelas biseladas y de una o dos tuercas según se requiera. Las placas de apoyo para los pernos de anclaje tipo A y B serán de 12x200x200 mm.

Las rocas de los pernos de anclaje y toda la superficie de las tuercas y arandelas deberán ser revestidas en fábrica, con una grasa plástica aprobada, del tipo usado para protección de barriles y que contenga sustancias que eviten su oxidación. Antes de su instalación toda la grasa de los pernos será removida.

3.9.3.2.2.2 Ejecución

Para la instalación se seguirán las instrucciones del fabricante de los pernos a menos que la dirección de la Obra lo indique de otro modo. Su instalación deberá ser aprobada por la Dirección de la Obra.

Los pernos se instalarán tan cerca como sea posible del frente de trabajo y distanciados del frente a no más de un diámetro del túnel.

Una cápsula de resina de polyester de fraguado rápido se insertará y empujará con el perno hasta el tope en la perforación. Sólo entonces comenzará la rotación del perno que deberá continuar por 5 a 15 segundos después de llegar al tope para asegurar la mezcla completa de la resina.

Después que los pernos se han sujetado en las perforaciones, y se ha esperado el tiempo apropiado para el fraguado, se colocarán en ellos las placas de apoyo, las arandelas y las tuercas hexagonales.

Las arandelas biseladas serán colocadas entre la placa de apoyo y la arandela de acero y luego ajustadas para proporcionar una superficie de apoyo, para la tuerca, perpendicular al perno. Una arandela de acero deberá ir inmediatamente antes de la tuerca poniéndose un lubricante aprobado entre ellas. Las rocas estarán libres de polvo, rebabas o cualquier materia extraña y serán bien lubricadas con un lubricante plástico aprobado, que evite la oxidación antes de la colocación de la tuerca.

La tuerca deberá enroscarse y girar libremente en el perno hasta ser ajustada al par de apriete especificado. La tensión no deberá disminuir con la inyección ni por cualquier otro motivo. Después de la instalación inicial, la Dirección de Obra podrá realizar inspecciones periódicas y chequeos de valor del apriete, pues en caso necesario los pernos deberán tensarse nuevamente al valor prescrito con la llave de apriete apropiada.

Los pernos tipo B que se encuentren localizados hasta 10 m. del frente de voladuras deberán ser chequeados al apriete; y en caso necesario, reajustados al valor prescrito. Si algún perno no resiste el apriete especificado y desliza, deberá ser reemplazado. Se hará chequeo final, inmediatamente antes de la colocación del revestimiento de hormigón o de la inyección de la lechada de cemento.

3.9.3.2.2.3 Ensayos de control

La Dirección de Obra requerirá ensayos de comprobación de rutina de pernos no inyectados. Después de la colocación de 50 pernos de anclaje, la Dirección de Obra escogerá uno al azar, para su chequeo. El Contratista chequeará el apriete en el perno seleccionado para verificar que éste no es menor del 90% del apriete inicial aplicado. Si el valor del apriete fuera menor al tolerado, el Contratista deberá chequear (y completar si fuera necesario) el apriete en todos los 50 pernos del grupo.

3.9.3.2.2.4 Inyección

En donde los Planos o la Dirección de Obra ordene la instalación de pernos de anclaje inyectados, el Contratista deberá proporcionar todos los accesorios, y equipos necesarios para efectuar dicha inyección después de instalados los pernos. La placa de apoyo estará provista de los huecos necesarios para la inyección de la lechada de cemento, para el tubo de salida de aire y para el perno. El programa de inyecciones se someterá a la aprobación de la Dirección de Obra y deberá ser coordinado por el Contratista, según el progreso de la excavación y, en su caso, de las voladuras.

Después de la colocación del perno de anclaje, los huecos del perno deberán ser empacados o sellados en la superficie de la roca, para mantener la presión de la inyección. La lechada de cemento será inyectada a una presión no mayor que la requerida para rellenar el hueco adecuadamente.

Se considerará que el perno ha sido inyectado completamente cuando se produzca el retorno del cemento a través del orificio (o válvula) de ventilación.

La lechada consistirá en cemento mezclado con agua, en una relación aproximada de 0,4 en peso. La lechada deberá ser mezclada durante un tiempo mínimo de 3 minutos, en una batidora de alta velocidad, y luego tamizada en forma húmeda, a través del tamiz nº14, antes de su aplicación en el hueco del perno de anclaje.

3.9.3.2.2.5 Protección del personal

El método de protección que elija el Contratista para sus trabajadores, antes o durante la instalación de los pernos de anclaje, deberá ser tal, que no comprometa o estorbe la instalación y eficacia de los mismos pernos. El Contratista presentará a la Dirección de Obra los planes de protección concernientes para su aprobación. Esta aprobación estará de acuerdo con la intención de estas especificaciones y no relevará al Contratista de su responsabilidad en la buena ejecución de estos trabajos.

3.9.3.2.2.6 Medición y abono

Los pernos de anclaje se medirán y abonarán de acuerdo a las unidades siguientes:

- Por ml. de perforación de taladro.
- Por kilogramo de acero en pernos de anclaje

3.9.3.2.3 Cerchas metálicas

3.9.3.2.3.1 Materiales

Si se realiza el sostenimiento con cerchas metálicas, éstas irán unidas entre sí y acuñadas contra el terreno, colocándose en su trasdós, enfilaje metálico, mallazo o piezas prefabricadas de hormigón si fuese preciso, para evitar desprendimientos de terreno entre las cerchas.

Las cerchas metálicas consistirán en perfiles de acero TH o I de ala ancha, curvadas en forma apropiada con sus elementos de amarre, miembros de compresión, láminas y cualquier otro elemento estructural de acero, completados por tornillos, tuercas, cuñas y demás accesorios requeridos para ensamblar los soportes de acero y mantenerlos en su sitio. El material de estas cerchas y elementos estructurales de acero será del tipo S 275JR.

3.9.3.2.3.2 Ejecución

El tipo de cerchas o el espaciamiento entre las mismas estará reflejado en los Planos del Proyecto a título indicativo, y podrá ser modificado a la vista de los resultados de la excavación a propuesta del Contratista y aprobado por la Dirección de Obra.

Cualquier cercha metálica que sea colocada inadecuadamente, o que sufra daño durante los trabajos ejecutados por el Contratista, deberá ser reparada o reemplazada en un máximo de 48 horas y previa notificación a la Dirección de Obra. La sujeción de los pies (bases) de la cercha será hecha con planchas de acero o bloques de hormigón de dimensiones suficientes para evitar asentamiento y movimientos laterales de la misma. Se podrán utilizar pernos de anclaje para fijar los pies de la cercha en la pared de la roca, según los Planos del Proyecto o apruebe la Dirección de Obra.

La unión longitudinal entre cerchas se hará con perfiles metálicos atornillados o soldados a la cercha.

Las cerchas serán fijadas sólidamente bloqueadas y aseguradas contra la superficie excavada, y estarán sujetas a permanentes revisiones (y reparaciones si es el caso) para mantenerlas en condiciones seguras.

3.9.3.2.3.3 Rellenos e inyecciones

Las cavidades que quedan entre el enfilaje y el terreno deberán rellenarse con hormigón o mortero.

El programa de inyecciones previsto en el Proyecto deberá ejecutarse de modo que se garantice el relleno de las cavidades del sostenimiento.

3.9.3.2.3.4 Medición y abono

Las cerchas se medirán y abonarán por Kg. de acero realmente colocado, incluyendo todas las operaciones y elementos auxiliares para su colocación

3.9.3.2.4 Anillos de hormigón

En caso de temerse fuertes empujes del terreno, difíciles de contrarrestar con entibaciones metálicas, y previa aprobación por escrito de la Dirección de Obra, se podrán construir anillos de hormigón. La Dirección de Obra podrá autorizar la ejecución como sostenimiento provisional de tramos de revestimiento definitivos, siempre que no se mengüe la calidad exigida de la obra de fábrica.

3.9.3.2.5 Hormigón proyectado

Se pueden emplear hormigones proyectados para obtener un revestimiento del terreno que endurezca rápidamente por la inclusión de un acelerador de fraguado. Este sostenimiento puede reforzarse colocando previamente una malla metálica sujeta con pernos de anclaje a la roca.

3.9.3.2.5.1 Generalidades

El hormigón estará constituido por una mezcla de cemento, áridos, agua y aditivos que será lanzada a presión sobre la superficie a cubrir. La capa proyectada se acomodará uniformemente a la roca, evitándose escurrimientos o desprendimientos y/o excesivo rebote. En donde no se indique en los Planos, el espesor del hormigón proyectado será determinado por la Dirección de Obra.

El equipo y método a utilizarse estará de acuerdo con estas especificaciones y con la norma ACI-506, o equivalentes.

El hormigón proyectado podrá ser aplicado tanto por mezcla en seco como por mezcla en húmedo. El Contratista previamente, deberá obtener la aprobación de la Dirección de Obra del método, del equipo y de la dosificación que se propone utilizar.

3.9.3.2.5.2 Ensayos previos

Los ensayos previos de la dosificación propuesta por el Contratista deberán realizarse con anticipación a la aplicación del hormigón proyectado en las obras definitivas.

Los ensayos se efectuarán en paneles cuadrados de 75 cm. de lado, con o sin armadura de refuerzo, similar a la que se empleará en obra. El número de paneles será por lo menos dos por cada tipo de dosificación y serán preparados y ejecutados en idéntica forma, espesor y posición del hormigón a colocarse en la obra, y con proyección del hormigón horizontal y vertical hacia arriba, sobre paneles verticales y horizontales respectivamente.

El Contratista obtendrá de ellos las muestras o testigos necesarios para efectuar ensayos de compresión que determinen la calidad del hormigón proyectado, la capacidad y calidad del equipo de mezcla y proyección, y los tiempos necesarios de mezclado.

3.9.3.2.5.3 Dosificación

El diseño de la dosificación será hecho por el Contratista y aprobado por la Dirección de Obra. La resistencia a alcanzarse será de 175 kp/cm2 a los 7 días. El contenido de cemento será de por lo menos 350 kg/m3. La relación de agua-cemento será entre 0,45 y 0,55.

La dosificación se hará por peso y con una precisión de $\pm$ 1%. La fidelidad del equipo de pesaje será de $\pm$ 0,5%. El mezclado de los materiales se realizará mecánicamente por un tiempo mínimo de 1,50 minutos, en forma completa y uniforme y en las cantidades necesarias para mantener un

abastecimiento ininterrumpido. Cuando se emplee el método de proyección de mezclas secas, el contenido de humedad de los áridos antes de la mezcla será del 3 a 6%.

Toda mezcla que no haya sido utilizada dentro de 45 minutos después de iniciado su mezclado será rechazada, a expensas del Contratista.

3.9.3.2.5.4 Ejecución

- Limpieza

Antes de la colocación del hormigón proyectado, las superficies deberán ser cuidadosamente limpiadas por medio de chorros alternados de aire y agua a presión. Se retirará de ellas todo material suelto, residuos o fragmentos de rocas, lodos, agua de escurrimientos, etc.

No se colocará el hormigón proyectado sobre superficies secas o polvorientas; éstas, una vez limpias, deberán ser mantenidas húmedas por lo menos durante 2 horas. Si la aplicación va a hacerse sobre capas antiguas de hormigón proyectado, éstas deberán ser auscultadas con golpes de martillo, para comprobar que no haya zonas sueltas que, en caso de existir, deberán ser picadas cuidadosamente y reemplazadas con el nuevo hormigón proyectado.

Si se utilizan mallas de refuerzo, se tendrán los mismos cuidados de limpieza antes indicados.

- Dosificación del agua

Cuando se utilice el proceso de mezcla seca para el hormigón proyectado, la dosificación del agua en la boquilla del equipo de proyección deberá ser tal, que la mezcla proyectada sea trabajable y produzca el mínimo rebote posible, evitándose posteriores escurrimientos o desprendimientos debidos a exceso de agua.

La presión del agua en la boquilla de salida de las mangueras de proyección, deberá ser por lo menos 1 Kg/cm2 mayor que la presión de aire comprimido empleado en el sistema y deberá mantenerse constante, uniforme y adecuada, para garantizar un eficiente mezclado del agua con el cemento y los áridos.

Tanto la presión del agua como la presión del aire comprimido del sistema serán controladas mediante manómetros.

- Aplicación

El hormigón proyectado se aplicará de modo continuo, no intermitente. En las zonas en que sea necesaria más de una capa, la siguiente se aplicará por lo menos 8 horas después de la primera.

La distancia de aplicación dependerá del método a utilizarse, pero será alrededor de 0,8 m. perpendicularmente a la superficie rocosa. Todo el material de rebote será desechado, a costa del Contratista.

Cuando el hormigón proyectado se suspenda, se conformarán juntas de construcción verticales y horizontales achaflanadas, de por lo menos 30 cm. de ancho, las cuales deberán ser limpiadas, antes de aplicar la nueva capa adyacente. No se permitirá la construcción de juntas cuadradas.

3.9.3.2.5.5 Curado

El hormigón proyectado deberá ser protegido de la pérdida de agua durante un tiempo mínimo de 7 días después de colocado, por la aplicación de uno de los siguientes métodos:

- Rociándolo continuamente con agua o cubriéndolo con agua.

- Cubriéndolo con una membrana de material sellante aprobado, que mantenga por lo menos el 90% del agua original de la mezcla.

Si la humedad relativa del aire en la superficie del hormigón proyectado fuera de 90% durante el tiempo mínimo especificado, no se requerirá de métodos especiales de curado.

3.9.3.2.5.6 Control de Calidad

El Contratista proporcionará todas las facilidades para que la Dirección de Obra efectúe el control de calidad que creyera conveniente, especialmente se hará un panel de ensayo en cada frente de trabajo y se extraerán testigos de aproximadamente 7,5 cm. de diámetro para efectuar controles de espesor y resistencia. Se efectuará un ensayo cada dos días de aplicación o como lo señale la Dirección de Obra.

A fin de garantizar la calidad de trabajo, el Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra, el personal encargado de la ejecución del hormigón proyectado.

Todo hormigón proyectado que no cumpliera con lo especificado, o que sufriera daño después de colocado, deberá ser reemplazado o corregido a expensas del Contratista.

3.9.3.2.5.7 Protección del personal

Los lugares de trabajo deberán ventilarse adecuadamente.

Se tendrá que combatir, de manera eficiente, la formación de polvo, seleccionando las máquinas apropiadas, así como de ventiladores y cortinas de roció.

3.9.3.2.5.8 Medición y Abono

El hormigón proyectado se medirá y abonará por m3 de volumen teórico proyectado de acuerdo con los Planos. Estos precios incluirán el costo de todos los materiales, cemento, áridos, agua, aditivos, equipos, herramientas y mano de obra necesaria para realizar la preparación, mezcla y colocación del hormigón, así como el suministro y la aplicación de los compuestos químicos o agua para su curado. El hormigón proyectado que rebote y se desperdicie no será ni medido ni abonado de forma separada. Su costo estará incluido dentro del costo del m3 de hormigón proyectado correctamente ejecutado.

3.9.3.2.6 Mallazo de acero

3.9.3.2.6.1 Materiales

La superficie excavada podrá recubrirse en los sitios en que las características de la roca lo aconsejen (roca con juntas muy próximas, muy fracturada, con astillamientos, o sujeta a la acción erosiva del aire) con una malla prefabricada de 100 x 100 mm de alambre nº9, fabricado conforme a la especificación ASTM 392 o similar.

3.9.3.2.6.2 Ejecución

Las distintas mallas se colocarán con un solape de al menos 15 cm.

La malla podrá ser colocada sobre los pernos de anclaje entre la superficie de la roca y la placa de apoyo o bajo la tuerca. Si la malla fuera a colocarse después de la instalación inicial de los pernos, deberá sostenerse en los pernos previamente instalados, mediante el uso de placas adicionales de acero y tuercas con puntos de soldadura. Inmediatamente antes de su colocación, por medio de cualquier perno previamente instalado, se comprobará que su par de apriete se corresponde con el especificado, sin que posteriormente sea necesario ninguna comprobación adicional. Aquellos pernos que con esta operación de sujeción de la malla resultasen flojos, deberán ser sustituidos. Toda malla que se utilice deberá quedar asegurada firmemente contra la roca.

Para sujetar la malla directamente contra la roca cuando no haya pernos de anclaje, se utilizarán redondos de sujeción de acero de 10 mm de diámetro y 60 cm de longitud, doblados en forma de lazo, de modo que penetren y queden introducidos aproximadamente 30 cm en una perforación realizada en la roca. Las perforaciones en la roca serán de 35 mm de diámetro y 30 cm de profundidad, normales a la superficie de la roca y localizadas en donde lo apruebe la Dirección de Obra. Antes de insertar la varilla sujetadora, la perforación deberá ser limpiada de todo residuo o material indeseable. Los redondos de sujeción se introducirán con un mortero epoxi y se sujetarán a la malla con un doblez.

Si el terreno lo permite se podrán colocar clavos SPIT o similar, para la sujeción de la malla.

3.9.3.2.6.3 Medición y abono

El mallazo se medirá por kg de acero en malla electrosoldada realmente colocada y se abonará por la misma unidad en la que estarán incluidas la parte proporcional de elementos de anclaje y atado, solapes y pérdidas por recorte de todos los elementos auxiliares necesarios para su correcta ejecución.

3.9.3.2.7 Chapas estampadas y perforadas (tipo Bernold)

3.9.3.2.7.1 Definición

Son chapas estampadas y perforadas que son utilizadas a la vez como encofrado perdido y como armadura pasiva ubicada en el sostenimiento en su cara interior.

Su sección en sentido longitudinal presenta nervios en forma de V., continuos en el sentido transversal del túnel, y alternando con ellos, ondulaciones alteradas hacia afuera y hacia adentro del plano de franjas de chapa, que permiten el solape de las mismas por yuxtaposición, sin dejar que se escape más que una pequeña parte del hormigón colocado en el trasdós.

El espesor de esta chapa será de 2 mm.

La resistencia a la tracción de sus nervios será a 3.700 kp/cm2.

El límite elástico del material terminado será 2.200 kp/cm2.

Su forma se adaptará a la exigida en los Planos.

3.9.3.2.7.2 Ejecución

Tan pronto como la excavación y la retirada del material excavado hayan sido concluidos, se colocarán una o dos cimbras metálicas de montaje, suficientemente resistentes, que servirán de apoyo a las chapas estampadas y perforadas, las cuales a su vez han de sostener el hormigón fresco del trasdós. Estas cimbras irán unidas entre sí mediante elementos metálicos que las arriostren y sirvan de apoyo a

las mencionadas chapas. Estas irán unidas, mediante solape y pernos a las chapas del anillo precedente. Asimismo, las chapas del mismo anillo irán unidas entre sí mediante solape de 18 cm. y pernos.

Simultáneamente a la colocación de las chapas, se colocará el hormigón entre la roca y la chapa por medio de bomba de hormigonar.

3.9.3.2.7.3 Hormigón del trasdós de las chapas estampadas y perforadas

- Definición

Este hormigón tendrá las siguientes características:

- Granulometría: entre 0 y 200 mm.
- Cemento: 350 kg/m3
- Resistencia a la compresión simple a los 28 días: 30 N/mm2
- Resistencia a la compresión simple a las 24 horas: 100 N/mm2
- Relación agua/cemento: 0,50
- Consistencia: Plástica/dura

- Ejecución

Una vez vertido el hormigón en el trasdós de la chapa, se vibra hasta que aquél se deslice por las ranuras de las chapas.

Seguidamente se progresa hacia arriba colocando la siguiente chapa y se hormigona su trasdós a continuación.

Hasta el ángulo de 100º a 120º aproximadamente, el hormigón se verterá desde arriba, y se vibrará inmediatamente.

El llenado de la clave se realizará por la parte frontal. En esta zona se rellenará todo el espacio vacío del hormigón, por medio de una bomba y se vibrará cuidadosamente. Después de un segundo llenado a 3 kg/cm2 de presión, se vibrará intensamente. Si quedan huecos se rellenarán mediante inyección.

Para facilitar la inyección, se podrán dejar colocadas tuberías metálicas rectas que lleguen hasta el contacto con la roca, serán protegidas con tela de saco en su final para que no las entre hormigón. Estas tuberías, atravesarán las chapas metálicas.

A fin de que el hormigón no pueda fluir entre la roca y la chapa, se colocará un encofrado frontal metálico. Se cuidará que la última pestaña de la chapa quede por fuera de este encofrado frontal y metálico para poder garantizar el entrelazado con el consiguiente anillo de chapa.

El descimbrado no se hará hasta pasadas 72 horas desde la terminación del hormigonado en clave.

3.9.3.2.7.4 Medición y Abono

Las chapas estampadas y perforadas se medirán por kilogramos realmente colocados, incluyendo el peso de los pernos de unión entre chapas.

El precio de abono incluirá todas las operaciones, montaje y unión de las chapas, incluyendo mano de obra, medios auxiliares y valor intrínseco de las mismas.

El hormigón del trasdós se medirá por m3 sobre Planos hasta la línea de abono, al precio de hormigón de sostenimiento del Cuadro de Precios.

El precio de abono incluirá todas las operaciones de colocación de cimbras metálicas, y de los elementos mecánicos entre las mismas, colocación y vibrado del hormigón, descimbrado y encofrado y desencofrado de la parte frontal. Así mismo, estarán incluidos en el precio los gastos de personal, medios auxiliares y el costo intrínseco del hormigón, incluido el que pueda escaparse por las ranuras de las chapas.

3.9.4 Hormigón de revestimiento de obras subterráneas

3.9.4.1 Definición

Se define como revestimiento de obras subterráneas el forro interior que forma el contorno de la sección tipo y resiste las cargas que produce el terreno al deformarse.

No se considera revestimiento los recubrimientos ornamentales de acabado.

En algunos casos este revestimiento definitivo no existe dejándose la sección con el sostenimiento (caso de utilizar gunita) o simplemente con la roca vista cuando ésta es de buena calidad y no tiene que realizar más función que la de mantener estable la excavación.

En las obras de saneamiento el revestimiento será siempre de hormigón armado.

3.9.4.2 Revestimiento de hormigón armado

Las características del hormigón para revestimiento de los túneles en la Red General de Colectores serán las que correspondan según la EHE.

Deberán prepararse previamente las superficies que hayan de ser revestidas, eliminando las rocas sueltas o fracturadas, así como los materiales sueltos, aplicando, si es preciso, chorro de arena, agua o aire. Deberán también procederse previamente a la captación de aguas de filtración y a canalizarlas hasta la red general de evacuación antes de hormigonar.

Se calafatearán las grietas que ordene la Dirección de Obra y se dejarán preparadas las tuberías de inyección de lechada, si procede.

Los encofrados no se colocarán en el tajo hasta que se haya terminado completamente el refino, de acuerdo con los perfiles o secciones tipo correspondientes, el saneo y la limpieza de las paredes y techo de la excavación.

La toma de perfiles definitivos y demás datos podrá realizarse antes o después de la colocación de los encofrados mediante acuerdo entre el Contratista y la Dirección de Obra.

Los encofrados y cimbras cumplirán lo prescrito en los correspondientes artículos del presente capítulo y en los Planos.

La Dirección de Obra indicará expresamente en qué obra y en qué forma se autoriza el uso de transportadores neumáticos de hormigón, en cuyo caso se definirán los límites de la curva granulométrica de los áridos y el tamaño máximo y mínimo del árido grueso que se acepta.

La distancia de transporte sin batido de hormigón quedará limitada, según el medio empleado, a los siguientes valores:

- Vehículo sobre ruedas: 150 m.
- Transportador neumático de hormigón: 50 m.
- Bomba de hormigón: 500 m.
- Cintas transportadoras especiales de hormigón: 200 m.

Cuando la distancia de transporte de hormigón fresco sobrepase los límites indicados anteriormente, deberá transportarse en vehículos provistos de agitadores.

En casos especiales podrá el Contratista proponer medidas para evitar la segregación de hormigón, los cuales previo ensayo, se someterán a la aprobación de la Dirección de Obra.

La colocación del hormigón en el tajo se realizará con ayuda de aparatos apropiados que eviten la segregación, la formación de bolsas de aire y la caída libre del hormigón desde una altura inadecuada, debiendo en todo caso ser previamente autorizado por la Dirección de Obra.

El tajo de hormigonado se llevará de manera continua en tramos lo más largos posibles sin sobrepasar los quince metros (15 m.) de separación entre juntas. No se aceptará en ningún caso el denominado "hormigón continuo", sin cierres frontales.

El cierre de clave del revestimiento del túnel o galerías será ejecutado siguiendo las normas que por escrito de la Dirección de Obra en consonancia con las instrucciones siguientes:

- Cuando la puesta en obra del hormigón sea a mano, el cierre de clave se hará por tramos de longitud no superior a dos metros y medio (2,5 m.) colocando encofrados provisionales que constituyan un tabique de cierre frontal de hueco de clave, hueco que se habrá dejado previamente mediante tableros longitudinales colocados radialmente en toda la longitud del tajo a hormigonar.
- Cuando se utilice cañón neumático o bomba de transporte de hormigón el cierre de clave se realizará en retirada de la tubería de transporte y finalmente se cerrará el frente del tramo con encofrados a través del cual pasará la tubería y se inyectará hormigón hasta que la lechada de mortero refluya por la junta del encofrado frontal contra el techo de la excavación.

El Contratista queda obligado a colocar por su cuenta los tubos para inyecciones o captación de manantiales, anclajes, tapajuntas y demás dispositivos que figuran en los planos de ejecución, o lo ordene la Dirección de Obra.

El Contratista presentará a la Dirección de Obra el programa de hormigonado del revestimiento de túneles, galerías, pozos y obras complementarias. Este programa se acompañará de los ensayos previos y característicos necesarios para la definición de la dosificación de los hormigones a emplear. La aprobación del programa y dosificaciones por parte de la Dirección de Obra, será necesaria para el inicio de los trabajos de hormigonado.

Una vez aprobados los planes por la Dirección de Obra, serán de obligado cumplimiento, incluidas las normas aclaratorias a las generales de este Pliego, que procedan.

En las excavaciones realizadas con voladura o excavación mecánica con rozadora, la distancia máxima entre el frente de excavación y el de hormigón de revestimiento definitivo, del que puede exceptuarse la solera en el caso de hormigonado en dos fases, será de ciento veinte metros (120 m.) y el tiempo que transcurra en cada lugar entre ambas operaciones no será superior a treinta días (30 d.) naturales.

La colocación del hormigón se hará por anillos de sección normal al eje del túnel, que se irá rellenando por capas horizontales de una altura inferior a la máxima que puedan consolidar los vibradores empleados y de una forma continua e ininterrumpida hasta la clave, sin que se produzca otra junta de hormigonado que la de las secciones extremas del anillo, normales al eje del túnel.

El hormigonado del túnel en dos fases, con una primera fase, de bóveda y hastiales y una segunda, de solera, o viceversa, solamente podrá efectuarse previa autorización expresa de la Dirección de Obra, en los tramos que ésta indique. En ningún caso será de abono la labor de limpieza, picado de juntas y tratamiento con resina epoxi ni cualquier otra operación de encofrado o manipulación de varillas de acero, u otras que se deriven de la operación en dos fases. La junta practicada será radial.

El hormigonado en dos fases solamente podrá efectuarse cuando se hayan excavado inicialmente o se efectúen posteriormente ensanchamientos de hastiales con las dimensiones que se indican en los

planos. En cualquier otro caso, el hormigonado se realizará de modo continuo en toda la sección y se abonará según las secciones de abono definidas para esta alternativa de hormigonado continuo.

En todos se eliminarán las afluencias de agua mediante captación. El sellado o inyección con lechada de cemento u otros productos que no se ponga en contacto con el hormigón fresco encofrado.

Para la determinación de la agresividad de las aguas y suelos exteriores al túnel, se realizarán ensayos de los mismos cada 100 m. de avance de túnel o galería, y siempre que se detecte que el agua o los suelos que atraviesen el túnel poseen distintas características.

El Contratista está obligado a hacer las operaciones precisas para que ninguna parte metálica del sostenimiento quede con un revestimiento de hormigón menor de quince (15) centímetros, y ello, sin alteración alguna de la línea de intradós que corresponda, por todo lo cual no percibirá cantidad alguna.

En las embocaduras y en la parte del túnel o galería hormigonada a cielo abierto el volumen de abono será el deducido estrictamente de las dimensiones de proyecto o de las instrucciones de la Dirección de Obra.

El hormigón de revestimiento se curará rociándolo con agua durante un tiempo mínimo de 7 días o cubriéndolo con una membrana de material sellante que impida la pérdida de agua. La solera se inundará siempre que se pueda o se cubrirá con una capa de arena húmeda. El procedimiento de curado se someterá a la aprobación de la Dirección de la Obra.

A lo largo de la ejecución de las obras y cuantas veces sea necesario, se harán limpiezas parciales de tajos e instalaciones, y al final de las inyecciones el Contratista deberá dejar la obra en perfecto estado de limpieza, sin que por ello perciba cantidad alguna.

3.9.4.2.1 Tratamiento de coqueras

Las coqueras que se presenten en los paramentos de hormigón, serán tratadas por el Contratista de acuerdo con su importancia y sin derecho a abono, de dos maneras distintas:

- En las de poca importancia superficial y que no pongan al descubierto armaduras, limpieza con agua, tratamiento con un látex de imprimación y relleno con mortero sin retracción fratasado.
- En las importantes por su superficie o por dejar al descubierto armaduras, picando el hormigón y lavándolo con agua, tratamiento con resina epoxi de imprimación y agarre, encofrado de la misma dejando bebederos y relleno con mortero sin retracción tipo "Betec" o similar.

3.9.4.2.2 Tratamiento de juntas

El revestimiento del túnel dispondrá de juntas estancas situadas en las juntas de construcción. Cuando no esté previsto colocar junta "Water Stop", la unión entre secciones hormigonadas en fases sucesivas se hará dejando una acanaladura trapezoidal definida en los planos y hormigonándose a tope contra la superficie ya fraguada anteriormente, previa imprimación con resina epoxi. Una vez fraguadas ambas secciones, se espera el mayor tiempo posible para dar lugar a la aparición de retracciones. Entonces se procederá a limpiar y rellenar el berenjeno transversal con un mortero epoxi sin retracción o mortero de látex, de manera que resulte tras el proceso una junta estanca. Cuando la longitud del encofrado utilizado por el Contratista sea menor que la prevista en proyecto y, en consecuencia, el número de juntas de construcción sea mayor, todas ellas se ejecutarán de la forma antes especificada, no siendo de abono el incremento resultante.

En las juntas de dilatación no se aplicará resina epoxi sobre el hormigón endurecido, y se cortarán las armaduras.

3.9.4.2.3 Tolerancias en el hormigonado

La variación máxima admisible de las dimensiones del interior del túnel o pozo terminado respecto al teórico del Proyecto, será de 10 mm.

El espesor del revestimiento, no podrá ser menor que el de las secciones tipo de Proyecto, en ningún punto del mismo.

El recubrimiento mínimo del hormigón sobre las cerchas será de 15 cm.

La desviación máxima absoluta del túnel terminado será:

- En rasante $\pm$ 10 mm.
- En alineación horizontal $\pm$ 20 mm.

La máxima inclinación de los pozos será 1/300.

3.9.4.3 Medición y abono

El hormigón en revestimiento se medirá por metros cúbicos (m3) aplicando la sección teórica que figura en los planos a la longitud de la señalada sección.

3.9.5 Encofrados y desencofrados en obras subterráneas

Los moldes y encofrados serán metálicos o de otro material que reúna análogas condiciones de eficacia a juicio de la Dirección de la Obra.

Tanto las uniones como las piezas que constituyan los encofrados, cimbras y apeos, deberán poseer la resistencia y la rigidez necesaria para que, con la puesta del hormigón prevista no se produzcan movimientos locales de más de cinco milímetros.

Las superficies interiores de los encofrados deberán ser lo suficientemente uniformes y lisas para lograr que los paramentos de hormigón no presenten defectos, bombeos, resaltos, o rebabas de más de cinco milímetros y no permitir las fugas de lechada. La chapa que forma la superficie interior del encofrado debe tener al menos 2 mm de espesor.

Si los encofrados tienen un dispositivo de fijación en el interior del hormigón, este dispositivo se proyectará de manera que ningún elemento del mismo sobresalga del paramento. Los agujeros que puedan quedar se rellenarán con mortero inmediatamente después de realizar el desencofrado.

En los encofrados se dejarán ventanas para poder introducir los vibradores.

Los encofrados no se colocarán hasta que se haya terminado completamente el refino, de acuerdo con los perfiles o secciones tipo correspondientes, el saneado y la limpieza de la excavación.

El encofrado se mantendrá el tiempo necesario para que la resistencia del hormigón alcance un valor superior a dos veces el necesario para soportar los esfuerzos que aparezcan al desencofrar.

Los productos que se apliquen para facilitar el desencofrado no contendrán substancias agresivas para el hormigón.

3.9.5.1 Medición y Abono

Se medirá y abonará por m2 de encofrado de revestimiento de túneles y obras subterráneas, para cualquier sección i/ cimbra o carro autoportante

3.9.6 Agotamiento en obras subterráneas

3.9.6.1 Ejecución

En los túneles perforados en sentido ascendente se dará salida a las aguas de filtraciones y de perforación directamente o por medio de cunetas.

En los túneles perforados en sentido descendente y ascendente con pendiente menor de 1/1000 se dispondrán cada 100 metros aproximadamente pocillos de recogida de aguas que se llevarán a ellos por cunetas en contrapendiente y bombas para su elevación.

3.9.6.2 Condiciones de vertido

Se deberán cumplir los requisitos recogidos en el artículo 3.1, en el que se establecen las condiciones mínimas de calidad de las aguas a verter en cauce público o red general del CABB.

3.9.6.3 Medición y abono

El agotamiento hasta un caudal de 50 l/s se considerará incluido en el precio de excavación, con todas las labores de captación, pozos, cunetas, los medios auxiliares, mangueras, codos, llaves, etc., y en general todas las operaciones necesarias para la evacuación de las aguas, incluso, si es preciso, su decantación antes de verterlas en cauces públicos o colectores.

Si el caudal supera los 50 l/s se abonará a partir de dicho caudal el suplemento correspondiente por m3 de excavación, no considerándose a efecto de abono el incremento de caudal, cuando se origina de forma ocasional, como consecuencia de la aparición de bolsas de agua que posteriormente van remitiendo hasta su desaparición.

La Dirección de Obra podrá ordenar la realización de obras de captación e impermeabilización que juzgue oportunas para mejorar las condiciones de trabajo.

3.9.7 Desprendimientos en obras subterráneas

3.9.7.1 Definición

Se consideran desprendimientos abonables los que se produzcan sin provocación directa y siempre que el Contratista haya observado todas las prescripciones relativas a la excavación, tanto con voladuras como mecánicas, sostenimiento y secuencia de hormigonado, y haya efectuado un saneo completo de las superficies resultantes de la excavación.

En ningún caso será de abono cualquier desprendimiento procedente de una corona de deslinde concéntrica con la sección tipo y formada por la línea de abono como perímetro interior y con un espesor hacia el exterior de treinta centímetros (30 cm.) medido radialmente.

Cuando el desprendimiento se considere abonable el volumen se contabilizará a partir de la sección de abono y no a partir de la corona de deslinde.

En las excavaciones realizadas con voladura o excavación mecánica con rozadora, la distancia máxima entre el frente de excavación y el de hormigón de revestimiento definitivo, del que puede exceptuarse la solera en el caso de hormigonado en dos fases, será de ciento veinte metros (120 m.) y el tiempo que transcurra en cada lugar entre ambas operaciones no será superior a treinta días (30 d.) naturales.

En los tramos en que se incumpla alguno de dichos intervalos de tiempo y distancia, será, por cuenta del Contratista y por lo tanto no serán de abono las entibaciones, la extracción de desprendimientos, la construcción de revestimiento o manguitos cobertores, la colocación de bulones de cosido del terreno

y cualquier otra operación o estructura de sostenimiento del terreno que el Contratista se vea obligado a efectuar por su cuenta o por orden de la Dirección de Obra, de acuerdo con las prescripciones del presente Pliego.

El Contratista tendrá derecho al abono de todas estas operaciones, en las condiciones reseñadas en los apartados respectivos en el tramo en el que aún no se hayan agotado la distancia o el plazo preceptivo, aunque hayan sido incumplidos en el tramo precedente.

Se exceptuará de la limitación anterior el caso de acaecimiento de desprendimientos masivos, entendiendo como tales los que se produzcan por encima de ciento cincuenta metros cúbicos (150 m3) en un tramo inferior a cinco metros (5 m.) o de treinta metros cúbicos por metro lineal (30 m3/ml.) de túnel, en cualquier tramo.

El abono de los desprendimientos masivos en los tramos de incumplimiento de intervalos preceptivos se efectuará cuando haya acaecido de modo imprevisto y hayan sido cumplidas las instrucciones de la Dirección de Obra. El volumen abonable será todo el que supere las cifras antedichas, tanto en extracción de desprendimientos como en materiales de relleno.

No serán abonables en este caso las operaciones especiales que haya de efectuar distintas de las anteriores ni las estructuras que haya que construir para defensa y protección del túnel o para continuar su ejecución.

En los casos que sean de abono el Contratista está obligado a efectuar las operaciones de sujeción del terreno que le ordene la Dirección de Obra.

En los casos en que no sean de abono, el Contratista tendrá la misma obligación en casos de emergencia, cuando quede peligrosamente afectada la seguridad en el trabajo o cuando sea manifiesta la incompetencia o negligencia del Contratista en esta labor específica, en cuyos términos deberá constar la correspondiente orden escrita de la Dirección de Obra.

El Contratista estará siempre en el derecho de sustituir las operaciones y estructuras de sujeción que se le ordenen por el revestimiento de hormigón de túnel, excepto en caso de emergencia.

El Contratista está obligado a la extracción, transporte y vertido en escombrera de todos los desprendimientos que se produzcan, sean o no de abono.

3.9.7.2 Medición y Abono

El volumen abonable será el obtenido por medición directa sobre el terreno por fuera de la sección de abono. Si no fuera posible la medición sobre el terreno, se estimará el volumen abonable reduciendo a su setenta por ciento (70%) el que se extraiga.

Se abonarán por m3 al precio correspondiente, estando incluido en el mismo todas las operaciones descritas para las excavaciones.

3.9.8 Ventilación en túneles

El Contratista asegurará una ventilación constante y suficiente para garantizar un nivel suficiente de oxígeno y eliminar los gases tóxicos e inflamables y partículas de polvo.

La ventilación del túnel deberá garantizar, como mínimo, las siguientes condiciones:

- El contenido de dióxido de carbono en el aire no superará el 0,5 por ciento en volumen.
- El contenido de monóxido de carbono en el aire no será mayor de 0,01 por ciento en volumen.
- El contenido de oxígeno en el aire no será menor que el 20 por ciento en volumen.

- La proporción de partícula de polvo, susceptibles de inhalar por respiración, será menor de 4 miligramos por metro cúbico.
- El contenido de sílice respirable no será mayor de 0,25 miligramos por metro cúbico.
- El contenido de cualquier gas inflamable no superará la cuarta parte del límite más bajo de mezcla explosiva en el aire.
- Se asegurará un número de renovaciones totales por hora superior a 10, con una velocidad de circulación del aire inferior a 0,75 m/s.
- Se cumplirá en todo caso con lo que disponga la normativa vigente en el municipio donde se ubique la obra, si aquella fuera más restrictiva que la correspondiente de ámbito supramunicipal.

La Dirección de Obra podrá exigir al Contratista cálculos justificativos del cumplimiento de estas condiciones, también podrá exigir la instalación en los túneles de aparatos de medición para comprobar el cumplimiento de las limitaciones previstas en este Pliego y las que pudiese imponer la Dirección de Obra.

3.9.9 Iluminación en túneles

En todos los túneles y pozos se instalará iluminación eléctrica, que, como mínimo, asegurará un nivel lumínico de 16 lux.

3.9.10 Control y auscultación del túnel

Para realizar un correcto control de carácter geológico-geotécnico, será necesario que toda la información recogida, tanto de tipo numérico (buzamiento, valores de índice, etc.) como observaciones sobre características e incidencias, queden archivadas, para que, en cualquier momento, se pueda reconstruir con toda precisión las particularidades geológicas en cualquier punto del trazado, aunque esté ya colocado el revestimiento y, por tanto, no pueda efectuarse una observación directa.

El archivo constará de fichas codificadas y gráficos de seguimiento, en los que deberá quedar reflejada toda la información obtenida.

Para un mismo punto deberá controlarse por lo menos los siguientes parámetros o características:

- P.K. y fecha en que se realiza la observación.
- Litología de material perforado. Toma de muestra.
- Datos estructurales. Dirección y buzamiento.
- Fallas: dirección, buzamiento y características de las mismas (sentido, brechas, agua, etc.).
- Discontinuidades: dirección, buzamiento y sistema preferente.
- Presencia de agua en el terreno: seco, goteo, etc.
- Grado de alteración del material.
- Resistencia de la matriz: índice de carga puntual.
- Índice de fracturación: m2 de superficie de diaclasa por m3 de roca.
- Tipo de revestimiento colocado.
- Alcance del frente: m/día.
- Consumo de explosivo: kg/ml. de avance.

Aunque el control geológico-geotécnico del túnel correrá a cargo de la Dirección de Obra, el Contratista estará obligado a suministrar toda la información que posea y que sea de interés para el control geológico-geotécnico, como por ejemplo los tres últimos puntos de la lista anterior.

Esta información, así como cualquier otra de interés general, será entregada por el Contratista mediante partes diarios y mensuales.

En cuanto a la auscultación del túnel o control de la estabilidad de la excavación, se llevará a cabo mediante la medida de las deformaciones por convergencia, es decir, medición de las variaciones de la longitud existente entre puntos solidarios al terreno y dispuestos en un plano perpendicular al eje. En ese sentido, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- La sección de convergencia estará constituida por cinco puntos, uno en clave, dos en riñones, y dos en hastiales.
- Se efectuarán medidas con precisión de 0,1 mm.
- Inicialmente, y, con carácter orientativo, se instalarán perfiles cada 100 m. de túnel. Posteriormente la Dirección de Obra podrá estimar necesaria la colocación de perfiles de medición en todos aquellos puntos donde lo considere oportuno.
- Deberán ser instalados y medidos, por primera vez, inmediatamente tras el paso del frente.
- La frecuencia de medida será diaria durante la primera semana, disminuyendo paulatinamente en función de su evolución.
- Podrá dejarse de medir una determinada sección cuando su estabilización definitiva se prolongue durante un mes.
- Se ejecutará, para cada perfil, la correspondiente gráfica, en la que se reflejará la evolución de las deformaciones.

Si para la determinación de la competencia del sostenimiento para la estabilización de la excavación se han dispuesto las medidas de convergencia, para averiguar y cuantificar el comportamiento e interacción del terreno sobre el sostenimiento, se dispondrán los siguientes aparatos de medida:

- Células de presión radial: 2 colocadas en los riñones de la sección transversal.
- Extensómetros de varilla: 2 colocados en los riñones de sección transversal. Medirán los desplazamientos de 1, 2 y 5 m. Estos perfiles estarán lo más próximos posibles a los perfiles de las células de presión radial.
- Extensómetros de superficie: 3 colocados en clave y en hastiales. Se dispondrán sobre los mismos perfiles de las células de presión radial.

La Dirección de Obra podrá ordenar los perfiles de medida en los lugares que considere más idóneos y asimismo podrá incrementar o disminuir su número según su criterio.

El control geológico-geotécnico y la auscultación del túnel serán realizados por los facultativos que la Dirección de Obra determine, siendo el Contratista quien proporcione el soporte material necesario para que aquellos lleven a cabo su misión. Es decir, estos facultativos de la Dirección de Obra realizarán las funciones de dirección, medición, observación, análisis y demás trabajos de gabinete, mientras que el Contratista ejecutará todos los trabajos requeridos por aquellos (transporte de material, taladro, testigos, fijación de aparato de medida, etc.) facilitando asimismo todos los medios y ayuda requeridos. El Contratista no tendrá derecho al abono de tales trabajos, ya que el coste de los mismos se considera incluido en el precio del m3 de excavación.

El Contratista tendrá especial cuidado en respetar los puntos de medida, siendo el único responsable de su correcta conservación.

3.9.11 Perforaciones y sondeos mecánicos

3.9.11.1 Perforación para Inyecciones

3.9.11.1.1 Definición

Son taladros realizados en el terreno para inyectar a través de ellos lechadas, morteros o aditivos químicos para rellenos, consolidaciones, impermeabilización y/o mejoras del mismo.

3.9.11.1.2 Ejecución

Salvo autorización de la Dirección de Obra o especificación concreta del Proyecto de ejecución de las inyecciones, la perforación se realizará por percusión o roto-percusión. El empleo de la sonda se autorizará únicamente en los taladros de gran profundidad, más de veinte metros (20 m.) y en las rocas muy abrasivas en las que se haya comprobado la ineficiencia de la perforación ha roto-percusión.

Todos los taladros, antes de ser inyectados, serán lavados con agua y aire a presión, con el fin de eliminar el detritus de la perforación y los materiales finos contenidos en las fisuras y oquedades del terreno, que puedan ser arrastrados por el simple efecto del agua y aire. La presión de lavado no será superior a la máxima admitida para la inyección.

En algunos casos se podrán prescribir procedimientos de lavado enérgicos, a fuerte presión y utilizando dispersantes de la arcilla, pero en estos casos se prestará especial atención en evitar dislocaciones del terreno.

Mientras se realizan las operaciones de lavado de los taladros individualmente o por grupos de taladros, se mantendrán perforados y abiertos los taladros próximos para dar fácil salida al agua sucia y evitar someter al terreno a presiones intersticiales en zonas extensas.

3.9.11.1.3 Tolerancias

La desviación máxima admitida en los taladros a percusión será el diez por ciento (10%) de su longitud. En los taladros con sonda la desviación máxima no sobrepasará el cinco por ciento (5%) de su longitud.

Los errores en la inclinación de los taladros, medida en sus dos primeros metros (2 m.) no será superior a dos grados sexagesimales (2º).

La tolerancia en la situación del emboquille del taladro será la siguiente:

- En paramentos de hormigón: cinco centímetros (0,05 m.).
- En el terreno: quince centímetros (0,15 m.).

3.9.11.1.4 Medición y Abono

Las perforaciones para inyecciones se medirán y abonarán según los criterios indicados en el Capítulo 3.7.11. de este pliego.

3.9.11.2 Perforación para Drenaje

3.9.11.2.1 Definición

Son taladros realizados en el terreno para evacuar el agua contenida en el mismo o disminuir la presión del agua.

3.9.11.2.2 Ejecución

La ejecución será análoga a la de los taladros para inyecciones excepto su diámetro que no será inferior a 50 mm para facilitar la limpieza y no se obturen. En estos taladros no será necesario el lavado con agua.

3.9.11.2.3 Tolerancias

Análogas a las de los taladros para inyección.

3.9.11.2.4 Medición y Abono

En los taladros se medirá la longitud realmente perforada. Para ello, a la terminación de cada taladro previo aviso del Contratista, se medirá la longitud del taladro cuando éste sea accesible a la medición directa o, en caso contrario, la longitud del varillaje utilizado.

Se abonarán mediante la aplicación del precio unitario correspondiente por metro lineal perforado. En este precio habrán de quedar englobadas todas las operaciones precisas para que el taladro sea útil para el fin propuesto.

3.9.11.3 Prospección mecánica para reconocimiento del frente de la excavación en túneles

En los tramos indicados en el Proyecto o cuando lo disponga la Dirección de Obra se efectuará una prospección de perforación mecánica con cualquier dirección de la sonda en el frente de ataque de la excavación.

3.9.11.3.1 Ejecución

La prospección se hará con extracción de testigo con una sonda de diámetro no menor de cincuenta milímetros (50 mm).

La perforación se llevará adelantada del frente de excavación una distancia que en ningún momento bajará de cinco metros (5 m).

El Contratista podrá efectuar dicha perforación en cualquier momento, incluso fuera de la jornada laboral siempre que se disponga de las oportunas autorizaciones reglamentarias.

Los testigos extraídos se ordenarán en cajas adecuadas que se pondrán a disposición de la Dirección de Obra.

3.9.11.3.2 Tolerancias

Serán análogas a las de los sondeos de reconocimiento.

3.9.11.3.3 Medición y Abono

La perforación con extracción de testigos en frente de ataque se abonará por aplicación de los precios correspondientes a los metros lineales de perforación, de acuerdo con los Planos del Proyecto o las instrucciones de la Dirección de Obra.

En dicho precio se incluyen todas las operaciones de traslado a obra e implantación de la sonda, entubado, perforación, traslado y ordenación de las muestras y pérdidas de rendimiento que pudieran imputarse a dicha perforación.

El precio es así mismo aplicable a cualquier tipo de terreno, inclinación de la sonda y horario de trabajo que adopte el Contratista para dicha actividad.

Si la Dirección de Obra realiza por sí mismo o mediante terceros los sondeos anteriores, el Contratista facilitará los medios necesarios (transporte, agua, electricidad, etc.) sin costo adicional.

3.9.12 Inyecciones

En todo lo referente a las inyecciones será de aplicación lo que se establece en el Artículo 3.19 del presente Pliego.

3.10 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

3.10.1 Aspectos generales y planificación

El Contratista presentará una planificación desglosada, con indicación expresa, como mínimo de los siguientes puntos para cada diámetro:

- Número de la obra de fábrica, macizo de giro o PK entre los que está comprendido el tramo con indicación de su longitud real.
- Características de la tubería.
- Plan de fabricación.
- Número de tubos y piezas especiales que lo componen de cada presión.
- Fecha prevista de envío a obra - Acopio.
- Fechas de comienzo y final de montaje en zanja con desglose de las operaciones intermedias.
- Rellenos en sus diferentes fases.
- Medios materiales, maquinaria y personal para acopios. Puesta en zanja de tubería y piezas especiales, montaje, soldadura, recibido de juntas, rellenos, etc. con especificación de los rendimientos medios previstos para el cumplimiento de los plazos establecidos.

El Contratista deberá presentar esta planificación en el plazo de quince días naturales a partir de la fecha de comunicación escrita de la adjudicación de las obras por parte de la Propiedad.

Control de Calidad

El Contratista presentará a la Dirección de Obra el Plan de Control de Calidad correspondiente a todos y cada uno de los trabajos que son necesarios para la realización de la recepción en obra y del montaje de las tuberías.

Los puntos de control que como mínimo se establecerán serán, según los casos, los siguientes:

- Comprobación en la descarga de los tubos y piezas especiales a su llegada a obra.
- Desperfectos, grietas, fisuras, coqueras, graveras, etc. de las piezas de hormigón.
- Desperfectos en piezas metálicas, boquillas, bridas.
- Homologación de procedimiento de soldadura.
- Homologación de soldadores.
- Preparación de bordes para soldaduras a tope.
- Separación mínima/máxima entre chapas solapadas para soldar (boquillas entre tubos), en tuberías de hormigón.
- Electrodos a utilizar y tipo.
- Otros tipos de soldadura en otros materiales.
    - Dosificación, ejecución y curado en juntas internas y exteriores, en tuberías de hormigón.
    - Alineación tuberías en zanja.
    - Nivelación tuberías en zanja - Rasantes.
    - Control de calidad soldaduras.
        - Inspección visual.
        - inspección por líquidos penetrantes.
        - Inspección por radiografías.
        - Otros medios de inspección.
    - Control de calidad de la protección de las tuberías.

Autorización de envío a obra

Las tuberías, accesorios y materiales de juntas deberán ser inspeccionadas, por el departamento de Control de Calidad del Fabricante, en orden a asegurar su perfecto estado y la correspondencia con lo solicitado en el Proyecto. En la hoja de expedición figurará la autorización y conformidad del responsable del Control de Calidad del Fabricante y será entregada a la Dirección de Obra.

En los casos en que la Dirección de Obra efectúe, con personal destacado en obra, la inspección de la fabricación, la autorización de envío deberá tener además su firma de conformidad.

3.10.2 Transporte, carga y descarga de tuberías

3.10.2.1 Generalidades

Las tuberías, accesorios y materiales de juntas deberán ser inspeccionados en origen para asegurar que corresponden a las solicitadas en los planos.

El Contratista deberá someter a la aprobación del Director de Obra el procedimiento de descarga en obra y manipulación de los tubos.

Para el transporte, carga y descarga sólo se permitirán soportes, equipos y/o dispositivos que no produzcan daños a las tuberías y sus correspondientes accesorios.

No se permitirá el arrastre o rodadura de las tuberías, ni su manejo con brusquedad o provocando impactos.

Con bajas temperaturas y heladas se adoptarán precauciones especiales para el manejo de aquellas fabricadas con materiales termoplásticos.

Los tubos se descargarán siempre en un lugar donde no molesten o donde no puedan ser dañados por los vehículos y máquinas que circulen cerca de éstos.

Si lo tubos se descargan directamente en obra se colocarán los tubos a lo largo de la excavación, al lado opuesto a los escombros, dirigiendo los enchufes aguas arriba.

En caso de que en alguna de estas maniobras algunas de las tuberías quedaran dañada, a juicio de la Dirección de Obra, ésta quedará rechazada.

3.10.2.2 Tuberías de hormigón

El transporte desde la fábrica a la obra no se iniciará hasta que haya finalizado el período de curado.

La manipulación y acopio de los tubos deberán efectuarse de forma que las tensiones producidas en estas operaciones no superen el 50% de la tensión máxima prevista en servicio.

La manipulación de los tubos en fábrica y transporte a obra deberá hacerse sin que sufran golpes o rozaduras. Se depositarán sin brusquedades en el suelo, no dejándolos caer; se evitará rodarlos sobre piedras, y en general se tomarán las precauciones necesarias para su manejo de tal manera que no sufran golpes de importancia.

No se admitirán para su manipulación dispositivos formados por cables desnudos ni por cadenas que estén en contacto con el tubo. El uso de cables requerirá un revestimiento protector que garantice que la superficie del tubo no queda dañada, su manipulación se realizará por dos lugares, situados a 1/5 de la longitud total. Es conveniente la suspensión por medio de bridas de cinta ancha con el recubrimiento adecuado. Se prohíbe la suspensión del tubo por un extremo y la descarga por lanzamiento.

Para el transporte los tubos se colocarán en el vehículo en posición horizontal y paralelamente a la dirección del medio de transporte. Cuando se trata de tubos de cierta fragilidad en transportes largos, sus cabezas deberán protegerse adecuadamente, se transportarán sobre unas cunas de madera que

garanticen la inmovilidad transversal y longitudinal de la carga, así como la adecuada sujeción de los tubos apilados, que no estarán directamente en contacto entre sí, sino a través de elementos elásticos, como madera, gomas o sogas.

Tanto en el transporte como en el apilado se tendrá presente el número de capas de tubos que puedan apilarse de forma que las cargas de aplastamiento no superen el 50% de las de prueba.

Para el transporte, carga y descarga sólo se permitirán soportes o dispositivos que no produzcan daños a las tuberías o sus accesorios.

Al proceder a la descarga conviene hacerlo de tal manera que los tubos no se golpeen entre sí o contra el suelo. Los tubos se descargarán a ser posible cerca del lugar donde deben ser colocados en la zanja, y de tal forma que puedan trasladarse con facilidad al lugar de empleo. Se evitará que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados.

Se recomienda siempre que sea posible descargar los tubos al borde de zanja, para evitar sucesivas manipulaciones, en el caso de que la zanja no estuviera abierta todavía, se colocarán los tubos siempre que sea posible, en el lado opuesto a aquél en que se piensen depositar los productos de la excavación y de tal forma que queden protegidos del tránsito, de los explosivos, etc.

En caso de tubos de hormigón recién fabricados no deben almacenarse en el tajo por un período largo de tiempo en condiciones que puedan sufrir secados excesivos o fríos intensos. Si fuera necesario hacerlo se tomarán las precauciones oportunas para evitar efectos perjudiciales en los tubos.

Para aumentar la seguridad de los trabajos de descarga, manipulación y colocación de los tubos, a partir de DN 1500 (incluido) y hasta DN 3000, los tubos irán provistos de arteones de descarga y manipulación (también llamados bulones). En obras de hinca, una vez colocado el tubo sobre el bastidor de empuje, se deberá rellenar el hueco del bulón con un mortero de fraguado rápido tipo SIKA1 o similar.

3.10.2.3 Tuberías de gres

En lo que respecta al transporte, carga y descarga de la tubería de gres se seguirán las instrucciones dictadas por el suministrador, así como las normas habituales de buenas prácticas.

3.10.2.4 Tuberías de fundición y acero

Los camiones descubiertos estarán adaptados al transporte de tubos y su plataforma tendrá un largo suficiente para que los tubos no sobresalgan.

Si los remolques llevan teleros, éstos tendrán una resistencia suficiente para compensar la presión lateral ejercida por los tubos. Se recomienda disponer, como mínimo, de 3 teleros por fila y se aconseja prever soportes para los tubos a partir de DN 400.

El Contratista a la llegada del camión a obra en presencia del transportista o de su representante, examinará de cerca el estado del vehículo, así como el estado de la carga, asegurándose que los productos y las cuñas de protección no se han movido.

En caso necesario se constatarán los daños o faltas.

Para efectuar la carga y descarga se colocará la flecha de la grúa justo encima del camión con el fin de levantar los tubos verticalmente. Se maniobrará suavemente y se evitarán los balanceos, golpes contra paredes u otros tubos, contactos bruscos con el suelo, así como el roce de los tubos contra los teleros para preservar el revestimiento exterior. Estas precauciones son tanto más necesarias cuanto más importantes sean las dimensiones, DN y longitud, o que éstos tengan revestimientos especiales. Se utilizarán ganchos de goma de forma adecuada revestidos con una protección de poliamida.

Si las tuberías estuvieran protegidas exteriormente (revestimientos bituminosos o plásticos) no se podrán manejar con cadenas o eslingas de acero sin protección que pudieran dañar la protección.

En ningún caso se depositarán directamente sobre el terreno.

No se harán rodar ni arrastrar los tubos sobre el suelo ni se dejarán caer desde el camión al suelo ni sobre neumáticos o arena.

3.10.2.5 Tuberías de PVC

Para la buena conservación de las tuberías y evitar su deterioro y deformación se deben observar las siguientes normas.

Deberán evitarse los movimientos bruscos, flechas importantes, balanceos, choques con piezas metálicas o de hormigón.

Se pondrá especial atención en evitar la excesiva tensión de los tirantes de arriostrado y la carga de materiales pesados sobre los tubos.

Se prestará especial atención en las operaciones de carga y transporte cuando éstas se realizan con temperaturas inferiores a 0ºC.

La descarga se efectuará sobre superficies planas, limpias de piedras o salientes que las puedan deteriorar, y quedarán debidamente calzadas y aseguradas contra el deslizamiento.

3.10.2.6 Tuberías de Polietileno

Para el transporte de rollos se procurará, en lo posible, que éstos estén colocados de forma horizontal, pudiéndose apilar varios de ellos. El de la parte inferior debe descansar sobre una superficie plana, exenta de salientes que pueda dañar el tubo.

En los casos de rollos de gran diámetro que, por sus dimensiones, la plataforma del vehículo no admita su posición horizontal, deberán colocarse verticalmente, teniendo precaución de que estén el menor tiempo posible en esta posición.

No se forzarán los rollos para evitar que éstos se deformen y pierdan su forma circular.

Cuando se tengan que transportar tubos que hayan sido suministrados en tramos rectos, y debido a su gran flexibilidad, deberá procurarse que no sobresalga de la parte posterior del vehículo una longitud que permita el balanceo de los mismos.

Con el fin de evitar que el tubo ruede y reciba choques, se aconseja que se sujeten con cordel o cuerda y no se utilizarán cables, alambres ni cintas metálicas.

Durante el transporte no se colocarán pesos encima de los tubos que les pueda producir aplastamiento. Asimismo, debe evitarse que otros cuerpos, principalmente si tienen aristas vivas, golpeen o queden en contacto con el tubo.

Si durante el transporte un tubo hubiera sufrido desperfectos, se podrá cortar la parte dañada, aprovechando el resto.

3.10.2.7 Tuberías de PRFV

Los tubos se transportarán colocados por pisos sobre tablas de madera transversales a ellos, interponiendo dichas tablas entre piso y piso. Se deberán colocar un mínimo de tres para cada piso, en el caso de tubos de 12 m. de longitud. Dichas tablas tendrán una serie de calzos para evitar que puedan deslizarse los tubos.

En el piso superior se colocarán cantoneras de madera destinadas a proteger los tubos laterales del roce del cable de apriete de toda la carga.

La descarga se podrá hacer desde el suelo ayudándose de cables sujetos al chasis del camión, en el caso de tubos de gran diámetro y mucha presión. Si los tubos, por el contrario, son de menor diámetro, más ligeros, se podrán descargar mediante operarios subidos encima de los mismos que ayudados por cables podrán hacerlos deslizar sobre tablones hasta el suelo.

Se deberá cuidar la colocación de los tablones de apoyo que repartan la carga sobre los tubos, y de los calzos para evitar los deslizamientos laterales.

3.10.3 Almacenamiento

3.10.3.1 Generalidades

Los tanques de almacenamiento para acopio de los materiales, tuberías, accesorios, etc. serán responsabilidad del Contratista, tanto en la consecución de sus autorizaciones, preparación de superficies y trabajos necesarios para su adecuada utilización, así como de su custodia.

Las tuberías en caso de que sean almacenadas al borde de la zanja previamente a su montaje se colocarán a tal distancia del borde superior de la zanja que no se produzcan cargas que perjudiquen la estabilidad de los paramentos y taludes de las excavaciones.

Los apoyos, soportes, cuñas y altura de apilado serán de tales características que no se produzcan daños en las tuberías y sus revestimientos, ni deformaciones permanentes.

Las tuberías y sus accesorios cuyas características pudieran verse directa y negativamente afectadas por la temperatura, insolación o heladas deberán almacenarse debidamente protegidas.

3.10.3.2 Tuberías de hormigón

El acopio de los tubos en obra se hará en posición horizontal, sujetos mediante calzos de madera, salvo que se disponga de alguna solera rígida que garantice el acopio vertical en las debidas condiciones de seguridad.

Durante su permanencia en la obra, antes del tapado de las zanjas, los tubos deberán quedar protegidos de acciones o elementos que puedan dañarles, como tránsito o voladuras. Igualmente se evitará que estén expuestos durante largo tiempo a condiciones atmosféricas en que puedan sufrir secados excesivos, o calores, o fríos, intensos. Si esto no fuera posible, se tomarán las precauciones oportunas para evitar efectos perjudiciales.

3.10.3.3 Tuberías de gres

En lo que respecta al almacenamiento de la tubería de gres se seguirán las instrucciones dictadas por el suministrador, así como las normas habituales de buenas prácticas.

3.10.3.4 Tuberías de fundición y acero

La superficie de almacenamiento será plana. El terreno no ha de ser pantanoso ni inestable y no contendrá residuos corrosivos.

Se verificarán los suministros a su llegada, en el sitio del almacenamiento, y si aparecen daños (deterioros del revestimiento interior o exterior, por ejemplo) se repararán previa autorización de la Dirección de Obra antes de almacenarlos.

Se almacenarán los tubos, según el diámetro, en su pila respectiva, siguiendo un plan racional de almacenamiento. Se realizará lo mismo para las piezas especiales y accesorios.

La primera capa descansará sobre 3 tablones situados en 3 líneas paralelas y a 1 m. del final del enchufe y del extremo liso respectivamente. Los enchufes no tocarán el suelo en ningún caso.

Se recomienda siempre reducir al máximo el tiempo de almacenamiento, para preservar los revestimientos de los perjuicios de la intemperie y la acción prolongada del sol.

Los separadores de madera (maderos, calzos, etc.) serán resistentes y de buena calidad.

En el caso de que los tubos lleven revestimientos especiales se seguirán las instrucciones dictadas por el Fabricante.

Los tubos del extremo se acuñarán al lado del extremo liso y del enchufe, con calzos de dimensiones gruesas clavados sobre los maderos.

La altura máxima de almacenamiento será la recomendada por el fabricante.

3.10.3.5 Tuberías de PVC

A su llegada a obra, se evitará que las tuberías de P.V.C. estén expuestas largo tiempo a la intemperie. Si es posible se almacenarán en locales cubiertos para protegerlos de las radiaciones solares. En caso de que no resulte posible se cubrirán con lonas o film impermeables a la radiación ultravioleta, o se situarán en zonas resguardadas del sol asegurándose la aireación para evitar la deformación de los tubos por acumulación de calor.

Las tuberías deberán ser soportadas prácticamente en su longitud total, no se hará un apilado excesivo de los tubos de forma tal que se produzcan acciones a deformar las mismas, no sobrepasándose una altura de apilado de 1,5 m. Se apilarán al tresbolillo, alternando bocas y extremos lisos.

3.10.3.6 Tuberías de Polietileno

Los rollos deberán ser almacenados sobre superficies planas y limpias, en forma horizontal, pudiéndose apilar unos encima de otros. No se dejarán nunca almacenados verticalmente.

Al mover los rollos para el almacenaje se podrán hacer rodar sobre sí mismos, procurando que en su camino no pisen objetos punzantes o con aristas que puedan dañar la superficie del tubo.

En los casos que se trate de almacenamiento de tubos rectos, se amontonarán formando capas horizontales. Si no hubiera paredes de contención, para evitar el desplome de la pila deberán asegurarse los tubos extremos de la capa inferior con cuñas de madera, o tierra blanda. En caso de utilizar las cuñas, deberá procurarse que éstas no tengan cantos vivos; la separación entre ellas deberá ser de 1 m. aproximadamente.

Las tuberías deberán ser soportadas prácticamente en su longitud total, para la formación de capas superiores se tendrá presente que un tubo debe descansar entre dos de la capa inferior. La altura de apilamiento no debe sobrepasar de 2 m. a fin de evitar esfuerzos importantes en las capas inferiores.

Si es necesario desatar un rollo para cortar un trozo de tubo, se atará de nuevo, sin apretar excesivamente las ataduras, a fin de no segar el tubo.

Para cortar el tubo se utilizará una sierra o un cuchillo, nunca unas tijeras u otra herramienta que al cortar pueda producir un aplastamiento del tubo.

3.10.3.7 Tuberías de PRFV

Se seguirán las instrucciones dictadas por el suministrador

3.10.4 Recepción en Obra

3.10.4.1 Generalidades

Una vez acopiadas las tuberías en obra se procederá a su inspección, comprobando sus características y posibles desperfectos producidos durante el transporte o la descarga.

Cualquier anomalía se comunicará a la Dirección de Obra quien determinará, previa inspección su rechazo, o la reparación a efectuar.

3.10.4.2 Tuberías de hormigón

3.10.4.2.1 Recepción en fábrica.

La Dirección Facultativa se reserva el derecho de realizar en fábrica, por intermedio de sus representantes, cuantas verificaciones de fabricación y ensayos de materiales estime precisos para el control perfecto de las diversas etapas de fabricación. A estos efectos, el Contratista, en el caso de no proceder por sí mismo a la fabricación de los tubos, deberá hacer constar este derecho de la Dirección Facultativa en su contrato con el fabricante.

El Contratista avisará a la Dirección Facultativa, con quince días de antelación como mínimo, del comienzo de la fabricación en su caso, y de la fecha en que se propone efectuar las pruebas, cuando se trate de materiales no incluidos en el catálogo habitual del fabricante.

El Contratista avisará a la Dirección Facultativa, con siete días de antelación como mínimo, del comienzo de la fabricación en su caso, y de la fecha en que se propone efectuar las pruebas, cuando se trate de materiales incluidos en el catálogo habitual del fabricante.

La Dirección Facultativa, en caso de no asistir por sí o por delegación a las pruebas en fábrica, podrá exigir al Contratista certificado de garantía de que se efectuaron en forma satisfactorias los ensayos.

Cada entrega irá acompañada de una hoja de ruta, especificando naturaleza, número, tipo y referencia de las piezas que la componen.

Serán obligatorias las siguientes verificaciones o pruebas:

- Examen visual del aspecto general de los tubos y comprobación de dimensiones, espesores y rectitud de los tubos.
- Ensayo de estanqueidad y ensayos hidrostáticos
- Resistencia a Compresión, absorción y alcalinidad
- Ensayo de aplastamiento Fisuración Controlada y Rotura)

El material se clasificará en lotes de 200 unidades según su naturaleza, categoría y diámetro nominal, salvo que la Dirección Facultativa autorice expresamente lotes de mayor número.

Por cada lote de 200 o fracción de lote, si no se llegase en el pedido al número citado, se tomarán el menor número de elementos que permita realizar la totalidad de los ensayos.

Se procederá a la comprobación de los ensayos señalados anteriormente, asignándose los resultados que se obtengan a la totalidad del lote.

3.10.4.2.2 Recepción en obra

Las piezas que hayan sufrido averías durante el transporte o que presente defectos no apreciados en la recepción en fábrica, en su caso, serán rechazadas. La Dirección Facultativa, si lo estima necesario podrá ordenar en cualquier momento la repetición de pruebas sobre las piezas ya ensayadas en fábrica.

3.10.5 Instalación de Tubería en Zanja. Medición y abono

3.10.5.1 Procedimiento general de Instalación de tubería en zanja

En la instalación de la conducción en las zanjas previamente niveladas, se incluirán las siguientes operaciones:

- La ejecución de la cama en asiento de la conducción.
- La conexión con arquetas y obras de entrada y salida
- El suministro, nivelación y colocación de la tubería.
- La sujeción de tubería para evitar movimientos durante su refuerzo.
- El refuerzo con hormigón.
- Cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad.

Una vez preparado el asiento, se procederá a la colocación de los tubos en sentido ascendente, cuidando su perfecta alineación y pendiente.

Los tubos se revisarán minuciosamente, rechazando los que presentan defectos.

La colocación se efectuará con los medios adecuados, realizándose el descenso al fondo de la zanja mediante grúa o brazo de la retroexcavadora, de ninguna manera mediante rodadura o lanzamiento, quedando totalmente prohibido el descenso manual. En todo caso se evitarán daños en los tubos por golpes o mala sujeción.

Se preverá y cuidará la inamovilidad de los tubos durante la operación del refuerzo.

En el caso de los tubos de hormigón en masa, utilizados para caños o colectores de drenaje serán reforzados con una envolvente de hormigón HM-20, por lo que se deberá asegurar mediante vibrado el relleno completo del espacio comprendido entre la tubería, la solera y el talud de la zanja. El hormigón utilizado deberá tener un cono Abrams comprendido entre 4 y 8 centímetros.

Se deberá hormigonar contra las paredes de la zanja y se asegurará que éstos se encuentran saneados, de forma que el vertido de hormigón contra ellos no provoque caídas parciales de los taludes, originando la discontinuidad del macizo.

En caso de que los taludes hubieran resultado más tendidos que los proyectados, con sobreexcavaciones y saneos, se deberá hormigonar de igual forma, es decir, a tope con el terreno.

Una vez reforzada la tubería se iniciará el relleno con el material procedente de la excavación hasta 0,20 m por encima del refuerzo, procediéndose seguidamente, a la compactación mediante plancha vibrante.

Se seguirá con el relleno de la zanja hasta la cota de definición con el mismo material, procediéndose mediante tongada que no excedan de 0,40 m, debiéndose obtener una compactación igual o superior al 100% del Próctor Normal según la norma NLT 107/76.

3.10.5.2 Definición de Zonas de la Zanja

Dentro de las zanjas para alojamiento de tuberías de saneamiento se diferencian las siguientes zonas:

- *Zona de apoyo de la tubería*

  Se entiende por zona de apoyo a la parte de la zanja comprendida entre el plano formado por el fondo de la propia excavación y un plano paralelo a este último situado treinta (30) centímetros por encima de la generatriz superior exterior de la tubería.

  Dentro de esta zona a su vez se diferencian dos sub-zonas.

  - Cuna de apoyo

  Se designa como cuna de apoyo a la zona de la zanja comprendida entre el fondo de la excavación y el plano paralelo al mismo que intercepta a la tubería según el ángulo de apoyo proyectado.

  - Recubrimiento de protección

  Se entiende por recubrimiento de protección la zona de la zanja comprendida entre la cuna de apoyo descrita anteriormente y el plano paralelo al fondo de la excavación situado treinta (30) centímetros por encima de la generatriz superior exterior de la tubería.

- *Zona de cubrición*

  Se define como zona de cubrición aquella parte de la zanja comprendida entre el plano paralelo al fondo de la excavación situado treinta (30) centímetros por encima de la tubería y la superficie del terreno, terraplén, o parte inferior del firme en caso de zonas pavimentadas.

3.10.5.2.1 Preparación del Terreno de Cimentación

El fondo de la zanja deberá quedar perfilado de acuerdo con la pendiente de la tubería.

Durante la ejecución de los trabajos se cuidará de que el fondo de la excavación no se esponje o sufra hinchamiento y si ello no fuera evitable, se recompactará con medios adecuados hasta la densidad original.

Si la capacidad portante del fondo es baja, y como tal se entenderá aquella cuya carga admisible sea inferior a 0,5 kg/cm2, deberá mejorarse el terreno mediante sustitución o modificación.

La sustitución consistirá en la retirada del material indeseable y su sustitución por material seleccionado tal como arena, grava o zahorra. La profundidad de sustitución será la adecuada para corregir la carga admisible hasta 0,5 kg/cm2. El material de sustitución tendrá un tamaño máximo de partícula de 2,5 cm. por cada 30 cm. de diámetro de la tubería, con un máximo de 7,5 cm.

La modificación o mejora del terreno se efectuará mediante la adición de material seleccionado al suelo original y compactación. Se podrán emplear zahorras, arenas u otros materiales inertes con un tamaño máximo de 7,5 cm y, asimismo, si lo juzga oportuno el Director de Obra, adiciones de cemento o productos químicos.

En el caso de que el suelo "in situ" fuera cohesivo, meteorizable o se pudiera reblandecer durante el período de tiempo que vaya a mantener abierta la zanja, deberá ser protegido, incluso con una capa adicional que fuera retirada inmediatamente antes de la instalación de la tubería.

Asimismo, se mantendrá el fondo de la excavación adecuadamente drenado y libre de agua para asegurar la instalación satisfactoria de la conducción y la compactación de las cunas.

3.10.5.2.2 Apoyos de Tubería

El sistema de apoyo de la tubería en zanja vendrá especificado en los planos del Proyecto y/o Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En cualquier caso y como mínimo deberán cumplirse las prescripciones del presente capítulo.

Las tuberías no podrán instalarse de forma tal que el contacto o apoyo sea puntual, o a lo largo de una línea de soporte. La realización de la cuna de apoyo tiene por misión asegurar una distribución uniforme de las presiones de contacto que no afecten a la integridad de la conducción.

Para tuberías con protección exterior, el material de la cuna de apoyo y la ejecución de ésta deberá ser tal que el recubrimiento protector no sufra daños.

Si la tubería estuviera colocada en zonas de agua circulante deberá adoptarse un sistema tal que evite el lavado y transporte del material constituyente de la cuna.

En el caso de apoyo sobre hormigón, en el primer tipo la cuna de hormigón no lleva armadura de refuerzo. En el segundo y tercer tipo las cunas de hormigón llevarán la armadura prevista en el siguiente cuadro:

DIAMETRO INTERIOR TUBERIA EN mm:	AS en (%)		
	0,00	0,4	1,00
600	--	Dm. 10 a 0,25	Dm. 16 a 0,25
700 - 1.500	--	Dm. 10 a 0,20	Dm. 16 a 0,25
1.500	--	Dm. 10 a 0,125	Dm. 16 a 0,125

Camas de apoyo en terreno natural

Terreno no cohesivo con tamaño máximo de la partícula de 20 mm.

En suelos no cohesivos consistentes en arenas y hasta gravas medias (tamaño máximo de la partícula 20 mm) las tuberías podrán asentarse directamente si se conforma previamente una superficie de apoyo en el terreno que se ajuste a la tubería de forma que ésta descanse uniformemente en toda su longitud.

Si se coloca en capas material granular compactable, el apoyo se mejorará elevando el relleno por encima del arco de apoyo previamente realizado.

Igualmente, en el caso de una tubería colocada sobre el fondo plano de la zanja, la cama de apoyo se podrá conseguir rellenando y compactando bajo la misma con material no cohesivo, pero solamente si es posible garantizar que con el material aportado y la compactación se consigue al menos una compacidad comparable a la del fondo de la zanja.

Se podrán utilizar para ello arenas y gravas arenosas con un tamaño máximo de 20 mm, y gravas arenosas machacadas con un tamaño máximo de 11 mm.

Las gravas arenosas sólo serán adecuadas si además es posible obtener con ellas una buena compactación (el porcentaje de arenas mayor del 15%, tamaño máximo 20 mm y el coeficiente de uniformidad mayor o igual que 10).

Las gravas poco arenosas no serán consideradas como adecuadas.

Camas de apoyo en terreno cohesivo

Solamente se podrá colocar directamente la conducción si el terreno es adecuado para conformar en él la cama, según lo indicado en el apartado anterior, y el material que se coloque confinado entre la tubería y el fondo sea asimismo adecuadamente compactado.

Otros tipos de terrenos

La colocación en camas realizadas directamente en el terreno si éste tiene gravas gruesas o piedras, o no puede ser desmenuzado con la mano, o en el caso de rocas, no estará permitida.

La Dirección de Obra podrá admitir el apoyo de tuberías rígidas sobre camas realizadas en gravas gruesas tan sólo si el tamaño máximo de éstas no excede 1/5 del espesor mínimo de la cuna en el fondo de la tubería, y no es mayor que la mitad del espesor de la pared de la misma.

Camas de apoyo en materiales de aportación

En aquellos casos que así lo indique el Proyecto, o cuando el fondo de la excavación no resulte adecuado para conseguir una cuna de apoyo directamente sobre él, previa autorización escrita de la Dirección de Obra, el fondo de la zanja deberá ser sobreexcavado para permitir ejecutar la cama de apoyo con materiales de aportación. Se distinguen los siguientes casos:

Cama de apoyo con material granular

Las dimensiones de las camas de material granular serán las indicadas en los Planos de Proyecto.

Apoyos clase B y C

En las clases B y C las tuberías se apoyarán sobre una cama de material granular colocada en el fondo plano de la zanja. La cama de material granular tendrá el espesor mínimo indicado en los planos. En la clase B el material granular se extenderá hasta una altura igual a la mitad del diámetro exterior de la tubería.

En la clase C el material granular sólo se extenderá hasta una altura igual a un cuarto (1/4) del diámetro exterior de la tubería. En las clases B y C se empleará el material granular tipo A de acuerdo con las especificaciones del presente Pliego.

Las clases B y C sólo se aceptarán para apoyo de tuberías que tengan pendientes iguales o superiores al 1%.

Camas de apoyo de hormigón

Si el suelo presente en el fondo de la excavación no es adecuado para la realización de camas de material granular, o posee una marcada pendiente, o existe la posibilidad de lavado de la arena por el agua freática o, por último, el subsuelo es muy compacto o roca, se realizarán camas de hormigón en masa o armado para asiento de las tuberías rígidas.

Las características del hormigón, armaduras y las dimensiones de las camas estarán especificadas en los Planos de Proyecto.

Como ya se ha indicado, para la instalación y alineamiento si se emplea cuna de hormigón, la tubería se apoyará provisionalmente en bloques prefabricados de hormigón cuyas características serán las que se especifican en el Capítulo 2 del presente Pliego.

Estos bloques no son de abono independiente y su costo se incluye en el de la tubería.

Estos bloques no se emplearán si la tubería va apoyada sobre un material granular.

La zanja se mantendrá drenada durante la fase de fraguado del hormigón y en determinados casos si el agua freática fuera potencialmente agresiva hasta que el hormigón haya endurecido.

Las cunas de hormigón no son adecuadas para las tuberías flexibles y caso de que por otras razones estructurales se hubiera dispuesto una losa de apoyo de hormigón, se colocará entre ésta y la tubería una capa intermedia de arena y grava fina con el espesor que se especifique en el Proyecto.

3.10.5.2.3 Recubrimiento de Tuberías con Hormigón

Las conducciones podrán reforzarse con recubrimientos de hormigón si tuvieran que soportar cargas superiores a las de diseño de la propia tubería, evitar erosiones y/o descalces, si hubiera que proteger la tubería de agresividades externas o añadir peso para evitar su flotabilidad bajo el nivel freático.

Las características del hormigón y dimensiones de las secciones reforzadas vendrán indicadas en los planos del Proyecto y/o P.P.T.P.

Si el diámetro de la tubería es menor de 300 mm el recubrimiento mínimo de tierras sobre la misma será de 0,80 m.

Si el diámetro de la tubería es mayor o igual a 300 mm la altura de tierras mínima, medida sobre la clave de la tubería, deberá ser 1 m.

Caso de que no pudieran cumplirse tales condiciones, se deberá reforzar la tubería con un revestimiento de hormigón HM-20, de acuerdo con lo previsto en los planos.

En tuberías de diámetro interior superior a 600 mm, si la altura de tierras sobre el tubo está comprendida entre 0,50 m. y 1,00 m se deberán tener en cuenta los efectos de impacto en su dimensionamiento y no se podrá considerar la compensación debida a la compactación de los rellenos laterales de la zanja.

No se podrá utilizar cemento de fraguado rápido para revestimiento de P.V.C.

3.10.5.2.4 Juntas de Hormigonado en Apoyos o Dados de Hormigón para Protección de Tuberías

Se dispondrán juntas de hormigonado en toda la sección de la cuna de apoyo o revestimiento, a distancias regulares, normales a la conducción y coincidentes con las uniones de tuberías, según lo indicado en los Planos del Proyecto e irán rellenas de un material compresible, cuyo espesor se define en el Capítulo II de este Pliego, en función de los diámetros del tubo.

3.10.5.3 Montaje de tuberías

3.10.5.3.1 Tolerancias admisibles en el montaje

En canalizaciones en presión, las máximas desviaciones admisibles respecto de las alineaciones de Proyecto no superarán los siguientes valores;

- Planta: + 20 mm.
- Elevación: + 50 mm.

En el caso de conducciones en lámina libre, las máximas desviaciones admisibles respecto a las alineaciones de Proyecto serán las siguientes:

	N RASANTE	EN ALINEACION HORIZONTAL
EN TUBERIA EN ZANJA	+ 20 mm.	+ 20 mm.
EN TUNEL TERMINADO	+ 10 mm.	+ 20 mm.

La rasante de un tramo de tubería estará comprendida entre 2 i y 0,5 i, siendo i la pendiente del colector prevista en el Proyecto.

No se admitirán tramos en contra pendiente.

La rasante del colector no podrá ser inferior a la de Proyecto en una longitud superior a 20 m.

3.10.5.3.2 Condiciones Generales para el Montaje de Tuberías

Las tuberías, sus accesorios y material de juntas y, cuando sea aplicable, los revestimientos de protección interior o exterior, se inspeccionarán antes del descenso a la zanja para su instalación.

Los defectos, si existieran, deberán ser corregidos o rechazados los correspondientes elementos.

El descenso a la tubería se realizará con equipos de elevación adecuados y accesorios como cables, eslingas, balancines y elementos de suspensión que no puedan dañar a la conducción ni sus revestimientos.

Las partes de la tubería correspondientes a las juntas se mantendrán limpias y protegidas.

El empuje para el enchufe coaxial de los diferentes tramos deberá ser controlado, pudiendo utilizarse gatos mecánicos o hidráulicos, palancas manuales u otros dispositivos cuidando que durante la fase de empuje no se produzcan daños y que este se realice en la dirección del eje y de forma concéntrica con los tubos.

Se marcarán y medirán las longitudes de penetración en el enchufe para garantizar que las holguras especificadas se mantengan a efectos de dilatación y evitación de daños.

Cada tramo de tubería se medirá y comprobará en cuanto a su alineación, cotas de nivel de extremos y pendientes.

Las correcciones no podrán hacerse golpeando las tuberías y la Dirección de Obra rechazará todo tubo que haya sido golpeado.

Se adoptarán precauciones para evitar que las tierras puedan penetrar en la tubería por sus extremos libres. En el caso que alguno de dichos extremos o ramales vaya a quedar durante algún tiempo expuesto, pendiente de alguna conexión, se dispondrá un cierre provisional estanco al agua y asegurado para que no pueda ser retirado inadvertidamente.

Se seguirán también las instrucciones complementarias del fabricante de la tubería para su instalación.

Las juntas y conexiones de todo tipo deberán ser realizadas de forma adecuada y por personal experimentado.

Las conexiones de las tuberías a las estructuras, como pozos de registro, etc., deberán realizarse de forma articulada. La articulación se dispondrá, si fuera posible, en la pared de la estructura. En el caso de que esto no fuera posible, se realizará una doble articulación en cada lado de la obra de fábrica, mediante dos tuberías de pequeña longitud (1 m.).

Las conexiones de tuberías de materiales plásticos a estructuras de otro tipo de material, se realizarán mediante pasamuros.

La conexión directa de una tubería en otra deberá garantizar que:

- La capacidad resistente de la tubería existente sigue siendo satisfactoria.
- La tubería conectada no se proyecta más allá de la cara interior de la tubería a la que se conecta.
- La conexión es estanca al agua.

Si alguno de estos requisitos no pudiera cumplirse, la tubería deberá ser reforzada en dicho tramo, o sustituido éste por una pieza especial, o se dispondrá una arqueta o pozo de registro.

El Contratista deberá facilitar todos los medios materiales y humanos, para el control y seguimiento de los posibles asientos diferenciales sufridos, tanto por las tuberías como por las obras de fábrica, considerándose incluidos dentro de los precios de proyecto los costos de tales operaciones.

Las juntas y conexiones de todo tipo deberán ser realizadas de forma adecuada y por personal experimentado. En el caso de tuberías soldadas por personal homologado en las posiciones de soldadura previstas

Si las tuberías se apoyan sobre material granular, éste se extenderá y compactará en toda la anchura de la zanja hasta alcanzar la densidad prevista en el Pliego de Condiciones Generales.

Seguidamente, se ejecutarán hoyos bajo las juntas de las tuberías para garantizar que cada tubería apoye uniformemente en toda su longitud, si estas juntas son de enchufe y campana.

Caso de que las tuberías vayan apoyadas sobre cunas de hormigón, se verterá, en primer lugar, sobre el fondo de la excavación una capa de hormigón de limpieza sobre la que posteriormente irán colocados y debidamente nivelados los bloques prefabricados de hormigón.

Una vez ejecutada la solera de material granular o colocados los bloques de hormigón para apoyo provisional de la tubería, se procederá a la colocación de los tubos, en sentido ascendente, cuidando su perfecta alineación y pendiente.

Si el proyecto prevé la ejecución de cuna de hormigón las tuberías, durante el montaje, se apoyarán únicamente en los bloques de hormigón de apoyo provisional de tubería, intercalando en la superficie de contacto una capa de tela asfáltica o material compresible.

En el caso de excavación en roca con explosivos, la solera de apoyo de las tuberías se apoyará sobre una capa de material granular con el fin de aminorar la transmisión de vibraciones producidas por los explosivos.

Los elementos de protección de las juntas de tuberías y complementos no serán retirados hasta que se hayan completado las operaciones de unión. Se comprobará muy especialmente, el perfecto estado de la superficie de las juntas. Así mismo se tomará especial cuidado en asegurar que el enchufe y campana de las tuberías que se unen estén limpios y libres de elementos extraños.

Después de colocada la tubería y ejecutada la cuna, se continuará el relleno de la zanja envolviendo a la tubería con material granular tipo A, el cual será extendido y compactado en toda la anchura de la zanja en capas que no superen los quince centímetros (15 cm.) hasta una altura que no sea menor de 30 cm. por encima de la generatriz exterior superior de la tubería.

El material a emplear será tal que permita su compactación con medios ligeros.

El material de esta zona no se podrá colocar con buldózer o similar ni se podrá dejar caer directamente sobre la tubería.

Una vez ejecutado el relleno con material tipo A, se ejecutará el resto del relleno de la zanja de acuerdo con lo previsto en el presente Pliego.

La retirada de la entibación se ajustará a la ejecución del relleno de la zanja.

No se permitirá el empleo de medios pesados de extendido y compactado en una altura de 1,30 m. por encima de la tubería de acuerdo con lo previsto en los planos.

3.10.5.3.3 Especificaciones de montaje según tipo de tubería

Montaje sobre camas de hormigón

Para la instalación y alineamiento de la tubería en planta y nivelación en alzado es recomendable, en caso de que esté previsto en Proyecto, hormigonar una primera capa como losa y montar la tubería sobre ella, o montar la tubería sobre bloques prefabricados de hormigón de las mismas características que el resto con la forma y superficie adecuada para no dañar a la tubería y al hormigón de limpieza o a la losa base de hormigón.

Una vez en posición la tubería se proseguirá el hormigonado hasta las cotas de proyecto.

Si las camas de hormigón estuvieran construidas con anterioridad al montaje de la tubería, este se colocará sobre una capa de mortero fresco intercalado, debiendo estar la superficie del hormigón adecuadamente conformado con la de la tubería para que una vez endurecido el mortero el apoyo sea uniforme en el ángulo previsto en el proyecto.

La zanja se mantendrá drenada durante la fase de fraguado del hormigón y en determinados casos si el agua freática fuera potencialmente agresiva hasta que el hormigón haya endurecido.

Las camas de hormigón no son adecuadas para las tuberías flexibles y caso de que por otras razones estructurales se hubiera dispuesto una losa de apoyo de hormigón, se colocará entre ésta y la tubería una capa intermedia de arena y grava fina con el espesor que se especifique en los planos de Proyecto.

Conducciones de hormigón con alma de chapa y/o conducciones de acero

Las juntas a tope serán a penetración completa.

Las soldaduras se realizarán según el Procedimiento que previamente, y a propuesta del Contratista, haya sido aprobado por la Dirección de Obra.

La Dirección de Obra hará las inspecciones de contraste de las soldaduras, encomendándolas a entidades oficiales, o casas especializadas cuya solvencia sea notoria.

Las costuras soldadas cuyo control no se pueda hacer de manera fiable mediante radiografías o ultrasonidos se harán por partículas magnéticas, líquidos penetrantes y por inspección visual de las soldaduras, exigiéndose resultados comparables a los indicados para el control radiográfico, siendo de aplicación lo indicado en el párrafo inmediatamente anterior.

Finalmente se inspeccionarán cuidadosamente todas las soldaduras de la tubería una vez llena, procediéndose al burilado y reconstrucción de las zonas de soldadura donde puedan aparecer fugas de agua.

Después de soldaduras e inspeccionadas las juntas se hormigonarán las mismas con el auxilio de unos encofrados metálicos "ad-hoc" y un mortero con dosificación de 350 kg. de cemento por metro cúbico.

El rejuntado interior tiene por objeto rellenar el hueco circunferencial que se forma en la junta para dejar liso el interior de la tubería. Este rejuntado se efectuará con mortero de cemento ligeramente armado con tela metálica. Previamente se pintará el hueco circunferencial con un adherente de hormigón para mejorar la adherencia del rejuntado, considerándose incluidos estos trabajos en el precio del metro lineal de tubería.

Conducciones de PVC

Ejecución de juntas encoladas

Las juntas encoladas en general no se admitirán para la realización de conducciones en zanjas, salvo autorización expresa de la D.O.

Se seguirán las indicaciones del fabricante, o en su defecto, las que a continuación se detallan.

Se limpiarán y lijarán cuidadosamente las partes a unir, humectándose a continuación con un disolvente adecuado.

Se aplicará el adhesivo con ayuda de una brocha, sin exceso, primero en la parte interior de la copa y después en la exterior del extremo del tubo a introducir. Se aplicará con movimientos longitudinales y uniformes evitando la formación de burbujas.

El ensamblaje se efectuará con movimiento longitudinal, evitándose movimientos de torsión, hasta la marca hecha previamente correspondiente a la longitud de embocadura.

Se eliminará con un trapo limpio el exceso de adhesivo acumulado en la parte exterior del tubo.

El tiempo transcurrido desde el comienzo de la aplicación del adhesivo y el ensamblaje será el menor posible.

Salvo indicación expresa del fabricante las canalizaciones encoladas no deberán ser manipuladas antes de que transcurra como mínimo una hora después del encolado.

Ejecución de juntas elásticas

Se seguirán las indicaciones del fabricante, o en su defecto, las que a continuación se detallan.

Se limpiarán las superficies a unir quitando rebabas y biselando el extremo macho, si no lo está ya.

Se marcará en el extremo macho la distancia de profundidad de penetración.

Se comprobará que el aro de goma está debidamente colocado en su alojamiento.

Se aplicará el lubricante recomendado por el fabricante sólo sobre el extremo macho.

Se alinearán los tubos evitando que el extremo macho se introduzca con ángulo oblicuo y se empujará dicho extremo hasta la marca de profundidad de penetración.

Montaje y manipulación de tubos y piezas especiales

Siempre que sea posible se hará uso de piezas especiales procedentes de fábrica.

Si fuera necesario la manipulación del tubo en obra se hará calentándose con ayuda de soplete o de llama de gas blanda. El calentamiento se hará de manera suave y regular moviendo constantemente la llama y girando el tubo.

En ningún caso se deberá detener el fuego sobre un punto del tubo.

Se evitará el tendido de tubos al borde de la zanja durante largos períodos de tiempo.

La tubería se colocará en la zanja depositando los tubos, sin dejarlos caer, con un ligero serpenteo.

El rellenado y compactado de las tierras para la cubrición de las zanjas no debe realizarse antes de dos horas después de haber finalizado las operaciones de encolado.

En cualquier caso, las juntas se dejarán al aire para comprobar su estanqueidad en las pruebas.

Conducciones de fundición

El Contratista comprobará que no hay previamente cuerpos extraños (tierra, piedra, trapos...) en el interior de los tubos.

Los tubos se colocarán en el fondo de la zanja sin dejarlos caer.

Durante el transcurso de la colocación, se verificará regularmente la alineación y nivelación de los tubos.

En caso de que fuese necesario calzar los tubos para alinearlos, se utilizará arena, nunca piedras.

Las juntas se montarán con los tubos bien alineados. Si hay que seguir una curva, se dará la curvatura después del montaje de cada junta, teniendo cuidado de no sobrepasar las desviaciones angulares autorizadas para las diferentes juntas.

Todas las operaciones de colocación deben realizarse en orden y con método, teniendo cuidado de no estropear los revestimientos y procurando salvaguardar la limpieza de las piezas (en especial el enchufe-extremo liso).

No se podrá montar con la máquina. Se usará Tractel.

Protección con manga de polietileno

La protección de las canalizaciones en fundición dúctil con manga de polietileno se realizará cuando los terrenos atravesados son particularmente corrosivos y así lo determine la Dirección de Obra.

La manga se ajustará a la tubería recogiéndose el excedente en forma de pliegues y situándolo en la parte superior de la canalización, cuyo extremo estará dirigido hacia abajo.

Los dos extremos de la manga se fijan cerca del enchufe, por una parte, y del extremo liso por la otra, con una tira de plástico adhesivo a caballo sobre la caña y la manga PE.

Para evitar el deslizamiento del pliegue se realizarán unos atados en puntos equidistantes, por medio de ligaduras.

Se tomarán todas las medidas necesarias para evitar deteriorar la manga durante las operaciones de colocación. Cualquier daño de la manga durante las operaciones de colocación será objeto de una reparación cuidadosa (con tira adhesiva o, si fuese necesario, con un trozo de manga aplicada lo más estrechamente posible, y fijada con tira adhesiva sobre la primera).

La colocación de la manga en las cañas se realizará fuera de la excavación. Las uniones de la manga de caña con el tubo, por una parte, y sujeción del pliegue de la manga por otra se llevarán a cabo, de esta forma, en las mejores condiciones.

Las uniones de la manga de caña con el tubo se harán en cada extremo de éste, es decir, a cada lado de la junta, límites de la aplicación de la manga. Estas uniones crean, así, discontinuidades que bloquean una eventual circulación del electrolito entre la zona de junta, y la de un daño accidental en la manga de la caña.

Se utilizan tiras adhesivas para realizar las uniones entre mangas y entre la canalización de fundición y la manga.

Se utilizarán ligaduras intermedias para mantener la manga sobre el tubo y evitar que ésta se rompa al rellenar la zanja.

Las ligaduras se realizan mediante un alambre de acero, recocido galvanizado y plastificado -alma de 16/10 y diámetro exterior 24/10- o hilo eléctrico de cobre de sección equivalente, pudiendo también realizarse mediante una cinta de plástico con hebilla de atado, asimismo, en plástico.

Conducciones de poliéster con fibra de vidrio

Tipos de juntas

- Soldadas

Transmiten los esfuerzos igual que la propia tubería, ya que la junta tiene características superiores a las de la tubería.

Se pueden materializar en dos formas diferentes.

- Junta de campana y espiga. Se aplicará una capa de aproximadamente 2 mm de resina, convenientemente preparada, para realizar la soldadura entre la campana y la espiga.
- Junta o tope laminada. Los extremos de los tubos se presentarán a tope, efectuándose una laminación que, soldándose sobre los extremos citados, produce un anillo de fibra de vidrio-resina que realiza la unión. Este tipo de unión se hará en el caso de reparaciones y muy altas presiones.

- Desmontables

Se pueden montar y desmontar mediante apriete de tuercas. Pueden ser mecánicas, que funcionan como las soldaduras, y flexibles, que actúan como acoplamiento elástico.

- Junta embridada. Es una junta mecánica. Las bridas de unión son de poliéster y están soldadas al tubo en fábrica o en obra. La junta de estanqueidad puede ser de un elastómero u otro material adecuado, y los tornillos de acero al carbono o acero inoxidable. El apriete de los tornillos se hace directamente sobre la brida de poliéster. Se montarán en salidas de bombas, depósitos, válvulas, y cuando exista necesidad de desmontar.

- Junta de acoplamiento elástico. Es una junta flexible (tipo Dresser, Viching - Johnson, Gibault). Se montará cuando se requieran capacidades de absorción de movimientos o vibraciones y especialmente limitación de esfuerzos sobre la tubería.

Ejecución de las juntas

Las juntas se ejecutarán de acuerdo con las indicaciones del fabricante, de cualquier modo, se deberá cumplir lo que a continuación se indica.

- Juntas soldadas

  Los tubos deberán estar exentos de grasas y suciedad. La limpieza se hará con trapos limpios, y en caso necesario con acetona o gasolina, pero nunca con agua.

  Para extender la resina se deberá esperar a que el tubo esté completamente seco, y su superficie deberá tener una cierta aspereza, obtenida mediante lijado, para conseguir una buena soldadura.

  La resina será de dos componentes y la mezcla de los mismos se hará exactamente en la proporción indicada por el fabricante y se deberá hacer con la menor antelación posible respecto a su aplicación para evitar su polimerización. Se cuidará especialmente que no caiga polvo ni otras impurezas antes de su aplicación. Las herramientas utilizadas para la fabricación de la mezcla y las necesarias para su aplicación se deberán limpiar con acetona después de su utilización.

  En el caso de temperaturas muy bajas, próximas a los 0ºC, se hará la mezcla con sumo cuidado, o bien, se calentará la resina por encima de los 5ºC.

  Se tendrán las precauciones pertinentes en la manipulación de la resina en cuanto a utilización de guantes, higiene necesaria y no poner los componentes en contacto directo con el fuego.

  La impregnación con resina se hará por medio de brochas o espátulas limpias de polvo, grasa, o agua, y de modo continuo y regular.

  En el caso de juntas materializadas con fibra de vidrio y resina, será fundamental el orden de colocación de las distintas capas de fibra de vidrio para conseguir la estanqueidad, así como la buena impregnación de las mismas con la resina para conseguir la debida resistencia mecánica.

  Durante la proliferación de la resina, una vez aplicada, se deberá mantener la junta en reposo y se cuidará que no caiga agua sobre ella.

- Juntas Desmontables

  Se revisarán todos los elementos necesarios para el montaje inspeccionando el buen estado de los mismos.

  Se cuidará especialmente en el montaje la estanqueidad de la junta. Se realizará un primer apriete de la junta hasta que la compresión de la misma sea el 90% del total admisible. Una vez hecho este primer apriete se comprobará que no se han producido deformaciones, desalineaciones u otros signos externos que indiquen que durante el apriete se han producido en la junta esfuerzos anormales. Este primer apriete se realizará siempre de una forma alternativa y en diagonal, y por lo menos en dos veces. Posteriormente se hará un reapriete final.

  La junta se podrá proteger con una lámina de polietileno para prevenir la corrosión, teniendo cuidado de que dicha lámina cierre herméticamente.

Puesta en obra y manejo

La tubería de poliéster reforzado se manejará manualmente salvo que se trate de tubos de gran diámetro y presión muy alta en cuyo caso se podrá recurrir a medios mecánicos.

En este último caso los tubos se colgarán por su punto medio, y nunca de los extremos.

La tubería se podrá soldar, opcionalmente fuera de la zanja, y bajarla posteriormente por tramos a ésta.

Durante la operación de posicionar correctamente los tubos éstos deberán estar perfectamente apoyados en una amplia zona central.

En la primera fase del enterramiento, es decir, cuando se está compactando el material no se admitirán deformaciones superiores al 5% del diámetro del tubo.

Conducciones de polietileno

Ejecución de juntas

La unión de tubos se podrá hacer por medio de accesorios o bien por medio de soldadura a tope.

En el caso de utilizar este último método se cuidará la correcta alineación de los extremos de los tubos, la temperatura exacta de calentamiento, las presiones correctas tanto en el calentamiento como en la soldadura y el enfriamiento de la unión antes de ser aflojada la presión, siguiendo en todos estos puntos las indicaciones del fabricante.

Tendido de la tubería

En caso de ser instalada en zanja, ésta podrá ser tan estrecha como sea posible, puesto que todos los trabajos de conexión se realizarán fuera de la misma.

El tubo descansará siempre sobre un lecho de arena o tierra cribada sin cascotes ni piedras con bordes agudos. El espesor mínimo de este lecho será de 5 cm.

El desenrollado de la tubería se hará tangencialmente del rollo, rodándolo sobre sí mismo, no se hará jamás en espiral.

Durante la operación de desenrollado y tendido, se evitará que la tubería se deteriore por piedras, trozos de cristal, etc.

Se tenderá la tubería en el interior de la zanja en forma serpenteante.

En los cambios de dirección de la instalación se respetarán los radios mínimos de curvatura, que deberán ser los indicados por el fabricante.

La tubería no se doblará en ningún caso.

En las instalaciones aéreas se utilizarán bridas que no tengan cantos que puedan dañar la superficie del tubo. En los tramos horizontales se colocarán las bridas a una distancia de 15 a 20 veces el diámetro exterior de la tubería.

En los cambios de dirección la tubería deberá poder dilatar y contraer libremente.

3.10.5.4 Medición y abono de tuberías

Consideraciones generales

Salvo indicación contraria en apartado específico del presente artículo, las tuberías se medirán por los metros de longitud (ml) medidos en zanja de su generatriz inferior, descontando las longitudes debidas a arquetas, pozos de registro, aliviaderos… A dicha medición se le aplicará el precio unitario correspondiente según la clase, diámetro (y presión en el caso de abastecimiento) del tubo.

El importe resultante comprende el suministro de los tubos, transportes, cargas y descargas, transportes internos en obra, acopio provisional en lugar distinto al de montaje, montaje, alineación y nivelación, maquinaria, medios auxiliares, preparación de juntas, posibles soldaduras, recibido interior y exterior de juntas, preparación de las superficies de asiento, colocación de los tubos, ejecución de las

juntas, piezas especiales y empalmes con arquetas, pozos de registro u otras tuberías, junto con los ensayos , ensayos (destructivos o no) y pruebas en fábrica e in situ de la tubería.

El material de asiento o solera de hormigón, la excavación y el recubrimiento de hormigón, de ejecutarse, serán de abono independiente.

Las piezas especiales, excepcionalmente y si así constara en el P.P.T.P. o Cuadros de Precios, se medirán por unidades (Ud.) y se abonarán a su correspondiente precio. Las piezas rectas y cortas no se considerarán como piezas especiales.

Tuberías de hormigón armado

No se incluirán en la medición de tubería las piezas especiales ni los mecanismos.

Las piezas especiales se abonarán por metro lineal (ml.) medidas en el eje principal, y según su diámetro, presión y tipo incluidos los tramos de tubería que no coincidan con la longitud habitual de los tubos completos, e incluidas las partes correspondientes a las longitudes de las derivaciones y las terminaciones.

Tuberías de fundición

Se consideran incluidos dentro de los precios el suministro, pruebas, inspección en fábrica, el transporte, cargas, descargas, transportes internos en obra, el acopio provisional en lugar distinto al de montaje, medios auxiliares, preparación, cortes y montaje de juntas, tornillería, pintado interior y exterior etc. independientemente del tipo, alineación, nivelación, inspección, pruebas y ensayos con la tubería instalada, etc.

La tubería se abonará por metros lineales (ml.), medidos en zanja, según diámetro y presión.

Las piezas especiales se abonarán por unidades (ud.) realmente instaladas en obra según el diámetro, presión y tipo.

La protección con manga de polietileno, si la hubiere, se abonará por metro lineal (ml.) de conducción (tubería más piezas especiales) realmente colocada. En el precio se consideran incluidos los solapes, ligaduras, etc. necesarios.

Tuberías de acero

Las tuberías de acero se abonarán por kilogramos (kg.) de acero, medido sobre plano y con los pesos teóricos indicadas en los catálogos siderúrgicos.

Antes de encargar la tubería, el Contratista consultará a la Dirección sobre el espesor a elegir. Si no se cumple este requisito previo, el espesor a abonar será a discreción de la Dirección de Obra.

Se incluye en el precio el suministro de los aceros, elaboración en taller, ejecución de desviaciones, carga, transporte, descarga y movimientos interiores, montaje, alineación y nivelación, uniones soldadas en obra y todos los trabajos de acabado, limpieza y granallado del acero, recubrimiento electrostático de imprimación, epoxi en polvo, revestimiento adhesivo y aplicación de revestimiento de P.E. incluso maquinaria, medios auxiliares, mecánica y personal necesario para su ejecución.

En los precios irán incluidos los sobreespesores por exceso de laminación y los cordones de soldadura.

Se encuentran también incluidos en los precios los cortes de los ensayos mecánicos, de composición química, controles por líquidos penetrantes y radiografías, etc. de acuerdo con las condiciones exigidas en este Pliego. Todos los gastos de inspección y/o ensayos no destructivos serán de cuenta del Contratista.

Las piezas rectas, de tubería de acero, incluso derivaciones, se abonarán por Kilogramo (kg.) que incluye la pintura interior y exterior

Las piezas especiales en tuberías de acero para conexiones, reducciones, codos, etc... se abonarán por kilogramo (kg.) que incluye la pintura interior y exterior.

A efectos de medición se entiende por tubo recto el que se coloca en obra con su longitud comercial.

Las bridas de acero para unión de tuberías y mecanismos, se abonarán por kilogramos (kg.) que incluye la pintura, tornillería y juntas.

Tuberías de PVC, polietileno y polipropileno

Se consideran incluidos dentro de los precios el suministro, pruebas e inspección en fábrica, el transporte, cargas, descargas, transportes internos en obra, el acopio provisional en lugar distinto al de montaje, medios auxiliares, preparación, cortes y montaje de juntas independientemente del tipo, alineación y nivelación o inspección, pruebas y ensayos con la tubería instalada.

La tubería se abonará por metros lineales (ml.) medidos en zanja, según diámetro y presión.

Las piezas especiales se abonarán por unidades (ud.) realmente instaladas en obra, según diámetro, presión y tipo.

En el caso de ejecutar uniones que necesiten manguitos electrosoldables el precio del manguito necesario para la soldadura estará repercutido en el ml de tubería, no siendo por objeto de abono independiente.

3.10.6 Hinca de tuberías

3.10.6.1 Generalidades

Los equipos de hinca son adecuados para resolver los problemas de ejecución de los siguientes tipos de obra:

- En zonas urbanas, donde existen dificultades para la apertura de zanjas. El equipo hinca garantiza un ritmo de ejecución que no proporcionan los métodos tradicionales, haciéndolo compatible con la seguridad del personal, las edificaciones y los servicios próximos a la traza.
- Para cruzar vías de comunicación, carreteras o ferrocarriles, eliminando los costosos desvíos de tráfico, limitaciones de velocidad y reduciendo considerablemente el plazo de ejecución.
- En obras subterráneas, con problemas derivados del terreno por el que discurre la traza: zonas con nivel freático muy superior a la rasante, suelos inestables, con elevadas presiones, etc.

Como principales limitaciones de los equipos de hinca, hay que destacar las siguientes:

- Condicionamiento del terreno: en terrenos rocosos que precisen la voladura del mismo para lograr el avance y en terrenos de poca cohesión que no se permita asegurar el frente contra hundimientos y no se pueda asegurar el guiado, de modo que todo el recorrido del tubo puede variar de posición durante el avance.
- En obras cuya traza exige adaptarse a radios muy reducidos. Aunque teóricamente en algunos tipos de hincas pueden tomarse radios muy amplios, lo adecuado es sustituir la curva por una poligonal, situando los pozos de empuje en los vértices de la misma.
- Por último, las limitaciones geométricas del tubo prefabricado. El diámetro del tubo viene limitado por las necesidades de fabricación y transporte. Es normal la aplicación del sistema hasta 3,50 m. de diámetro interior. El diámetro mínimo, en algunos tipos de hincas, está condicionado a la necesidad de desenvolverse dentro del tubo para la excavación y evacuación de los productos.

El replanteo general de la hinca consistirá en la señalización de las alineaciones marcando éstas y las bocas (pozos de ataque y de salida) mediante hitos de hormigón o estacas de madera situados fuera de las zonas de excavación y con indicaciones precisas de altimetría. El resto del replanteo se considerará

de detalle. Los perfiles tipo de excavación serán los definidos en los Planos correspondientes del Proyecto.

En el transcurso de los trabajos la Dirección de Obra, podrá, si lo exige la naturaleza del terreno a atravesar, ordenar la ejecución de perfiles tipo distintos de los definidos en los Planos del Proyecto.

El Contratista deberá presentar a la Dirección de Obra, para su aprobación, un programa de trabajo pormenorizado, indicando el método y equipo de perforación, rendimientos previstos, etc.

El Contratista podrá organizar el trabajo de excavación en la forma que considere más conveniente, de acuerdo con su propia experiencia y con la técnica aplicable a trabajos de este tipo, debiendo tener en cuenta las normas y prescripciones sobre seguridad, siendo el único responsable de las consecuencias que puedan derivarse de la ignorancia de tales normas y prescripciones o de no haber adoptado en cualquier caso las precauciones debidas.

En cuanto al material a perforar las hincas se clasifican en:

- Perforación en suelos (terreno suelto)
- Perforación mixta (en terreno de tránsito o roca ripable)
- Excavación en roca (no ripable)

Por ello en cada proyecto específico habrá que hacer un análisis del terreno existente que permita definir la manera más adecuada de abono de la perforación en cada tipo de terreno. Para ello puede ser interesante contar en proyecto con estudios geofísicos de la traza, para conocer mejor los cabios de materiales atravesados.

En los siguientes apartados se van a tratar los tipos de hincas que son utilizados más habitualmente:

- Tubería instalada con empujador.
- Hinca helicoidal de tubería metálica.
- Hinca de tubería de hormigón.
- Hinca dirigida.

3.10.6.2 Tubería instalada con empujador

3.10.6.2.1 Condiciones Generales

- Antes del comienzo de las obras, el Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra el procedimiento constructivo, así como los equipos que propone utilizar para la instalación de tuberías hincadas. Además, deberá presentar, los correspondientes cálculos mecánicos referentes a las solicitaciones a las cuales estará sometida la tubería durante la hinca, definiendo la tensión máxima de trabajo del hormigón, la cual no deberá superar, en ningún momento, el valor de 0,375 veces la resistencia a rotura de este material.
- Así mismo, se definirá la presión de trabajo de los sistemas hidráulicos de empuje necesaria para desarrollar el máximo esfuerzo de hinca a fin de que dicha presión no sea sobrepasada en ningún momento durante las operaciones.
- Al frente de las operaciones de hinca deberá haber un Ingeniero Técnico o encargado con amplia experiencia en este tipo de obras, el cual deberá estar presente en todo momento en que se ejecuten los trabajos, siendo responsable de realizar comprobaciones frecuentes tanto de alineación como de pendiente.
- Los pozos de hinca tendrán las dimensiones adecuadas para llevar a cabo las operaciones de forma satisfactoria y su emplazamiento se elegirá de manera que no interfiera con el tráfico rodado, ni con instalaciones o edificaciones próximas.
- El diámetro interior mínimo adoptado para las tuberías a instalar con empujador será de un 1 metro.

3.10.6.2.2 Ejecución

- La ejecución de la hinca se realizará en sentido ascendente de la conducción, a partir del pozo de ataque, mediante sistemas hidráulicos que transmitan las reacciones a un muro de empuje, el cual irá dispuesto perpendicularmente a la dirección de dicho empuje. La excavación se realizará con un escudo de corte que pueda ser cerrado en el frente en cualquier momento. Dicho escudo estará equipado con gatos hidráulicos direccionables para ajustar la alineación en planta y perfil.
- La tubería deberá ser empujada a medida que la excavación avanza de forma que ésta no podrá progresar, en ningún momento, por delante de la sección de ataque. El sistema de excavación podrá ser manual, si el diámetro lo permite, o mecánico (tornillos, rozadoras, etc.).
- Se podrán utilizar cuantas estaciones intermedias considere necesarias el Contratista, cuando las fuerzas de rozamiento u otras causas pudieran obligar a realizar esfuerzos de empuje excesivamente elevados.
- La fuerza de empuje se aplicará a la tubería mediante un anillo, que será lo suficientemente rígido para garantizar una distribución uniforme de presiones.
- Así mismo, se colocará un material elástico entre la tubería y dicho anillo, en las estaciones intermedias, así como entre las superficies de contacto de cada unión de tuberías a fin de distribuir la presión ejercida por los sistemas de hinca a lo largo del perímetro de la tubería, evitando la aparición de puntos de concentración de tensiones. Dicho material elástico se dispondrá a lo largo de toda la circunferencia, con un espesor mínimo de 15 mm. Este material de juntas no deberá sobresalir del espesor de la tubería y la junta será estanca, en caso de corresponder a la conducción definitiva.
- Se podrán inyectar ocasionalmente bentonita a presión entre la tubería y el terreno, a fin de lubricar la superficie de contacto y facilitar las operaciones de hinca. Caso de que así sea, una vez finalizadas dichas operaciones se inyectará mortero de cemento para desplazar la bentonita del espacio comprendido entre ellos. La presión, volumen y composición de los materiales a inyectar deberán ser limitados con objeto de evitar posibles daños o desplazamientos de la tubería.
- Si la tubería tiene que ser instalada bajo el nivel freático, deberá rebajarse éste previamente.
- Las tuberías deterioradas no serán aceptadas. Cuando se produzcan desperfectos en alguna tubería durante las operaciones de hinca, deberá ser retirada para lo cual se continuarán las operaciones de hinca hasta que la tubería dañada pueda ser extraída. Si el deterioro de la tubería es pequeño, a juicio de la Dirección de Obra, podrá ser reparada con la autorización previa de ésta.

En el caso de que no sea posible proceder a la extracción de la tubería dañada, la Dirección de Obra podrá aceptar la reparación o reconstrucción total del tramo, para lo cual el Contratista deberá presentar cálculos justificativos de la obra a realizar, suscritos por un técnico especialista. En dichos cálculos se justificará que la tubería reparada o reconstruida "in situ" tendrá una resistencia y vida útil igual o superior a la tubería especificada. La aceptación de cada reparación o reconstrucción dependerá de la remisión al Director de Obra del correspondiente informe, suscrito por el Técnico especialista del Contratista, en el cual se especificará que las obras fueron realizadas bajo su directa supervisión y que la obra entregada es de una calidad igual o mayor que la tubería proyectada.

En el caso de que se construya "in situ" algún tramo de la tubería, se deberá inyectar posteriormente con mortero de cemento el espacio comprendido entre la pared de hormigón y el terreno.

El ajuste a la alineación y/o rasante teórica de la tubería deberá ser gradual y, en ningún caso, se superará en una junta el ángulo de giro fijado por el fabricante.

3.10.6.2.3 Medición y Abono

El abono de este tipo de obras se realizará de la siguiente forma:

- Transporte y retirada del equipo a obra, comprendiendo tanto el equipo principal de empuje y escudo de perforación como los dispositivos de extracción y separación del material excavado y demás elementos auxiliares. Incluye la carga y descarga de los equipos a su llegada y a su salida de obra, así como cualquier clase de impuesto, tasa licencia seguro por traslado, etc. El abono de esta unidad procede hacerlo una única vez para toda la obra.
- Transporte del equipo entre tajos cuando dentro de una obra se utilice el equipo para hincar varios tramos diferentes. En el caso que desde un mismo pozo de hinca se empujara tubería en dos direcciones diferentes no procederá el abono de este concepto.
- Metro lineal de perforación, medido entre caras interiores de pozos de ataque y salida aplicando los precios unitarios correspondientes al tipo de terreno y al diámetro de tubería definido en los planos del Proyecto. Incluye todos los medios auxiliares para la ejecución, así como el personal necesario, y la inyección de bentonita entre terreno y tubería y la inyección posterior de mortero para desplazar la bentonita, si fuese necesario. El Contratista no podrá reclamar cantidad alguna en concepto de sobrecosto originado por la realización de una perforación cuyo diámetro sea superior al definido en los planos del proyecto, ni por el generado como consecuencia del incremento del diámetro de la tubería.
- Tubería para hinca. Se abona aparte del metro lineal de perforación. No se abonará suplemento alguno por mayor calidad de la tubería a instalar, la cual deberá cumplir las condiciones que este Pliego exige para tuberías instaladas con empujador.
- Tubería instalada en el interior de la tubería hincada. Si en proyecto se recoge el que se instale otra tubería en el interior de la tubería hincada, se abonará un suplemento por su colocación. Dicho abono se considerará por metro lineal y entre caras interiores de pozos de ataque y salida. La propia tubería se abonará por metro lineal (ml.), aplicando el precio unitario correspondiente a la Presión de Trabajo y al diámetro interior previsto como si ésta fuera instalada en zanja. Los precios de aplicación son los previstos en cada caso en el Cuadro de Precios.

Otros conceptos de abono independiente:

- El mortero a inyectar entre las dos conducciones, la hincada y la colocada dentro de esta, se abona aparte en kg de cemento en seco.
- Es de abono independiente el precio de inyección de lechada de cemento en el terreno para la consolidación del mismo como paso previo a la hinca.
- La excavación de los pozos de ataque, su entibación, la ejecución de muros de empuje y macizos o losas de apoyo.
- Transporte a vertedero y canon de productos excavados. Se medirá por m3 de volumen excavado según el perfil teórico. El volumen teórico a excavar (que será el de medición y abono) se definirá en los documentos de proyecto y se corresponderá con el volumen exterior de la conducción más el sobrecorte necesario en función de las condiciones geotécnicas.
- Los tramos de tubería que se encuentren dentro de los pozos de ataque y salida serán objeto de abono independiente. Para el abono de dichos tramos se aplicarán los precios del Cuadro de Precios nº1 y las secciones tipo correspondientes a los tramos adyacentes a los referidos pozos, situados en sentidos opuestos al tramo indicado. Dicho abono incluirá la excavación, entibación, cunas de apoyo, tuberías, así como el recubrimiento de la tubería con material granular hasta una altura igual a treinta centímetros (30 cm.) sobre la generatriz superior de la misma, relleno de cubrición, así como reposición de pavimento.

3.10.6.3 Hinca helicoidal de tubería metálica

3.10.6.3.1 Ejecución

La ejecución de estos tramos mediante barrena helicoidal y colocación de camisa de chapa tiene el siguiente proceso constructivo:

- Construcción del pozo de ataque, que debe excavarse hasta una cota situada por debajo de la cota inferior de la tubería a hincar.
- Excavación de la hinca, mediante la utilización de una broca situada en el frente. El material excavado es extraído del frente de ataque hasta el pozo, gracias a un tornillo sinfín que rota en el interior de la hinca. El material, una vez en el pozo de ataque, es elevado hasta la superficie mediante una retroexcavadora. Una unidad de empuje instalada en el pozo de ataque, formada por gatos hidráulicos montados sobre un chasis, dotada de un aro de presión y con macizo de hormigón en masa que sirve de apoyo para la reacción, introduce la tubería de chapa. Los gatos ejercen suficiente fuerza en la tubería para hincarla en el terreno. Cuando la tubería ha sido introducida totalmente, los gatos y el aro de presión retroceden, la hélice es desconectada y una nueva tubería es posicionada y soldada entre la última tubería empujada y el aro de presión.
- Construcción del pozo de recepción y finalización de la hinca. Con este método de hinca mediante barrena helicoidal, el pozo de recepción es relativamente pequeño, ya que los elementos de la maquinaria que tienen que ser extraídos por él son pequeños (la cabeza de la barrena), mientras que los ejes y el tornillo sinfín son extraídos por el pozo de ataque. Por este motivo, el pozo de recepción será similar a la excavación precisa para construir un pozo de registro.
- Una vez hincada la tubería metálica, se procede a la colocación en su interior la tubería definitiva nivelándola mediante tacos y sujetándola mediante coronas y abrazaderas. Por último, se inyecta entre la tubería metálica y la conducción de saneamiento una lechada o mortero de cemento.

El principal problema a resolver en los trabajos de hincado de tuberías ha consistido en mantener la dirección prevista de trazado, con el objeto de llegar con la instalación al punto previsto, tanto en planta, como en sección. En este tipo de trabajos, cualquier cambio en la densidad o en el tipo de terreno a perforar puede originar un cambio de dirección no deseado.

Con la intención de evitar la problemática anteriormente planteada, el Contratista planteará un método adecuado que permita controlar la dirección de la perforación y así mantener la dirección en planta y alzado de diseño.

3.10.6.3.2 Equipos necesarios

Los equipos de hinca helicoidal suelen estar constituidos por:

- Cabeza de rotación-corte
- Bastidor de empuje
- Camisas metálicas y tornillos sinfines
- Sistema de guiado
- Generador eléctrico o suministro de energía eléctrica y elementos auxiliares
- Grúa o retroexcavadora

3.10.6.3.3 Tuberías

La tubería para este tipo de hincas será generalmente de fundición dúctil con junta automática flexible, de PEAD con junta electrosoldada o de PRFV.

3.10.6.3.4 Medición y abono

El abono de este tipo de obras se realizará de la siguiente forma:

- Transporte y retirada de equipo a obra, comprendiendo tanto el equipo principal de empuje y escudo de perforación como los dispositivos de extracción y separación del material excavado y demás elementos auxiliares. Incluye la carga y descarga de los equipos a su llegada y a su salida de obra, así como cualquier clase de impuesto, tasa licencia seguro por traslado, etc. El abono de esta unidad procede hacerlo una única vez para toda la obra. No será de abono si el Contratista decidiera traer otro equipo de hinca del mismo diámetro de un equipo de hinca que ya estuviera en obra, a excepción de que así estuviera recogido en la planificación dentro del Programa de trabajos del Proyecto y no sea una necesidad del Contratista originada por los retrasos acumulados en la ejecución de la obra. No se abonará la ejecución del muro de reacción en cada pozo de ataque por considerarse incluido el coste de su ejecución dentro de las unidades de transporte a obra o traslado entre tajos el montaje y el desmontaje del equipo de hinca y los demás elementos auxiliares necesarios.
- Transporte de equipo entre tajos cuando dentro de una obra se utilice el equipo para hincar varios tramos diferentes. En el caso que desde un mismo pozo de hinca se empujara tubería en dos direcciones diferentes no procederá el abono de este concepto. Incluye montaje y desmontaje y muro de reacción.
- m.l. de perforación, medido entre caras interiores de pozos de ataque y salida aplicando los precios unitarios correspondientes al tipo de terreno y al diámetro de tubería definido en los planos del Proyecto. Incluye todos los medios auxiliares para la ejecución, así como el personal necesario, y la inyección de bentonita entre terreno y tubería y la inyección posterior de mortero para desplazar la bentonita, si fuese necesario. El Contratista no podrá reclamar cantidad alguna en concepto de sobrecosto originado por la realización de una perforación cuyo diámetro sea superior al definido en los planos del proyecto, ni por el generado como consecuencia del incremento del diámetro de la tubería. Asimismo, se considera incluido dentro del precio de la perforación: la excavación, la camisa metálica, la extracción y el transporte a caballeros del material excavado.
- Tubería instalada en el interior de la tubería hincada. Si en proyecto se recoge el que se instale otra tubería en el interior de la tubería hincada, se abonará un suplemento por su colocación, así como por el empleo de piezas especiales para calzar y nivelar la tubería. Dicho abono se considerará por metro lineal y entre caras interiores de pozos de ataque y salida. La propia tubería se abonará por metro lineal (ml.), aplicando el precio unitario correspondiente a la Presión de Trabajo y al diámetro interior previsto como si ésta fuera instalada en zanja. Los precios de aplicación son los previstos en cada caso en el Cuadro de Precios.

Otros conceptos de abono independiente:

- El mortero a inyectar entre las dos conducciones se abona aparte en kg de cemento en seco (dosificación A/C = 1/2). La presión, volumen y composición de los materiales a inyectar deberán ser limitados con objeto de evitar posibles daños o desplazamientos de la tubería.
- La excavación de los pozos de ataque, su entibación y losas de apoyo también son de abono independiente. El picado a mano del frente en caso de encontrar elementos que no puede atravesar la hinca.
- Transporte a vertedero y canon de productos excavados. Se medirá por m3 de volumen excavado según el perfil teórico. El volumen teórico a excavar (que será el de medición y abono) se definirá en los documentos de proyecto y se corresponderá con el volumen exterior de la conducción más el sobrecorte necesario en función de las condiciones geotécnicas.
- Los registros a construir en los extremos del tramo ejecutado por este sistema, que vayan a ubicarse dentro de los pozos de entrada y salida, serán objeto de abono independiente.

- Los tramos de tubería que se encuentren dentro de los pozos de ataque y salida serán objeto de abono independiente. Para el abono de dichos tramos se aplicarán los precios del Cuadro de Precios nº1 y las secciones tipo correspondientes a los tramos adyacentes a los referidos pozos, situados en sentidos opuestos al tramo indicado. Dicho abono incluirá la excavación, entibación, cunas de apoyo, tuberías, así como el recubrimiento de la tubería con material granular hasta una altura igual a treinta centímetros (30 cm.) sobre la generatriz superior de la misma, relleno de cubrición, así como reposición de pavimento.

3.10.6.4 Hinca de tubería de hormigón

3.10.6.4.1 Ejecución

Requiere el uso de maquinaria especializada (tuneladoras, estaciones de empuje, estación de bombeo de bentonita...) y de tubos especialmente diseñados para esta aplicación que puedan resistir las tensiones de empuje y cuyas uniones no son dañadas durante la puesta en obra. Con esta finalidad los tubos son equipados con unas piezas protectoras denominadas virolas, que garantizan la perfecta estanqueidad de la conducción.

El hincado de tuberías de hormigón armado con microtuneladoras es el sistema más empleado y consta de las siguientes partes:

- Pozo de ataque: debe tener espacio suficiente para alojar los componentes de la hinca y proteger la zona de trabajo. Su pared posterior ha de ser capaz de resistir los empujes previstos para colocar la tubería.
- Cabeza perforadora o microtuneladora: formada básicamente por el cabezal de ataque donde van colocados los grupos eléctricos, oleohidráulico y compresor, así como los depósitos de aire y combustible y las distintas coronas de corte dependiendo de los terrenos a perforar. En esta sección suelen incluirse los cuadros eléctricos y automatismos, además del pupitre de control y la cabeza de guiado, por lo que el operario-maquinista dispone de total información durante el trabajo. El pupitre de mando ofrece la situación exacta de los gatos hidráulicos para el direccionamiento de la cabeza, pudiendo corregir las posibles desviaciones de trayectoria. Estos equipos suelen ir dotados de un sistema de guiado por láser para conocer en cada momento la posición real. Colocado delante del primer tubo, tiene por objeto la entibación y sostenimiento del frente de excavación, así como el recorte de la sección de excavación. Dispone de una serie se cilindros hidráulicos de pequeñas dimensiones y pequeño recorrido que permiten la orientación del escudo respecto a la tubería para poder corregir las desviaciones de la tubería.
- Elemento de empuje: formado por un sistema de cilindros hidráulicos en número adecuado al diámetro de los tubos que, a través de una corona para repartir esfuerzos, empuja sobre los tubos para introducirlos en la perforación. Los cilindros hidráulicos se fijan por un extremo a la placa de apoyo sobre el muro de reacción y por el otro al anillo de empuje. El esfuerzo de los cilindros hidráulicos se transmite al muro de reacción del pozo a través de la placa de apoyo y al tubo mediante el acoplamiento de éste al aro de empuje. Éste, efectúa el movimiento de avance y retroceso sobre el bastidor colocado sobre la solera del pozo.
- Estaciones intermedias: cuando la tubería hincada es de gran longitud se hace necesario la utilización de estaciones intermedias de empuje. Constan de un sistema de cilindros hidráulicos de carrera corta, cuyo empuje actúa alternándose con el de la estación principal. La longitud de una perforación viene condicionada por la máxima presión que pueden desarrollar los cilindros y, por otra parte, por la resistencia que ofrece la compresión longitudinal de la tubería. Están formadas por una carcasa envolvente y anillo de presión y trabajan según un movimiento de acordeón mediante la retracción o extensión de sus cilindros hidráulicos destinados a tal fin al presionar sobre el tramo anterior o absorber el avance del tramo posterior respectivamente. El número de estaciones intermedias

depende de la longitud de obra a realizar, las características del terreno y las dimensiones del tubo, así como de las características del equipo de empuje dispuesto por el contratista.

- Equipo de guiado: para la realización de hincas con resultado satisfactorio es imprescindible un sistema de guiado que nos asegure el posicionamiento en todo momento de la tubería. Desde este punto de vista podemos distinguir dos tipos de trabajo:

  - Hincas de longitud reducida (hasta 350 - 400 metros) y rectos
  - Hincas de longitud superior a 350 – 400 metros o con trazado curvo.

  Para el primer caso es suficiente disponer de un emisor de rayo láser de suficiente potencia. En el segundo caso se tiene que contar con empresas especializadas en este tipo de trabajos, bien sea con métodos giroscópicos o sistemas de topografía específicos para obras de hinca de tubería.

- Sistema de inyección de bentonita: para reducir el coeficiente de rozamiento, entre el tubo de hinca y el terreno circundante se procede a realizar inyecciones de bentonita. Con esta medida reducimos el coeficiente de rozamiento de la tubería, así como los esfuerzos de empuje sobre la propia tubería. Dichos parámetros (empuje máximo soportado) están definidos por el fabricante de la tubería de hinca. Normalmente, la tubería de hinca se fabrica con inyectores dispuestos cada 120º, por los cuales se inyecta una mezcla de cemento con bentonita a presión baja para su buena distribución alrededor del tubo.

  Los tubos de hormigón armado para hinca, por los esfuerzos que deben soportar y por la complejidad del hincado (ya que requiere un perfecto paralelismo entre sus caras), deben ser diseñados y fabricados siguiendo los más estrictos controles de calidad, tal y como se recoge en el artículo 2.18 del presente Pliego.

El ataque del terreno se realiza mediante una rueda fresadora. Tanto el par de rotación, como la velocidad de giro, pueden ser regulados sin escalonamiento. El sostenimiento del frente de excavación se realiza mediante la presión del propio escudo contra el terreno. El ataque frontal sobre el terreno puede producir un movimiento de rotación de la tubería ya que el empuje es proporcionado por los gatos al inicio de la columna de hormigón. Este movimiento debe ser contrarrestado cambiando el sentido de rotación de la cabeza de corte, manteniendo estable la posición del escudo.

Las estaciones intermedias son unidades de empuje auxiliares intercaladas entre los tubos de hormigón, permitiendo transmitir de forma escalonada las presiones desde la estación principal de empuje, emplazada en el pozo de partida, hasta el frente de excavación.

Simultáneamente a la operación de excavación realizada por la cabeza de corte y a la operación de empuje realizada por el bastidor de empuje y las estaciones intermedias, se va realizando el revestimiento definitivo del túnel mediante tuberías de hormigón armado que se van introduciendo al inicio del túnel y se van empujando simultáneamente al avance de excavación realizado.

Las estaciones intermedias constan de dos piezas, en la primera de ellas va embebido en el hormigón el escudo que permite el movimiento de la misma, y el segundo elemento es un tubo rebajado similar al del anterior caso. En el caso de hincas con un nivel freático superior a la rasante de la tubería se podrá incorporar a la estación intermedia de una junta activa, que permitirá la compresión de la junta de estanqueidad de la estación intermedia si durante la ejecución de los trabajos perdiese su capacidad de impermeabilización.

El material excavado en el frente se extrae hidráulicamente, mediante la inyección, ya sea de agua o bentonita que actúa como transportador del detritus de la excavación. Esta mezcla se realiza en la cámara posterior de la cabeza de corte, desde donde se extrae mediante bombas a la tubería de impulsión que recorre toda la línea hasta el pozo. En el pozo y por medio de otra bomba se traslada al separador, donde el material es extraído para su transporte, y el líquido transportador es recirculado a la tubería a de impulsión para un nuevo uso.

Para facilitar el empuje, los tubos vienen preparados con unos inyectores que facilitan la lubricación con bentonita del espacio anular que existe entre la excavación y el trasdós de los tubos. A su vez, la columna de hormigón se utiliza como soporte de las diferentes líneas necesarias para la ejecución de la hinca: línea de entrada de aguas, de salida de mezcla de detritus de excavación y agua, de aire a presión, eléctricas, de ventilación, de lubricación con bentonita y de comunicación TV.

El tubo de hormigón armado permite este tipo de puesta en obra gracias a sus elevadas características resistentes, ya que los requerimientos estructurales del método de instalación son muy altos. Los elementos de la conducción se ven sometidos a grandes tensiones por lo que deben emplearse tubos de alta calidad y fiabilidad, especialmente diseñados para esta aplicación.

Una vez finalizado el empuje de los tubos, se pondrá en conocimiento de la Dirección de Obra.

En su caso, antes de proceder al sellado interior de las juntas entre tubos se tendrá que proceder al deslizamiento de las sufrideras con una profundidad mínima de 30 mm.

Entre el final del empuje y el sellado de juntas tendrá que pasar un mínimo de tres días.

Así mismo, cuando esté indicado se tendrá que proceder al sellado de los registros de cada tubo, previstos para las inyecciones entre tubo y terreno natural circundante.

Si en el punto de salida del hincado se detectara alteración del terreno circundante, el Contratista tendrá que proceder, de forma inmediata, a la estabilización de la zona afectada, poniendo en conocimiento de la Dirección de Obra la solución adoptada, reservándose ésta la determinación de actuaciones posteriores si así lo estimara.

También se procederá a la recuperación de la cabeza de corte y a la retirada de todos los equipos empleados para la ejecución de la hinca emplazados en el pozo de ataque.

Además de lo mencionado anteriormente para las hincas genéricas, en la finalización de la ejecución de emisarios submarinos por medio de hincas se procederá al cierre y a la presurización de la cabeza de corte, retirada de todos los elementos de la columna de hormigón y del pozo de salida y a la recuperación de la cabeza de corte por vía marítima mediante una embarcación especialmente preparada para tal fin.

Durante la instalación de tubos de hormigón armado hincados con empujador existen dos tipos de carga aplicadas sobre el tubo: la carga de tierra debida al relleno, con la posibilidad de alguna sobrecarga debida al asentamiento del terreno de alrededor, y la compresión longitudinal provocada por las presiones aplicadas con el empujador al instalar el tubo.

El cálculo de la carga de relleno, aplicando la teoría de Marston, depende del peso del prisma de tierras sobre la perforación, de las fuerzas de rozamiento entre el prisma de tierra situado sobre la perforación y los prismas adyacentes y de la cohesión del terreno.

La fuerza del empuje se compone de la fuerza en el frente de avance y la fuerza del rozamiento envolvente. Para el cálculo en el frente de avance se tiene en cuenta la tensión de corte del terreno, cuyo valor oscila entre 300 y 600 kN/m2. En el cálculo del rozamiento envolvente se considera que el terreno se aplica omnidireccionalmente al tubo, siendo este criterio el más desfavorable. Para reducir el rozamiento se puede considerar el uso de productos lubricantes, como la bentonita, que reducen el rozamiento por debajo de 10kN/m2, siendo el coeficiente de fricción tubo-relleno más restrictivo, m= 20 kN/m2.

3.10.6.4.2 Equipos necesarios

Los equipos de hinca de escudo ciego suelen estar constituidos por:

- Cabeza de corte

- Estaciones intermedias
- Columna de hormigón y sistemas de extracción e inyección
- Bastidor de empuje
- Sistema de guiado
- Cabina de control y elementos auxiliares
- Generador eléctrico o suministro de energía eléctrica
- Grúa

Dependiendo de la longitud de hinca, la cabeza de corte suele estar especialmente diseñada para que, dependiendo del desgaste, fuese posible el acceso al frente para proceder al cambio de los discos de corte (mediante un sistema de presurización y esclusas en el caso de tratarse de emisarios submarinos o terrenos con nivel freático alto). Dentro del escudo se encuentran todos los sistemas de corte: machaqueo, barrido, motor hidráulico de corona, gatos hidráulicos de orientación, sistemas de presurización (en el caso de ser necesarios) y receptor láser de orientación.

3.10.6.4.3 Tuberías

La tubería para este tipo de hincas será generalmente de hormigón armado y deberá cumplir lo estipulado en el capítulo 2.

Las pruebas en los tramos de tubería colocados mediante hinca se realizarán de acuerdo con el apartado 3.10.7 PRUEBAS DE TUBERIAS INSTALADAS.

3.10.6.4.4 Medición y abono

El abono de este tipo de obras se realizará de la siguiente forma:

- Transporte y retirada de equipo a obra, comprendiendo tanto el equipo principal de empuje y escudo de perforación como los dispositivos de extracción y separación del material excavado y demás elementos auxiliares. Incluye la carga y descarga de los equipos a su llegada y a su salida de obra, así como cualquier clase de impuesto, tasa licencia seguro por traslado, etc. El abono de esta unidad procede hacerlo una única vez para toda la obra. No será de abono si el Contratista decidiera traer otro equipo de hinca del mismo diámetro de un equipo de hinca que ya estuviera en obra, a excepción de que así estuviera recogido en la planificación dentro del Programa de trabajos del Proyecto y no sea una necesidad del Contratista originada por los retrasos acumulados en la ejecución de la obra.
- Transporte de equipo entre tajos, cuando dentro de una obra se utilice el equipo para hincar varios tramos diferentes. En el caso que desde un mismo pozo de hinca se empujara tubería en dos direcciones diferentes no procederá el abono de este concepto. No Incluye montaje y desmontaje y muro de reacción.
- Montaje y desmontaje de equipo de hinca por cada tramo de hinca a ejecutar. Incluye el montaje y desmontaje de todos los equipos y demás elementos auxiliares e instalaciones dentro del pozo de hinca o en la zona de trabajo en superficie. Incluye macizo de reacción (salvo excepciones recogidas en proyecto), preparación del frente de ataque y salida y su posterior demolición, y ejecución de pozo de achique y demás instalaciones auxiliares. El abono de esta unidad procede hacerlo una única vez por ubicación.
- Giro en el mismo pozo de hinca: se procederá a abonar una unidad de montaje y desmontaje.
- Anillos de estanqueidad. Suministro, montaje y retirada del anillo tanto del pozo de ataque como del pozo de salida. Los anillos de estanqueidad se suponen de tres usos. Cada instalación del anillo en los pozos de ataque y/o retirada incluye la preparación del punto de hinca, montaje, perforación, retirada del anillo y demás operaciones necesarias.

- Estaciones intermedias. Se abonará por unidad realmente instalada e incluirá la instalación y retirada de gatos, el hormigonado del anillo y juntas así como el resto de operaciones necesarias.
- m.l. de perforación. Ejecutada mediante escudo cerrado. No Incluye tubería para hinca, pero sí el descenso del tubo, la colocación y alineación del tubo, el empuje y guiado. Medido entre caras interiores de pozos de ataque y salida aplicando los precios unitarios correspondientes al tipo de terreno y al diámetro de tubería definido en los planos del Proyecto. Incluye todos los medios auxiliares para la ejecución, así como el personal necesario, y la inyección de bentonita entre terreno y tubería. El Contratista no podrá reclamar cantidad alguna en concepto de sobrecosto originado por la realización de una perforación cuyo diámetro sea superior al definido en los planos del proyecto, ni por el generado como consecuencia del incremento del diámetro de la tubería. Así mismo se considera incluido dentro del precio de la perforación: la excavación, la extracción y el transporte a caballeros fuera del pozo de hinca del material excavado, el agotamiento de los caudales de infiltración, el sellado de juntas (con un deslizamiento previo mínimo de las sufrideras de 3 cm de profundidad) y orificios de inyectores con un material flexible, y la limpieza final de la tubería y pruebas hidráulicas. Requiere suplemento en tramos curvos, únicamente englobando la longitud de perforación realizada en curva y de acuerdo con el trazado de diseño. El precio en función del material se podrá definir en PPTP tras estudio específico en el proyecto.
- Tubería de hormigón clase V según norma ASTM C-76 para hinca. Incluye tubos de estaciones intermedias, la parte proporcional de la virola para la formación de juntas, las juntas y el sellado, y las pruebas de estanqueidad pertinentes. No será suministrada antes de 28 días de su fabricación. La resistencia característica a compresión del hormigón utilizado en la fabricación de las tuberías no será menor de 500 kg/cm^2.
- Tratamiento de lodos de la hinca. Se abonará por metro lineal de perforación ejecutada y consistirá en una primera etapa mediante separadores que permita la discrimanción de la fracción gruesa y media y una segunda etapa mediante filtro prensa junto con complementos de floculación y regulación de pH que permita que todo el material extraído pueda ser depositado en punto de valorización, relleno autorizado o punto de valorización, relleno autorizado o vertedero. Medido entre caras interiores de pozos de ataque y salida aplicando los precios unitarios correspondientes al diámetro de tubería definido en los planos del Proyecto.

Otros conceptos de abono independiente:

- La inyección de lechada de cemento entre tubería y terreno se abona aparte en kg de cemento en seco (dosificación A/C = 1/1 al inicio y 1/2 al final). La presión, volumen y composición de los materiales a inyectar deberán ser limitados con objeto de evitar posibles daños o desplazamientos de la tubería.
- El mortero a inyectar entre las dos conducciones se abona aparte en kg de cemento en seco (dosificación A/C = 1/2).
- Excavación y sostenimiento de los pozos de ataque.
- Losa de solera del pozo de ataque.
- Tubería instalada en el interior de la tubería de hormigón. Se abona suplemento por colocación. Abono entre caras interiores de pozos de ataque y salida.
- Transporte a vertedero y canon de productos excavados así como de los lodos. Se medirá por m3 de volumen excavado según el perfil teórico. El volumen teórico a excavar (que será el de medición y abono) se definirá en los documentos de proyecto y se corresponderá con el volumen exterior de la conducción más el sobrecorte necesario en función de las condiciones geotécnicas.
- Los tramos de tubería que se encuentren dentro de los pozos de ataque y salida serán objeto de abono independiente. Para el abono de dichos tramos se aplicarán los precios del Cuadro de Precios nº1 y las secciones tipo correspondientes a los tramos adyacentes a los referidos pozos, situados en sentidos opuestos al tramo indicado. Dicho abono incluirá la excavación, entibación, cunas de apoyo, tuberías, así como el recubrimiento de la tubería con material granular hasta una altura igual a treinta

centímetros (30 cm.) sobre la generatriz superior de la misma, relleno de cubrición, así como reposición de pavimento. Se abonará un suplemento por colocación de tubos en el interior del pozo de hinca (corte de tubo, medios auxiliares para colocación, etc.), a la hora de instalar los tubos definitivos que van dentro del pozo de hinca.

- Los registros a construir en los extremos del tramo ejecutado por este sistema, que vayan a ubicarse dentro de los pozos de entrada y salida, serán objeto de abono independiente.

3.10.6.5 Hinca dirigida

3.10.6.5.1 Proceso operativo

La perforación dirigida está basada en el uso de la roto percusión o empuje hidráulico, como método de avance, y del aire comprimido a baja presión o lodos bentoníticos, como fluido de perforación.

Se instalará la máquina de forma que la cabeza de perforación entre en el subsuelo con la profundidad e inclinación indicada, y se procederá a las fases operativas siguientes:

- Ejecución de una perforación guía, denominada piloto, siguiendo las indicaciones del proyecto.
- Ampliación del diámetro de la perforación piloto, mediante el empleo de escariadores de diseño adecuado al tipo de suelo, hasta alcanzar el diámetro final de perforación indicado en el proyecto.
- Colocación de la tubería en el interior de la perforación realizada.

3.10.6.5.2 Equipos necesarios

El equipo estándar para perforación dirigida estará compuesto por los elementos siguientes:

- Máquina perforadora hidráulica.
- Unidad de producción de fuerza hidráulica, independiente de la perforadora.
- Compresor para producción de aire comprimido a baja presión.
- Depósito de 1.000 l para agua y aditivos del fluido de perforación.
- Bomba reguladora para la inyección del fluido de perforación.
- Tractor chupona para el trasvase de lodos entre pozos
- Punta de perforación direccionable.
- Sonda electrónica y aparato receptor con capacidad para facilitar datos relativos a la posición de la punta de perforación, en cualquier punto del trazado.
- Herramientas especiales para realización del escariado de la perforación hasta alcanzar el diámetro final deseado.
- Nudos giratorios para evitar la rotación del tubo durante la operación de instalación del mismo.
- Sistemas especiales de anclaje para diferentes tipos y diámetros de los tubos a instalar.
- Si se coloca tubería de PEAD sería también necesario una máquina para soldadura a tope de los tubos de PEAD.
- Además, se dispondrá de un sistema georradar (sistema basado en el estudio de las reflexiones de las ondas electromagnéticas de alta frecuencia para la inspección del subsuelo) u otro sistema similar que permita la detección de las redes de servicios, elementos estructurales y posibles yacimientos arqueológicos para su posterior señalización en campo y en planos. Existen dos (2) factores que influyen en la profundidad de investigación realizada por medio de georradar:
  - Entorno geológico: La profundidad de investigación decrece si aumenta la conductividad del medio (alto contenido en arcillas, sedimentos finos y agua en el suelo).
  - Instrumentación: La profundidad de investigación crece a mayor potencia transmitida y antenas emisoras de bajas frecuencias.

3.10.6.5.3 Tuberías

La tubería para este tipo de hincas será generalmente de fundición dúctil con junta acerrojada o de PEAD con soldadura a tope, y que además deberá cumplir lo estipulado en los apartados correspondientes de este pliego en los que se recogen las características principales de cada uno de los materiales de tuberías enumerados.

3.10.6.5.4 Medición y abono

El abono de este tipo de obras se realizará de la siguiente forma:

- Transporte y retirada de equipo a obra. Incluye montaje y desmontaje. Únicamente se abonará un transporte a obra del equipo de hinca de un determinado diámetro, que a su vez incluirá su retirada. No será de abono si el Contratista decidiera traer otro equipo de hinca del mismo diámetro de un equipo de hinca que ya estuviera en obra, a excepción de que así estuviera recogido en la planificación dentro del Programa de trabajos del Proyecto y no sea una necesidad del Contratista originada por los retrasos acumulados en la ejecución de la obra. Si se hubiera contemplado en el Proyecto varios tramos a ejecutar por un mismo equipo de hinca se abonará traslados entre tajos del equipo de hinca y en igual número a los traslados efectuados.
- Transporte de equipo entre tajos. Incluye montaje y desmontaje.
- m.l. de perforación. Medido entre caras interiores de pozos de ataque y salida y siguiendo el desarrollo teórico de proyecto, aplicando los precios unitarios correspondientes al tipo de terreno y al diámetro de perforación definido en los planos del Proyecto. Medición única de la longitud total hincada, Sin diferenciar entre taladro piloto y ensanchamientos. Incluye tratamiento de lodos (excepto carga, transporte y canon en vertedero de los lodos sobrantes).
- Tubería instalada en el interior. Incluida soldadura a tope en caso del PE y colocación. Abono entre caras interiores de pozos de ataque y salida más tres metros a cada lado para poder manejarla. Incluye limpieza final.

Otros conceptos de abono independiente:

- La inyección de lechada de cemento entre tubería y terreno se abona aparte en toneladas de cemento en seco. La presión, volumen y composición de los materiales a inyectar deberán ser limitados con objeto de evitar posibles daños o desplazamientos de la tubería.
- Excavación de los pozos de ataque.
- Transporte a vertedero y canon de productos excavados así como de los lodos. Se medirá por m3 de volumen excavado según el perfil teórico. El volumen teórico a excavar (que será el de medición y abono) se definirá en los documentos de proyecto y se corresponderá con el volumen exterior de la conducción más el sobrecorte necesario en función de las condiciones geotécnicas.
- Los pozos de registro a construir en los extremos del tramo ejecutado por este sistema serán objeto de abono independiente.

3.10.6.6 Direct Pipe

3.10.6.6.1 Proceso operativo

El proceso operativo del Direct Pipe es una mezcla entre las tecnologías de hinca de tubería de hormigón e hinca dirigida.

Usando el método Direct Pipe, el alineamiento de la perforación es normalmente un arco que va desde la superficie del terreno, pasando por debajo de los obstáculos, y llegando al margen opuesto como en la perforación horizontal dirigida. Al igual que el bastidor de empuje principal utilizado en la hinca de tuberías, el empujador del Direct Pipe actúa como una unidad de empuje. El túnel es excavado por una

máquina perforadora, la cual utiliza el mismo sistema de suspensión de lodos que la microtuneladoras de hinca de hormigón. Esta máquina es colocada al frente de la tubería. Una vez situada, comienza la excavación e instalación de tubería en un paso. El empujador sujeta la tubería y la empuja junto con la máquina tuneladora a través del terreno.

El material extraído es transportado hacia una planta de separación situada en la superficie a través del circuito de lodos (suspensión de bentonita). El flujo de lodos no solo se utiliza para el transporte del material, sino también para estabilizar el frente de excavación. El sobrecorte hecho por la rueda de corte entre la tubería y el terreno es rellenado con un lubricante de alta viscosidad (suspensión de bentonita). Esto reduce la fricción entre el terreno y la parte exterior de la tubería.

Con el apoyo del sistema de navegación es posible perforar curvas con exactitud mediante el uso de un giróscopo para la orientación horizontal y un sistema hidráulico de nivelación de agua para la orientación vertical.

- Pozo de ataque y equipo de construcción: el empujador se coloca en un pozo de ataque poco profundo cerca de la superficie. Las fuerzas verticales y horizontales de empuje son transferidas hacia el terreno a través de un anclaje adecuado, por ejemplo: con la ayuda de tablestacas. El contenedor de mando está situado al lado del pozo de ataque. El beneficio del método Direct Pipe es la simplicidad de los pozos de ataque y de recepción requeridos.
- Pequeño pozo para el rescate de la máquina: es necesario un espacio reducido para el pozo de recepción, por ello pueden ser ejecutados proyectos en zonas urbanas densamente pobladas. Una vez que la máquina Direct Pipe ha alcanzado su objetivo la tubería se encontrará completamente instalada. En este momento la máquina puede ser recuperada en secciones de aproximadamente 3 metros desde un pozo simple de recepción. En el paso final, las líneas de impulsión y extracción son desmontadas y la tubería queda lista para ser conectada con el resto de la red.

3.10.6.6.2 Equipos necesarios

Los equipos de Direct Pipe de escudo ciego suelen estar constituidos por:

- Cabeza de corte
- Sistemas de extracción e inyección
- Bastidor de empuje
- Sistema de guiado
- Cabina de control y elementos auxiliares
- Generador eléctrico o suministro de energía eléctrica
- Grúas o sistemas de izado

3.10.6.6.3 Tuberías

Las tuberías para este tipo de hincas serán obligatoriamente de acero y deberán cumplir lo estipulado en el presente pliego para las TUBERÍAS DE ACERO.

Las pruebas en los tramos de tubería colocados mediante hinca se realizarán de acuerdo con el apartado 3.10.7 PRUEBAS DE TUBERIAS INSTALADAS.

3.10.6.6.4 Medición y abono

El abono de este tipo de obras se realizará de la siguiente forma:

- Transporte y retirada de equipo a obra, comprendiendo tanto el equipo principal de empuje y escudo de perforación como los dispositivos de extracción y separación del material excavado y demás elementos auxiliares. Incluye la carga y descarga de los equipos a su llegada y a su salida de obra, así

como cualquier clase de impuesto, tasa licencia seguro por traslado, etc. El abono de esta unidad procede hacerlo una única vez para toda la obra. No será de abono si el Contratista decidiera traer otro equipo de hinca del mismo diámetro de un equipo de hinca que ya estuviera en obra, a excepción de que así estuviera recogido en la planificación dentro del Programa de trabajos del Proyecto y no sea una necesidad del Contratista originada por los retrasos acumulados en la ejecución de la obra.

- Transporte de equipo entre tajos, cuando dentro de una obra se utilice el equipo para hincar varios tramos diferentes. En el caso que desde un mismo pozo de hinca se empujara tubería en dos direcciones diferentes no procederá el abono de este concepto. No Incluye montaje y desmontaje.
- Montaje y desmontaje de equipo de hinca por cada tramo de hinca a ejecutar. Incluye el montaje y desmontaje de todos los equipos y demás elementos auxiliares e instalaciones dentro del pozo de hinca o en la zona de trabajo en superficie. Incluye preparación de zona de ataque y salida y su posterior demolición, y ejecución de pozo de achique y demás instalaciones auxiliares.
- Giro en el mismo pozo de hinca: se vuelve a abonar el equivalente a una parte de la unidad de montaje y desmontaje.
- Anillos de estanqueidad. Suministro, montaje y retirada del anillo tanto del pozo de ataque como del pozo de salida. Los anillos de estanqueidad se suponen de tres usos. Cada instalación del anillo en los pozos de ataque y/o retirada incluye la preparación del punto de hinca, montaje, perforación y retirada del anillo.
- m.l. de perforación. Generalmente se usa cabeza de escudo ciego por presencia de freático. No Incluye tubería para hinca, sí el enfilado, el izado, la colocación y alineación del tubo, el empuje y guiado. Medido entre caras interiores de pozos de ataque y salida (no variará la longitud según el ángulo de inclinación de la hinca) aplicando los precios unitarios correspondientes al tipo de terreno y al diámetro de tubería definido en los planos del Proyecto. Incluye todos los medios auxiliares para la ejecución, así como el personal necesario, y la inyección de bentonita entre terreno y tubería. El Contratista no podrá reclamar cantidad alguna en concepto de sobrecosto originado por la realización de una perforación cuyo diámetro sea superior al definido en los planos del proyecto, ni por el generado como consecuencia del incremento del diámetro de la tubería. Así mismo se considera incluido dentro del precio de la perforación: la excavación, la extracción y el transporte a caballeros fuera del pozo de hinca del material excavado, el agotamiento de los caudales de infiltración, la limpieza final de la tubería y pruebas hidráulicas. Precio en suelos, roca o gravas y bolos a definir en PPTP tras estudio específico en el proyecto.
- Tubería de acero según especificaciones de proyecto.
- Tubería instalada en el interior. Se abona suplemento por colocación. Abono entre caras interiores de pozos de ataque y salida.
- Tratamiento de lodos de la hinca. Se abonará por metro lineal de perforación ejecutada y consistirá en una primera etapa mediante separadores que permita la discrimanción de la fracción gruesa y media y una segunda etapa mediante filtro prensa junto con complementos de floculación y regulación de pH que permita que todo el material extraído pueda ser depositado en punto de valorización, relleno autorizado o punto de valorización, relleno autorizado o vertedero. Medido entre caras interiores de pozos de ataque y salida aplicando los precios unitarios correspondientes al diámetro de tubería definido en los planos del Proyecto.

Otros conceptos de abono independiente:

- La inyección de lechada de cemento entre tubería y terreno se abona aparte en toneladas de cemento en seco (dosificación A/C = 1/1 al inicio y 1/2 al final). La presión, volumen y composición de los materiales a inyectar deberán ser limitados con objeto de evitar posibles daños o desplazamientos de la tubería.
- El mortero a inyectar entre las dos conducciones se abona aparte en toneladas de cemento en seco (dosificación A/C = 1/2).

- Excavación y sostenimiento de los pozos de ataque (si fuese necesario).
- Losa de solera del pozo de ataque.
- Transporte a vertedero y canon de productos excavados así como de los lodos. Se medirá por m3 de volumen excavado según el perfil teórico. El volumen teórico a excavar (que será el de medición y abono) se definirá en los documentos de proyecto y se corresponderá con el volumen exterior de la conducción más el sobrecorte necesario en función de las condiciones geotécnicas.
- Los registros a construir en los extremos del tramo ejecutado por este sistema serán objeto de abono independiente.

3.10.6.7 Inyecciones en hincas

Las inyecciones en las hincas, tal y como se ha mencionado anteriormente, se dividen principalmente en dos tipos:

- Inyección en el espacio anular formado entre la excavación y el tubo hincado en las hincas de escudo ciego.
- Inyección en el espacio anular formado entre la camisa metálica y el tubo interior en las hincas helicoidales.

En las hincas de escudo ciego los inyectores atraviesan el espesor del tubo en su totalidad y están dispuestos, dentro de una misma sección del tubo, a 120º.

Este tipo de inyecciones se puede dividir en dos fases bien diferenciadas:

- Las inyecciones se comenzarán una vez terminada la ejecución de la hinca y por el inyector superior. Durante la inyección por el inyector superior, el resto de inyectores deberán estar abiertos. La inyección por el inyector superior durará hasta que empiece a salir la lechada por el resto de orificios.
- A partir del momento que ha empezado a salir la lechada por los otros dos inyectores se procederá a cerrar el inyector superior y a seguir inyectando por los otros dos inyectores hasta que no se admita más lechada.

En las hincas helicoidales la inyección se realiza en una única fase:

- En el caso de las hincas helicoidales la inyección se realizará desde una boquilla dispuesta en la tapa de cierre, de aguas abajo, del espacio anular entre la camisa metálica y el tubo interior. Antes de iniciar la inyección hay que colocar la tapa de cierre del espacio anular de aguas arriba y hay que asegurarse que se permite la salida del aire acumulado entre la camisa y el tubo interior mientras se realiza la inyección. La inyección terminará cuando por el orificio de salida de aire ya no sale aire si no que ya sale parte de la lechada inyectada.

Las inyecciones, en las hincas de escudo ciego, se realizarán con una dosificación de partida de una parte de agua por una de cemento (A/C = 1/1) y terminarán con una dosificación de partida de una parte de agua por dos de cemento (A/C = 1/2).

La citada dosificación podrá y deberá ajustarse según la capacidad de absorción del medio receptor, siguiendo las instrucciones de la Dirección de Obra.

Por otro lado, en el caso de las inyecciones en las hincas helicoidales la dosificación de la lechada deberá ser una parte de agua por dos de cemento (A/C = 1/2).

3.10.6.7.1 Medición y Abono

La forma de abono variara en función del tipo de hinca:

- Tubería instalada con empujador: El mortero a inyectar entre las dos conducciones se abona aparte, en toneladas de cemento en seco.

- Hinca helicoidal de tubería metálica: El mortero a inyectar entre las dos conducciones se abona aparte en toneladas de cemento en seco (dosificación A/C = 1/2).
- Hinca de tubería de hormigón: La inyección de lechada de cemento entre tubería y terreno se abona aparte en toneladas de cemento en seco (dosificación A/C = 1/1 al inicio y 1/2 al final). El mortero a inyectar entre las dos conducciones se abona aparte en toneladas de cemento en seco (dosificación A/C = 1/2).
- Direct Pipe: La inyección de lechada de cemento entre tubería y terreno se abona aparte en toneladas de cemento en seco (dosificación A/C = 1/1 al inicio y 1/2 al final). El mortero a inyectar entre las dos conducciones se abona aparte en toneladas de cemento en seco (dosificación A/C = 1/2).
- Hinca dirigida: La inyección de lechada de cemento entre tubería y terreno se abona aparte en toneladas de cemento en seco.

Únicamente serán de abono el mortero y la lechada que queden inyectados. Los materiales que se pierdan por obstrucción al tener que lavar la tubería o las máquinas de inyección, no serán de abono. Tampoco serán de abono la lechada o mortero que, una vez inyectados, se escapen en el interior del túnel o de la tubería.

Están incluidos en los precios de las inyecciones, la limpieza en el túnel, tubería o galería de todos los residuos producidos por la inyección al finalizar los trabajos, o cuantas veces sea necesaria dicha limpieza, a juicio de la Dirección de Obra.

3.10.6.8 Tratamiento de lodos generados durante la perforación

En el caso de que el residuo a tratar sea lodos bentoníticos (lista CER 17.05.06) se procederá a tratarlos de la siguiente manera:

El Contratista deberá presentar a la Dirección de Obra, 30 días antes de iniciarse la perforación por medio de una tuneladora o por medio de una hinca dirigida, un documento en el que se describa la solución adoptada (tratamientos fisicoquímicos, decantación, ajuste de pH…) para el tratamiento de las aguas y lodos procedentes del proceso de perforación.

Esta agua y lodos se caracterizan por un alto contenido de sólidos en suspensión de carácter inerte formados por arcillas, bentonita, polvo de cemento, etc. En el caso de que los vertidos de una perforación fueran sin tratamiento a un cauce, generarían un gran impacto y ocasionarían numerosas denuncias. Si los vertidos de una perforación fueran a la red de saneamiento, la afección a las instalaciones de depuración podría ser muy importante, dado que se produciría un aumento considerable en la producción de fangos de carácter inerte. Esto, provocaría problemas en los sistemas de decantación, en las bombas de extracción de fangos y en los espesadores de lodos. Además, si los fangos de la depuradora, recibieran un tratamiento de incineración, como en el caso de la depuradora de Galindo, se podrían originar graves problemas en el funcionamiento de los hornos por dos motivos fundamentales: el primero es que carecerían de poder calorífico y el segundo es que se producirían reacciones de vitrificación (por el alto contenido en sílice), que producirían depósitos en las superficies del intercambiador de calor.

En el documento que deberá presentar el Contratista, además de lo mencionado anteriormente, se incluirá una estimación lo más aproximada posible del volumen de agua procedente del proceso de excavación y del fango que es necesario deshidratar para inertizarlo y poder así ser utilizado como relleno autorizado. A partir de estos datos el Contratista dimensionará la instalación necesaria para gestionar los volúmenes que se esperan generar durante la ejecución de las obras.

A continuación, se describen dos tratamientos de inertización, uno para la gestión los fangos obtenidos durante la perforación y otro para la gestión de los lodos bentoníticos excedentes.

Para evitar el impacto negativo de los fangos obtenidos durante la perforación, se indican a continuación las líneas de actuación a seguir:

- Captación del fango.
- Neutralización del agua con ácido clorhídrico en caso de detectarse pH por encima de 9´5.
- Decantación del fango para retención de los sólidos en suspensión. Para tal fin se pueden instalar balsas de decantación o decantadores. Normalmente es necesario añadir un coagulante y un floculante. Los fangos obtenidos en la decantación se deshidratarán en filtro-prensa o similar antes del vertido en relleno autorizado.

Las balsas de decantación tienen un uso más adecuado en el caso de grandes obras de excavación que generan importantes volúmenes de vertido.

En el caso de decantadores existen varios tipos a emplear y su elección dependerá de la envergadura y tipología de la perforación.

- Decantadores estáticos.
- Decantador lamelar, donde el decantador dispone de placas inclinadas para aumentar la velocidad de sedimentación.

En ambos tipos de decantadores, el fango decantado puede recibir un tratamiento de deshidratación más complejo, como podría ser la deshidratación por medio de un filtro prensa.

Una vez deshidratado el fango se podrá llevar a relleno autorizado junto con el resto de los materiales excedentes de la excavación.

Por otra parte, el tratamiento de lodos bentoníticos excedentes constará de las siguientes actividades:

- Recogida y acondicionamiento con cal de los lodos bentoníticos.
- Deshidratación en filtro-prensa. Si el efluente del filtro-prensa presenta pH alcalino, se corregirá con la adición de ácido hasta un pH comprendido entre 6 y 9´5.

Una vez realizadas las gestiones de los residuos obtenidos en los apartados anteriores, el Contratista deberá tramitar el permiso de vertido a colector o a cauce público ante el organismo competente.

- En el caso de vertidos a colector, ante el ayuntamiento o Consorcio de Aguas. Tels.: 94 487 31 00, 94 487 31 55.
- Si el vertido se realiza a cauce público, ante la Oficina de las Cuencas Cantábricas Occidentales (URA Gobierno Vasco). Tel: 94 403 38 00

3.10.6.8.1 Medición y abono

La forma de abono variara en función del tipo de hinca. En cada una de las tipologías se describe la forma de abono.

3.10.6.9 Control de los trabajos

Desde el momento de empezar la excavación se tendrá un control del volumen extraído por metro de avance, de tal forma que dicho volumen no sea nunca superior al correspondiente del tubo colocado.

En ningún caso se permitirá la sobreexcavación perimetral mayor que la sección de la corona de corte, en su punto de contacto con el frente de ataque.

Se podrán utilizar todas aquellas estaciones intermedias que resulten necesarias cuando las fuerzas de deslizamiento u otras causas pudiesen obligar a realizar esfuerzos de empuje excesivamente elevados.

Las fuerzas de empuje se aplican a la tubería mediante un anillo (cerco de empuje) que sea lo suficientemente rígido para garantizar una distribución uniforme de presiones.

Las tuberías deterioradas no serán aceptadas. Cuando se produzcan desperfectos en algún tubo durante los trabajos de hinca, tendrá que ser retirado, por lo que se continuará, si esto lo permite el grado de desperfecto, la operación del hincado hasta que el tubo dañado pueda ser extraído por la parte delantera. Si el deterioro de la tubería fuese pequeño, a juicio de la Dirección de Obra, podrá ser reparada previa autorización expresa de esta.

En el caso de que el deterioro de la tubería no permita continuar el hincado, la Dirección de Obra podrá aceptar la reparación o reconstrucción total, para lo cual el Contratista tendrá que presentar cálculos justificativos de la obra a realizar, subscrita por un técnico especialista.

En dichos cálculos se justificará que la tubería reparada o reconstruida "in situ" tendrá una resistencia y vida útil igual o superior a la tubería especificada.

La aceptación de cada reparación o reconstrucción dependerá de la remisión al Director de Obra del correspondiente informe, suscrito por el Técnico especialista del Contratista, en el cual se especificará que las obras fueron realizadas bajo su directa supervisión y que la obra es de una calidad igual o mayor que la tubería proyectada.

También, a efectos de tener información real y continua sobre la alineación vertical y horizontal de la tubería hincada, se tendrá que instalarse al empezar los trabajos un aparato de medida (láser o similar) que permita, en todo momento, tener referencia visual de la situación de avance.

El Contratista estableará un protocolo de control que estará disponible para cuantas veces sea requerido por la Dirección de Obra.

Dicho protocolo tendrá que ejecutarse como mínimo cada 50 cm de avance, reflejando en el mismo:

- Distancia a origen.
- Desviación vertical.
- Desviación horizontal.
- Situación de los gatos de orientación.
- Toneladas de empuje
- Volumen extraído.

El Contratista tendrá a disposición de la Dirección de Obra el control de las fuerzas de empuje diario en el que estarán reflejadas las presiones según manómetro de equipo de empuje y su conversión a toneladas.

En el caso de instalar estaciones intermedias se tendrá que proceder de la misma forma con el control de esfuerzos en cada estación.

3.10.6.10 Tolerancias admisibles

Las tolerancias admisibles han de tener en cuenta las características y restricciones geométricas e hidráulicas definidas en el proyecto constructivo.

Las tolerancias admisibles dependerán de los márgenes y holguras con los que se haya podido redactar el proyecto. Estas tolerancias admisibles serán específicas de cada proyecto y deberán ser acordadas, entre la Dirección de Obra y el contratista, antes del inicio de la ejecución de las hincas.

El contratista, treinta días antes de iniciarse las hincas, entregará a la Dirección de Obra las desviaciones máximas admisibles para el cumplimiento de los criterios de diseño recogidos en el proyecto. La Dirección de Obra contestará al contratista sobre la aceptación o rechazo de las tolerancias presentadas en un plazo máximo de quince días.

Las desviaciones máximas admisibles presentadas por el contratista deberán englobar a la totalidad de los tramos en hinca a ejecutar y deberán satisfacer los criterios de diseño del proyecto, considerando los tramos de hinca de una manera global y de manera individualizada.

El contratista facilitará a la Dirección de Obra, y con la frecuencia que la Dirección de Obra considere oportuno, todos los datos y medios necesarios para poder realizar el seguimiento y control de ejecución de la hinca.

El contratista deberá poner todos los medios necesarios para cumplir las tolerancias aprobadas e impedir que durante la ejecución de la hinca se genere algún punto bajo. En caso de producirse durante la ejecución de la hinca algún punto bajo, el contratista procederá a realizar la reparación de dicho tramo siguiendo las indicaciones y criterios definidos por parte de la Dirección de Obra.

3.10.7 Pruebas de tuberías instaladas

3.10.7.1 Generalidades

Inicialmente la Dirección de Obra podrá hacer en fábrica cuantas pruebas estime oportunas y posteriormente, y a medida que avance el montaje de la tubería, se precederá a las pruebas parciales diferenciando si la red está diseñada para su funcionamiento en impulsión o en gravedad.

Una vez instalada la tubería se realizarán las siguientes comprobaciones o pruebas:

- Inspección visual o por TV
- Controles de alineación y nivelación
- Controles dimensionales de los elementos ejecutados "in situ": pozos de registro, conexiones a estas incorporaciones, clausura de ramales y aliviaderos.
- Comprobación de la presión interior de las tuberías en el caso de redes de impulsión
- Comprobación de la estanquidad de tuberías dimensionales de los elementos ejecutados "in situ": pozos de registro, conexiones a estas incorporaciones, clausura de ramales y aliviaderos.

Antes de iniciar las pruebas, el Contratista tomará las medidas adecuadas para garantizar la inmovilidad de la tubería.

Los equipos necesarios para la realización de las pruebas deberán estar a disposición del Contratista desde el mismo momento en que se inicie la instalación de la tubería, a fin de evitar retrasos en la ejecución de las referidas pruebas. Todos los equipos deberán estar convenientemente probados y tarados sus medidores, manómetros, etc.

El Contratista proporcionará todos los elementos necesarios para efectuar éstas, así como el personal necesario. La Dirección de Obra podrá suministrar manómetros o equipos medidores si lo estima conveniente o comprobar los suministrados por el Contratista.

Las prestaciones del Contratista descritas en el párrafo anterior comprenderán todas las operaciones necesarias para que la Dirección de Obra pueda llevar a cabo las medidas de presión o de caudal correspondiente.

Los trabajos y prestaciones que realice el Contratista para la realización de las pruebas, no serán objeto de abono independiente, ya que se consideran incluidos en el precio de la tubería.

Así mismo, el Contratista deberá suministrar todos los medios humanos y materiales para el control y seguimiento de los posibles asientos diferenciales que pueda experimentar la tubería y obras de fábrica después de su ejecución.

3.10.7.2 Descripción de los controles a realizar en función del régimen de funcionamiento de la conducción.

Se realizarán pruebas en dos (2) períodos diferentes:

- Antes de rellenar la zanja para todas las redes (impulsión y gravedad)

La prueba se efectuará:

Una vez montada y limpia la tubería y antes de la ejecución del relleno y/o de la cama de apoyo de hormigón, si así se especifica por la Dirección de Obra.

La longitud del tramo a probar estará comprendida entre 50 y 100 ml.

La prueba comprenderá alguno de los siguientes ensayos:

- Inspección visual: Los aspectos a inspeccionar y de cuyo estado se dejará constancia en las actas de inspección serán:
  - Estado de las superficies y protecciones
  - Estado de las cunas de asentamiento de las tuberías
  - Estado de las juntas y conexiones
  - Daños aparentes
  - Revestimientos y acabados
  - Tapas de registro, pates, etc.
- Control dimensional así como alineación y rasantes. Mediante los medios adecuados se comprobará que la colocación de la conducción se encuentra dentro de las tolerancias mencionadas. En el apartado 3.10.5.3.1 se definen las tolerancias admisibles.

Si no lo estuviera, se procederá a su corrección.

- Control direccional de los elementos ejecutados "in situ": Se comprobará que los paramentos de arquetas, alturas libres y en general las dimensiones acotadas en los planos se encuentran dentro de las tolerancias correspondientes.

Asimismo, y para las tuberías flexibles, que el cambio en la dimensión vertical no excede del límite de deformación a corta duración, salvo ligeras desviaciones en puntos aislados.

- Exfiltración mediante agua o aire a presión, ya sea los tubos instalados en presión o sin presión.

Los defectos que se detecten serán corregidos a su costa por el Contratista con métodos aprobados por Dirección de Obra.

- Relleno de las zanjas con las juntas vistas (Tuberías en impulsión)

Una vez montada y limpia la tubería, hormigonada la cama de apoyo y rellenada la tubería excepto las juntas, para redes exclusivamente a presión, se realizarán las siguientes pruebas:

- Prueba de presión interior (Exfiltración). A medida que avance el montaje de la tubería se procederá a pruebas parciales de presión interior por tramos de longitud fijada por la Dirección de Obra. Se seguirá el procedimiento desarrollado en el punto 3.10.7.4.3.
- Inspección visual.

- Después de rellenar la zanja (Tuberías en lámina libre)

La prueba se efectuará una vez montada y limpia la tubería, hormigonada la cama de apoyo y rellenada la zanja. La longitud del tramo a probar será menor de 300 m.

La inspección comprenderá los siguientes apartados:

- Inspección visual o por T.V.
- Infiltración.
- Estanqueidad (Exfiltración). Se seguirá el procedimiento desarrollado en el apartado 3.10.7.4.4 (Método LD) Se realizará preferentemente el método LD del procedimiento de la UNE- EN 1.610, para utilizar el método W de la misma norma se exigirá la autorización del director de Obra.

3.10.7.3 Criterios para la elección del tipo de prueba.

Para la elección del tipo de prueba se tendrá en cuenta los siguientes parámetros:

- Diámetro de la tubería
- Posición del Nivel Freático
- Facilidad para conseguir agua
- Disponibilidad de equipos para realizar la prueba con aire a presión.

3.10.7.3.1 Pruebas en función del diámetro de la tubería.

- Tuberías de diámetro menor o igual a 100 cm.
  - Antes de rellenar la zanja:
    - Inspección visual.
    - Exfiltración con agua o aire a presión, ya sea los tubos instalados en presión o sin presión.
  - Después de rellenar la zanja:
    - Inspección por T.V.
    - Infiltración
- Tuberías de diámetro mayor de 100 cm.
  - Antes de rellenar la zanja:
    - Inspección visual
    - Exfiltración para tuberías en presión.
  - Después de rellenar la zanja
    - Inspección visual con registro con T.V
    - Infiltración.
- Tuberías especiales

En zonas con posible intrusión de agua salina, se colocarán tuberías de baja presión (convencional de saneamiento con tipo de junta de máxima calidad).

Las pruebas a realizar serán las exigidas para este tipo de tubería con tolerancias de infiltración que podrán ser más estrictas si así lo determina el P.P.T.P.

- Conducción en túnel
  - Inspección visual
  - Prueba de infiltraciones

3.10.7.4 Especificaciones de las pruebas

3.10.7.4.1 Generales

El Contratista notificará a la Dirección de Obra con un (1) día de antelación la fecha de la realización de las pruebas.

En caso de efectuar las pruebas con aire o agua a presión, una vez montada la tubería, se dejará ésta sin hormigonar (en caso necesario) y la zanja sin rellenar.

Antes de realizar las pruebas con presión de aire o agua se verificará la adecuada colocación de los tubos y se realizarán todos los anclajes necesarios.

Las pruebas de tubería en obra se ejecutarán de acuerdo con la norma ASTM C 497 (Standard Methods of Testing Concrete Pipe, Section or Tile).

3.10.7.4.2 Comprobación de alineaciones y rasantes

Una vez colocada la tubería y la cuna de apoyo de la misma, se realizará un control previo para asegurar que se encuentra en la posición correcta, mediante el empleo de niveles o aparatos láser.

Si las alineaciones o rasantes de las tuberías no estuvieran dentro de las tolerancias admisibles se procederá a su corrección.

3.10.7.4.3 Prueba de la tubería instalada en tuberías a presión.

Una vez finalizada la instalación de la tubería, toda ella deberá ser sometida a las oportunas pruebas de la tubería instalada, previo a la Recepción, basadas en la metodología recogida en la norma UNE-EN 805:2000.

La presión de prueba (STP) se calculará a partir de la presión máxima de diseño (MDP), de forma que, dependiendo de que el golpe de ariete se haya calculado en detalle, o únicamente se haya estimado, el valor de STP será (todos los valores en N/mm2):

- Golpe de ariete calculado en detalle:

  STP = MDP + 0,1

- Golpe de ariete estimado: El menor valor de:

  STP = MDP + 0,5

  STP = 1,5 x MDP

En los casos de impulsiones y grandes conducciones, debe siempre haberse calculado en detalle el valor del golpe de ariete (hipótesis a). Sólo el caso de los ramales de las redes de distribución, en los que, debido a la abundancia de mecanismos de cierre, acometidas, etc., es difícil calcular con detalle el golpe de ariete en la hipótesis pésima de funcionamiento, es una de las situaciones en las que su valor puede ser "estimado" (hipótesis b).

Metodología general:

A medida que avance el montaje de la tubería ésta debe ser probada por tramos, con la longitud fijada en el Proyecto o por la DO, los cuales deben ser de iguales características (materiales, diámetros, espesores, etc.). Los extremos del tramo en prueba deben cerrarse convenientemente con piezas "ad hoc", las cuales han de apuntalarse para evitar deslizamientos de las mismas o fugas de agua, y que deben ser, cuando así se requiera, fácilmente desmontables para poder continuar la colocación de la tubería.

Las longitudes de estos tramos dependen, como se ha indicado, de las características particulares de cada uno de ellos, debiendo seleccionarse de modo que:

- la presión de prueba pueda aplicarse al punto más bajo de cada tramo en prueba
- pueda aplicarse una presión de al menos igual a MDP en el punto más alto de cada uno de ellos
- pueda suministrarse y evacuarse sin dificultad la cantidad de agua necesaria para la prueba
- la diferencia de presión entre el punto de rasante más baja y más alta no exceda del 10% de STP
- en la medida de lo posible, sus extremos coincidan con válvulas de paso de la tubería con todo ello, unas longitudes razonables para los tramos pueden oscilar entre 500 y 1.000 o incluso 2000 metros.

Antes de empezar la Prueba deben estar colocados en su posición definitiva todos los tubos, las piezas especiales, las válvulas y demás elementos de la tubería, debiendo comprobarse que las válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas y que las piezas especiales están ancladas y las obras de fábricas con la resistencia debida.

Cuando la tubería se disponga enterrada, la zanja debe estar parcialmente rellena, dejando las uniones descubiertas. Asimismo, debe comprobarse que el interior de la conducción está libre de escombros, raíces o de cualquier otra materia extraña.

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso debe estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Va colocada en el punto más bajo de la tubería que se vaya a ensayar y debe estar provista, al menos, de un manómetro, el cual debe tener una precisión no inferior de 0,02 N/mm2. La medición del volumen de agua, por su parte, debe realizarse con una precisión no menor de 1 litro.

Cuando en situaciones excepcionales en las que la escasez de agua u otras causas hagan difícil el llenado de la tubería durante el montaje, es razonable admitir la realización de la prueba de la tubería instalada por otros medios distintos a los descritos en el presente epígrafe, siempre que se garantice un control de calidad equivalente.

En cualquier caso, pero especialmente en los de altas presiones, durante la realización de la prueba de la tubería instalada, deben tomarse las medidas de seguridad necesarias para que en caso de fallo de la tubería no se produzcan daños a las personas y que los materiales sean los mínimos posibles. A estos efectos debe ponerse en conocimiento del personal que pudiera ser afectado que se está realizando una prueba, no debiendo permitirse el acceso al tramo que se esté ensayando, ni trabajar en tajos cercanos.

En este sentido, los manómetros deben ser colocados de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

De acuerdo con todo lo anterior, la Prueba, que es única, consta, en general, de las dos etapas siguientes: etapa preliminar y etapa principal.

Etapa preliminar:

Se comienza por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la Prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba. Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo en prueba, para así facilitar la salida del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se debería hacer aún más lentamente, para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto es conveniente colocar un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado de la forma debida. La tubería, una vez llena de agua, se debe mantener en esta situación al menos 24 horas.

El objeto de esta etapa preliminar es que la tubería se estabilice, alcanzando un estado similar al de servicio, a fin de que durante la posterior etapa principal los fenómenos de adaptación de la tubería,

propios de una primera puesta en carga, no sean significativos en los resultados de la Prueba. Como fenómenos de adaptación más característicos de una primera puesta en carga, pueden destacarse los siguientes:

- Movimientos de recolocación en uniones, piezas especiales, anclajes, válvulas y demás elementos
- Expulsión del aire de los huecos y alojamientos en las uniones y en general en toda la tubería
- Saturación de la tubería, en los casos de materiales absorbentes (hormigón)
- Deformación de los tubos, particularmente en el caso de que éstos sean flexibles

La recomendación de mantener llena de agua la tubería 24 horas, es particularmente importante en el caso de las tuberías que puedan absorber cierta cantidad de agua, como son las de hormigón. A continuación, se aumente la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar un valor comprendido entre STP y MDP, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm2 por minuto.

Esta presión debe mantenerse entre dichos límites durante un tiempo razonable (que lo debería fijar el Proyecto correspondiente o la DO a la vista de las circunstancias particulares de cada caso) para lograr los objetivos de esta etapa preliminar, para lo cual, si es necesario, habrá que suministrar, bombeando, cantidades adicionales de agua. Durante este período de tiempo no debe de haber pérdidas apreciables de agua, ni movimientos aparentes de la tubería. Caso contrario, debería de procederse a la despresurización de la misma, a la reparación de los fallos que haya lugar y a la repetición del ensayo.

La fijación de la duración de esta etapa preliminar es fundamental para el buen desarrollo de la posterior etapa principal. Deberá ser tal que logre por completo la estabilización de la tubería a que antes se hacía referencia y dependerá de numerosos factores, como, por ejemplo, el tipo de tubo de que se trate, el diámetro, las condiciones de la instalación, la naturaleza de las uniones, la climatología, etc.

De todo ello es especialmente importante la tipología de la tubería, ya que aquellos tubos susceptibles de absorber cantidades importantes de agua, y especialmente en el caso de altas temperaturas ambiente, son los que requieren que esta etapa tenga una duración importante que logre mitigar el efecto de dicha absorción.

La duración de esta etapa preliminar, basándose en los ensayos realizados por el CEDEX al respecto durante el año 1996, para tubos metálicos y de materiales plásticos (PVC-U, PE y PRFV) deberá ser de una hora o dos horas, por otra parte, en el caso de tratarse de tubos de hormigón y de fibrocemento la duración de la etapa preliminar deberá ser de 24 o incluso 48 horas.

Es, por tanto, muy recomendable el consultar a los respectivos fabricantes sobre la duración deseable de esta etapa en cada una de las tipologías.

Etapa principal o de puesta en carga

Una vez superada la etapa preliminar, la presión hidráulica interior se aumenta de nuevo de forma constante y gradual hasta alcanzar el valor de STP, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm2 por minuto. Una vez alcanzado dicho valor, se desconecta el sistema de bombeo, no admitiéndose la entrada de agua durante, al menos, una hora. Al final de este período al medir mediante manómetro el descenso de presión habido durante dicho intervalo, éste debe ser inferior a los siguientes valores:

- 0,02 N/mm2 para tubos de fundición, acero, hormigón con camisa de chapa, PVC-U, PRFV y PE, en su caso.
- 0,04 N/mm2 para tubos de hormigón sin camisa de chapa y fibrocemento

A continuación, se eleva la presión en la tubería hasta alcanzar de nuevo el valor de STP suministrando para ello cantidades adicionales de agua y midiendo el volumen final suministrado, debiendo ser este inferior al valor dado por la expresión siguiente:

$$\Delta Vmax = 1{,}2 \times V \times \Delta p \times \left[\frac{1}{Ew} + \frac{ID}{e \times E} \right]$$

ΔVmax pérdida admisible, en litros.

V volumen del tramo de tubería en prueba, en litros

Δp caída admisible de presión durante la prueba, en N/mm2, cuyos valores son:

- 0,02 N/mm2 tubos de fundición, acero, hormigón con camisa de chapa, PVC-U, PRFV y, en su caso, PE.

- 0,04 N/mm2 tubos de hormigón sin camisa de chapa y fibrocemento

Ew módulo de compresibilidad del agua, en N/mm2

E módulo de elasticidad del material del tubo, en N/mm2.

ID diámetro interior del tubo, en mm.

e espesor nominal del tubo, en mm.

1,2 factor de corrección que, entre otros aspectos, tiene en cuenta el efecto del aire residual existente en la tubería.

El módulo de compresibilidad del agua (Ew) y unos valores razonables para los valores del módulo de elasticidad del material de la tubería (ET) son los siguientes:

Ew: 2,10x103N/mm2

ET:	fundición	1,70x105 N/mm2
	acero	2,10x105 N/mm2
	hormigón	2,00x104N/mm2-4,00x104 N/mm2
	PVC-U	3.600N/mm2
	PE	200-1.000N/mm2
	PRFV	1,00x104N/mm2-3,90x104N/mm2

Cuando, durante la realización de esta etapa principal o de puesta en carga, el descenso de presión y/o las pérdidas de agua sean superiores a los valores admisibles antes indicados, se deben corregir los defectos observados (repasando las uniones que pierdan agua, cambiando, si es preciso, algún tubo o pieza especial) para así proceder a repetir esta etapa principal hasta superarla con éxito.

En determinadas situaciones, tales como los ramales de las redes de distribución de pequeño diámetro o escasa longitud, puede admitirse que en esta etapa principal se realice únicamente la comprobación de que el descenso de presión producido durante la misma es inferior a los valores admisibles antes indicados.

3.10.7.4.4 Prueba de la tubería instalada en tubos sin presión.

La prueba de estanquidad de tuberías, según la norma UNE-EN 1610, deberá ser realizada con aire, método LD. En el método LD, el número de correcciones y re-ensayos siguientes a un fallo no estará restringido. En el caso de un fallo aislado o continuo en la prueba de aire, se permitirá recurrir a la prueba de agua (método W) y el resultado de la misma por sí sola podrá ser decisivo.

Si el nivel freático está por encima de la generatriz superior de la tubería durante la prueba, podrá aplicarse una prueba de infiltración con una especificación individual.

La prueba inicial puede ser realizada antes de la colocación del relleno lateral. Para la aceptación final, la canalización deberá ser ensayada después del relleno y de la retirada de la entibación.

Prueba con Aire (Método LD)

Los tiempos de prueba de tuberías se ofrecen en la siguiente tabla en función del diámetro de la tubería. Para evitar errores producidos por el equipo de prueba se deberán utilizar conexiones herméticas apropiadas. Se requiere especial cuidado durante la prueba de grandes diámetros por razones de seguridad.

La presión inicial será un 10% superior a la presión de prueba requerida, y deberá ser inicialmente introducida durante aproximadamente 5 min. La presión deberá ajustarse a la de prueba mostrada en la tabla siguiente. Si la caída de presión medida después del tiempo de prueba es menor que el p dado en la tabla siguiente, entonces la tubería cumple.

El equipo empleado para la medición de la caída de presión deberá permitir una medida con una precisión del 10% del incremento de presión. La precisión de la medida del tiempo deberá ser de 5s. En los casos en que el diámetro de la tubería exceda de 1.000 mm, el Director aprobará el método a realizar la prueba de estanqueidad a propuesta del contratista.

Método LD: Presión de prueba, indicador de presión en función del diámetro de la tubería.

Material	Po *	Δp	Tiempo de Prueba (min.)						
	Mbar (kPa)		DN 100	DN 200	DN 300	DN 400	DN 600	DN 800	DN 1000
Tubería de Hormigón Seca	200 (20)	15 (1,5)	1,5	1,5	1,5	2	3	4	5
Valores de kp**			0,058	0,058	0,053	0,040	0,0267	0,020	0,016
Tubería de Hormigón y de Otros Materiales, mojada	200 (20)	15 (1,5)	1,5	1,5	2,	2,5	4	5	7
Valores de kp**			0,058	0,058	0,040	0,030	0,020	0,015	0,012

* Presiones relativas a la atmosférica.

** $$t = \frac{1}{Kp} \times \ln \frac{Po}{Po - \Delta p}$$

Para tuberías de hormigón secas, $Kp = \frac{16}{DN}$, con un máximo de 0,058.

Para tubería de hormigón mojadas y de otros materiales, $Kp = \frac{12}{DN}$, con un máximo de 0,058.

Siendo t el tiempo de prueba, en minutos, redondeado al medio minuto más próximo cuando $t \leq 5\text{min}$ y al minuto más próximo cuando $t > 5\text{min}$.

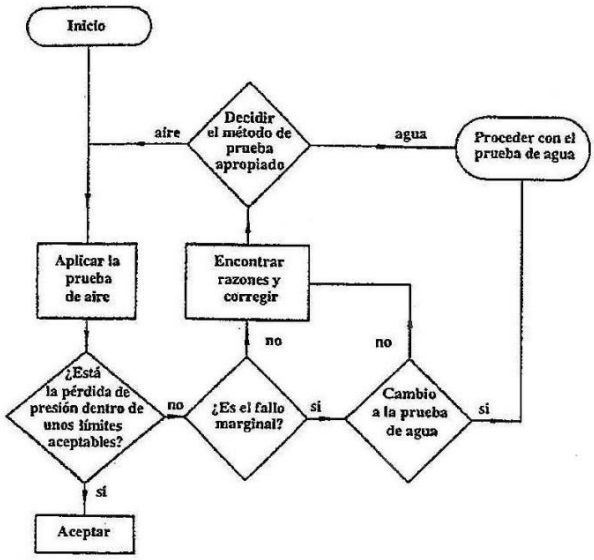


Diagrama del método L

Prueba con Agua (Método W)

La presión de prueba es la presión equivalente o resultante de llenar la sección de prueba hasta el nivel del terreno de registro aguas arriba o aguas abajo, según sea apropiado, con una presión máxima de 50 kPa y una mínima de 10 kPa medida en la parte superior del tubo.

Pruebas de presión de valores mayores se especifican en tuberías que deban operar bajo sobrecargas permanentes o temporales (véase el apartado anterior en que se especifican las pruebas de la tubería instalada en tubos a presión).

Después de que las tuberías estén llenas y la presión de prueba esté aplicada, se necesitará un tiempo de acondicionamiento. Será suficiente por norma general 1 hora. En caso de condiciones climáticas secas y en el caso de probar tubos de hormigón se necesitará un periodo de acondicionamiento más largo.

Una vez superado el tiempo de acondicionamiento se realizará la prueba durante 30 ± 1 min. La presión, durante la realización de la prueba se deberá mantener dentro del margen de 1kPa alrededor de la presión de prueba definida anteriormente mediante la adicción de agua.

La cantidad total de agua añadida durante la prueba para mantener este requerimiento debe ser medida y anotada.

Los requerimientos de la prueba se cumplirán si la cantidad de agua añadida no es mayor de 0,15 l/m² durante 30 minutos, siendo los m² referidos la superficie interna mojada.

En el caso de realizar las pruebas a los registros y a los pozos de inspección, la prueba será satisfactoria si se cumple que la cantidad de agua añadida no es mayor que 0,40 l/m² durante 30 minutos.

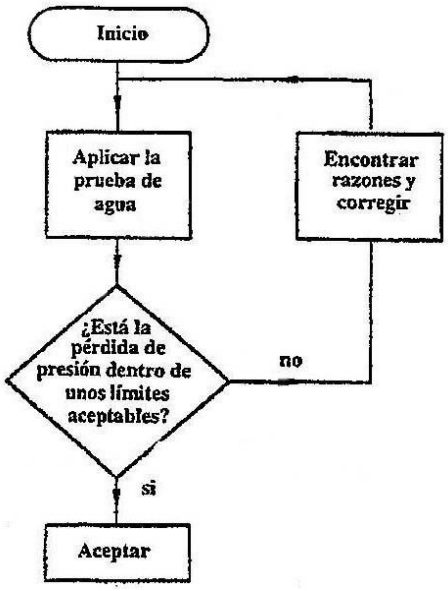


Diagrama del método W

3.10.7.4.5 Prueba de infiltración.

En el tramo de prueba se incluyen los pozos de registro.

Antes de comenzar la prueba se cerrarán todas las entradas de agua en el tramo.

Se aforará el volumen de infiltración en 30 minutos, siendo el valor máximo admisible:

donde:

V = Volumen de aportación en litros por metro.

Dm. = Diámetro nominal de la conducción en metros.

L = Longitud de la conducción en metros.

h = Altura media de la columna de agua por metro (nivel freático)

A = Volumen de infiltración admisible por metro lineal de tubería y metro de diámetro definido en ese apartado en función de los tipos y diámetros de tubería.

En caso de entrada de agua detectada por inspección visual o por T.V., el Contratista llevará a cabo las reparaciones oportunas, incluso en el caso de que el tramo hubiese superado la prueba de infiltración.

3.10.7.5 Control de adecuación al Proyecto

Antes de iniciarse el relleno y después de la finalización de las obras del colector debe procederse a la realización de las pruebas de:

- Control de alineación y rasantes.
- Control de los elementos terminados.
- Inspección visual o por T.V.

<u>Tubería</u>

- Nivelación de la rasante de la tubería y de los pozos de registro.
- Posición en planta y cota.

- Alineaciones.
- Ejecución ajustada a los planos de proyecto.
- Daños. Existencia de fisuras, no siendo aceptables las tuberías que presenten fisuras de anchura mayor de 0,1 milímetros.
- Deformación de tubos flexibles mediante control visual y medición
- Unión con los pozos de registro.
- Cierre de derivaciones.
- Conexiones debidamente ejecutadas.
- Juntas.
- Revestimientos, capas protectoras y superficies pintadas.
- Existencia de residuos u obstrucciones.

Pozos de registro y Aliviaderos

- Estanqueidad.
- Forma de la media caña.
- Pates.
- Cubiertas, marcos, tapas.
- Alineación y cota.
- Accesorios interiores.
- Aberturas de limpieza.
- Abertura de entrada.
- Revestimientos, capas protectoras y superficies pintadas.
- Ausencia de aristas vivas en su interior.
- Separadores de encofrado cortados y sellados con mortero de cemento, tal como se establece en el apartado 3.12. del presente Pliego.

3.10.7.6 Prueba de Deformación.

La variación vertical del diámetro de tubos flexibles no puede superar el valor de la deformación a corto plazo justificado en el cálculo mecánico (valor máximo del 4% para PVC rígido, según DIN 19534, y para polietileno rígido según DIN 19537), pudiéndose superar el límite ligeramente en puntos localizados.

El acortamiento vertical del diámetro de la tubería es una medida de la calidad de la ejecución de la cuna de apoyo y del recubrimiento. El valor admisible a corto plazo, tiene en cuenta las condiciones particulares de la instalación, así como el valor límite del 6% para la deformación admisible a largo plazo, después de 50 años, y en tubos de PVC rígido según DIN 19534, y polietileno rígido según DIN 19537, este tiene en cuenta además un margen de seguridad suficiente frente a rotura por agotamiento.

3.10.7.7 Notas Complementarias.

La presión de prueba en los ensayos definidos en los apartados anteriores será la propia de cada caso, salvo en aquellos casos en que la carga de agua que gravita sobre la tubería, ya sea debida al nivel freático o a la marea, supere dicha presión, en cuyo caso, la presión de prueba a adoptar será la correspondiente a la carga de agua que realmente actuará sobre la tubería.

En zonas en que sea previsible la infiltración de agua salada, la Dirección de Obra podrá sustituir la tubería de saneamiento por tuberías convencionales de abastecimiento de baja presión. En este caso, los hormigones de la tubería cumplirán las condiciones previstas en este Pliego, debiéndose cumplir así mismo, las condiciones de espesor de hormigón de sacrificio y alcalinidad.

La Dirección de Obra podrá cambiar las clases de tubería previstas en el Proyecto en cuyo caso se abonarán de acuerdo con la clase realmente colocada en obra.

3.10.8 Desinfección de tuberías

Se realizará una limpieza de la tubería instalada y, en el caso de su uso para abastecimiento, la desinfección del tramo afectado de tuberías.

Limpieza y lavado de Tuberías

La operación de limpieza consiste básicamente en eliminar todos los objetos extraños que pudieran haber quedado en el interior (como piedras, tierra, arenas, maderas, etc.), y que pueden afectar a la potabilidad del agua o a la capacidad de transporte por la tubería.

Durante el montaje de la tubería, y con el fin de simplificar las tareas de limpieza posteriores, habrá que:

- Comprobar que los tubos y piezas están limpios al montarlos.
- Tapar todos los extremos y aberturas de la tubería y piezas con elementos adecuados (tapones, bridas ciegas, tapiar con fábrica de ladrillo, etc.), siempre que se abandone la instalación, para evitar la entrada de objetos extraños o animales.
- No utilizar en el montaje elementos químicos que puedan alterar la potabilidad del agua:
- grasas, pinturas de piezas, revestimientos, etc.

El lavado se efectuará con la totalidad del montaje finalizado y en caso de realizarse prueba de presión, después de la misma. Los puntos bajos de la conducción contarán para ello con desagües acordes con el diámetro de la tubería a limpiar y desinfectar, con diámetro siempre superior a 80 mm.

El lavado lo realizará el contratista, con la supervisión de la Dirección de Obra o su Asistencia Técnica. El contratista registrará los datos, de la operación (fecha, tramo limpiado, operaciones realizadas).

El proceso de lavado es el siguiente:

- Llenado de la tubería en su totalidad o por tramos, dependiendo de si se dispone de puntos de descarga (desagües) y de llenado (conexiones a red existente).
- Realización de un arrastre en la tubería, de forma que se consigan velocidades superiores a la máxima de trabajo prevista (aunque es conveniente superar 1 m/s). De esta manera se puede conseguir el arrastre de posibles elementos extraños que pudiera haber en el interior.
- Cuando lo descrito en el apartado anterior no sea posible, por no disponer de caudal suficiente o de desagües capaces, habrá que recurrir a sucesivos llenados y vaciados, siempre con el máximo arrastre que se pueda conseguir. En el caso de tuberías de grandes diámetros (superior a 600 mm), la realización de arrastres puede suponer un exagerado consumo de agua, por lo que se contemplarán los siguientes métodos alternativos:

  - *Limpieza con medios manuales*. El personal encargado de la limpieza se introducirá en la tubería, empleando para tal fin los útiles más apropiados (escobas, rastrillos, etc.). Se observarán estrictamente todas las medidas, con el fin de garantizar la seguridad del personal en el interior de las tuberías: medios de ventilación; prohibición total de tener la tubería conectada (las válvulas cerradas no sirven de protección, salvo que se disponga de un bloqueo mecánico con cerradura de seguridad).
  - *Limpieza con medios mecánicos*. Éstos pueden ser:

    ~ Mangueras de alta presión con las que efectuar el arrastre de elementos extraños. La presión máxima de trabajo debe ser tal que no se dañe el revestimiento interior de la tubería.

- ~ Testigos o balones ajustados al diámetro interior de la tubería, que, bien arrastrados desde el exterior, o empujados por la propia presión interior de la tubería al poner en carga uno de los lados del balón, van empujando la posible suciedad.

Se entiende que una tubería está limpia cuando ha estado circulando un caudal igual o superior al de servicio, durante un tiempo, como mínimo, igual al que tarda en recorrer una partícula la totalidad de su longitud. Por tanto, conseguida una velocidad de circulación superior a la nominal, se mantendrán los arrastres durante un tiempo igual a dos veces el mínimo; esto es: T= 2L/60

Desinfección de Tuberías de abastecimiento

Las operaciones de desinfección tienen por objeto conseguir que la tubería adquiera el grado de limpieza (química y bacteriológicamente) necesario, que asegure su potabilidad durante su permanencia en la red de distribución.

La desinfección se realizará después de la limpieza, e inmediatamente antes de la puesta en servicio de la tubería. El desinfectante a utilizar será hipoclorito de sodio con un 10% mínimo de cloro activo disponible.

En el origen de la desinfección, coincidente con el extremo más alto del tramo a desinfectar, se dispondrá una entrada de agua de diámetro superior a 2 pulgadas para llenado; en ella misma se habilitará una toma de ½" hembra rosca-gas, por la que se inyectará el hipoclorito.

En el extremo final de la tubería se dispondrá de una toma (clorímetro) para la toma de muestras, coincidiendo o no con el desagüe. Si no se empleara este último sería suficiente con la utilización de una toma de ½" para salida del agua clorada.

Las operaciones a realizar serán las siguientes:

- *Vaciar* el tramo de tubería completamente.
- *Cerrar* todas las acometidas y verificar que cierran bien todas las válvulas.
- *Llenar la tubería con una solución de agua-cloro* con una proporción de 25 mg de cloro por litro de agua. Esta mezcla deberá realizarse en el punto de llenado y será homogénea, realizada mediante bomba dosificadora y utilizando caudalímetro, para evitar tramos con defecto o exceso de cloro. Una vez se ha comprobado que el agua clorada llega al extremo opuesto (clorímetro) se dejará de introducir hipoclorito Hay que observar las medidas de seguridad adecuadas para el manejo del hipoclorito debido a su toxicidad.
- Se dejará la solución en el interior de la tubería durante un mínimo de 24 horas; si la temperatura del agua fuera inferior a 5º se prolongará el tiempo de permanencia a 48 horas... El tramo en proceso de desinfección deberá quedar totalmente aislado, tomándose medidas para tener la total seguridad de que no se pueda producir un retroceso de esta solución agua-cloro hacia la tubería en servicio, lo que provocaría una contaminación del agua potable por exceso de cloro.
- Transcurrido el tiempo fijado, hay que *tomar muestras de la solución del interior* de la tubería, y comprobar que la concentración de cloro libre es superior a *cinco ppm* (>5 mg/l). Si la concentración de cloro libre residual es inferior a 5 ppm, se repetirá el proceso de desinfección.
- Si la concentración de cloro libre residual supera las 5 ppm, *se vaciará la solución agua-cloro* existente en la tubería. Es absolutamente necesario que no queden restos de esta solución, por lo que habrá que eliminar el agua de la tubería, dejando escurrir bien los desagües; o realizando un pequeño arrastre si es necesario. Si no se realiza bien esta operación afectará a la siguiente, deteriorándose el parámetro de cloro residual, y desvirtuando los análisis.
- La solución podrá:

- Verterse a la red de saneamiento, mediante tuberías o camiones cisterna, con un caudal controlado y especificado por la Subdirección de Explotación de Saneamiento del CABB
- Verterse al medio receptor con previa neutralización del cloro; solo podrá realizarse este vertido una vez se haya comprobado que la concentración de cloro es inferior a la admisible para su asimilación por el medio receptor (0.2 mg/l) para ello se empleará un agente reductor, pudiendo añadirse sulfito sódico u otro agente compatible con la calidad requerida para vertido al medio receptor

- Una vez vacía la tubería se llena con agua potable y se mantiene a la presión de servicio durante 24 horas.

Transcurridas 24 horas, *se tomarán muestras para analizarlas en un Laboratorio acreditado*. Habrá que realizar un análisis químico y otro bacteriológico. Las muestras se tomarán directamente de la tubería a través de elementos instalados. Antes de tomar la muestra se dejará salir agua en cantidad suficiente, para conseguir renovar la acumulada en la derivación. El número de muestras a tomar vendrá condicionado por el número de elementos intermedios instalados, siendo la distancia máxima a considerar entre elementos de muestreo, de 200 m. Durante el proceso de toma de muestras se observará una higiene y meticulosidad elevadas, a fin de evitar la contaminación del interior o de la embocadura del frasco. Este se habrá esterilizado previamente.

Una vez tomadas las muestras, se enviarán al Laboratorio a la mayor brevedad.

Siempre y cuando los parámetros analizados sean inferiores a los mínimos establecidos, se dará por válida la operación. Si no fuese así, se repetirá el proceso de desinfección, aunque es conveniente interpretar los análisis, por si fuera necesario volver a limpiar la tubería previamente. Los resultados de los análisis del laboratorio servirán como acta de desinfección.

3.11 RELLENOS Y TERRAPLENES

3.11.1 Rellenos

3.11.1.1 Rellenos compactados en zanja para la cubrición y/o protección de tuberías

3.11.1.1.1 Definición y fases para el relleno de la zanja

Estas unidades consisten en la extensión y compactación de suelos apropiados en la instalación de tuberías en zanja.

Se distinguirán, en principio, cuatro fases en el relleno:

- Relleno para el asiento de la tubería: Se colocará entre el terreno natural del fondo de la zanja y la tubería, envolviendo a ésta hasta media caña, de acuerdo a las secciones tipo fijadas en el proyecto.
- Relleno de protección hasta 15 cm., como mínimo, por encima de la generatriz superior de la tubería.
- Relleno de cubrición sobre el anterior, hasta la cota de zanja en que se vaya a colocar el relleno de acabado, el firme o la tierra vegetal.
- Relleno de acabado, de colocación eventual si se fuera a reponer tierra vegetal o un firme para circulación rodada.

El relleno de apoyo y protección reunirá las mismas características especificadas para los materiales de apoyo de las tuberías que se encuentran indicadas en el presente Pliego.

El relleno de cubrición se ejecutará con materiales adecuados, de acuerdo a lo especificado en las secciones tipo fijadas en el proyecto y cumpliendo las especificaciones recogidas en el presente Pliego.

El relleno de acabado se ejecutará, asimismo, con materiales adecuados, pero con un grado de compactación superior para evitar el deterioro de la superficie ante el paso eventual de cargas sobre ella.

3.11.1.1.2 Condiciones para la ejecución de cada una de las fases.

3.11.1.1.2.1 Condiciones generales

El relleno de la zanja no comenzará hasta que las juntas de las tuberías y camas de asiento se encuentren en condiciones adecuadas para soportar las cargas y esfuerzos que se vayan a originar por su ejecución, y una vez se hayan finalizado satisfactoriamente las pruebas de estanqueidad.

Cuando el relleno haya de asentarse sobre una zanja en la que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fuera de la zanja donde vaya a construirse el relleno antes de comenzar la ejecución.

Salvo en el caso de zanjas de drenaje, si el relleno hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcilla blanda, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes; y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación del agua sin peligro de erosión.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, tales como cal viva.

Conseguida la humectación conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

Las zonas que, por su forma, pudieran retener agua en su superficie, se corregirán inmediatamente por el Contratista.

Los rellenos se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados centígrados (2º C), debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

3.11.1.1.2.2 Ejecución del relleno de protección

Este tipo de relleno se utilizará para apoyar y envolver la tubería hasta quince centímetros (15 cm.), como mínimo, por encima de su generatriz superior, tal como se señala en las secciones tipo, y se ejecutará por tongadas de 15 cm., compactado manualmente o con equipo mecánico ligero. Se alcanzará una densidad seca mínima del 95% de la obtenida en el ensayo Próctor normal.

Durante la compactación, la tubería no deberá ser desplazada ni lateral ni verticalmente y si fuera necesario para evitarlo se compactará simultáneamente por ambos lados de la conducción.

El material que se empleará en esta zona será el definido en el capítulo 2 del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, como material de relleno tipo A., según se establece en los Planos del Proyecto o, en su caso, el que determine el Director de Obra.

3.11.1.1.2.3 Ejecución del relleno de cubrición

Esta fase consistirá en el relleno en zanja a partir de los quince centímetros (15 cm.), como mínimo, por encima de la generatriz superior de la tubería, y hasta la cota prevista en el Proyecto, tal como se señala en las secciones tipo, o según se determine en el Replanteo o lo defina la Dirección de Obra, y se ejecutará por tongadas apisonadas de 20 cm.

La compactación será tal que se alcance una densidad seca mínima del 90% de la obtenida en el ensayo Próctor normal.

El equipo de compactación se elegirá en base a las características del suelo, entibación existente, y ejecutándose la compactación de forma tal, que no se afecte a la tubería.

La utilización de medios pesados de extendido y compactación, no se permitirán cuando la altura del recubrimiento sobre la arista superior de la tubería, medida en material ya compactado, sea inferior a 1,30 mm.

El material para emplear en esta fase del relleno, podrá ser material procedente de la propia excavación o de préstamos. La utilización de un material u otro vendrá definida en los planos del Proyecto, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en su defecto, el que señale el Director de Obra.

3.11.1.1.2.4 Ejecución del relleno de acabado

Este relleno se utilizará en los 50 cm superiores de la zanja para aquellos casos en que no se vaya a disponer de firmes o reponer el suelo vegetal, teniendo como misión reunir un mínimo de capacidad portante ante posibles cargas o paso de maquinaria por encima de la zanja.

Se ejecutará con materiales seleccionados procedentes de la propia excavación o de préstamos, compactándose hasta una densidad seca del 100% de la obtenida en el ensayo Próctor normal.

3.11.1.2 Rellenos compactados en trasdós de obra de fábrica

3.11.1.2.1 Definición

Estas unidades consisten en la extensión y compactación de suelos adecuados o seleccionados, material filtrante o material de préstamo calidad tipo zahorra, alrededor de las obras de fábrica o en su trasdós, cuyas dimensiones no permitan la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución de terraplenes.

3.11.1.2.2 Ejecución de las obras en general

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un pozo en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fuera del pozo donde vaya a construirse el relleno antes de comenzar la ejecución.

Si el relleno hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcilla blanda, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes; y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación del agua sin peligro de erosión.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados. En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, tales como cal viva.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada. La compactación será tal que se alcance una densidad seca mínima del 90% de la obtenida en el ensayo Próctor normal.

Las zonas que, por su forma, pudieran retener agua en su superficie, se corregirán inmediatamente por el Contratista.

Cuando la Dirección de Obra lo autorice, el relleno junto a obras de fábrica podrá efectuarse de manera que las tongadas situadas a uno y otro lado de la misma no se hallen al mismo nivel. En este caso los materiales del lado más alto no podrán extenderse ni compactarse antes de que hayan transcurrido catorce días (14 d.) desde la terminación de la fábrica contigua: salvo en el caso de que la Dirección de Obra lo autorice, previa comprobación mediante los ensayos que estime pertinentes realizar del grado de resistencia alcanzado por la obra de fábrica. Para terrenos arenosos el pisón será del tipo vibratorio.

3.11.1.3 Control de calidad

La calidad de ejecución de los distintos tipos de rellenos de las zanjas y de los ubicados en el trasdós de las obras de fábrica se controlará mediante la realización de ensayos "in situ" con la frecuencia siguiente, debiéndose adoptar el criterio más restrictivo, en cada caso:

- Relleno de protección
  - Cada 300 ml. de zanja
  - Cada 200 m3 de material colocado
- Relleno de cubrición:
  - Cada 200 ml. de zanja
  - Cada 1.000 m3 de material colocado
- Relleno de trasdós de obras de fábrica:
  - Cada 1.500 m3 de material colocado

Los ensayos a realizar serán:

- Densidad y humedad "in situ", ASTM-D3017 (nuclear): 2 ensayos por cada lote definido en el apartado anterior

3.11.1.4 Medición y abono

El relleno de zanja se abonará por aplicación de los precios correspondientes del cuadro de precios, según las respectivas definiciones, a los volúmenes obtenidos por aplicación, como máximo de las secciones tipo correspondientes, no abonándose generalmente los que se deriven de excesos en la excavación estando obligado, no obstante, el Contratista a realizar estos rellenos a su costa y en las condiciones establecidas.

Si el Contratista al excavar las zanjas dadas no pudieran mantenerse las características del terreno dentro de los límites de los taludes establecidos en el Plano de secciones tipo de zanja, deberá comunicarlo a la Dirección de Obra, para que ésta pueda comprobarlo "in situ", y dé su visto bueno o reparos al abono suplementario correspondiente. En este abono también serán de aplicación los precios anteriores a los volúmenes resultantes.

Será de abono un suplemento en el relleno de la zanja, por m3 de relleno, de acuerdo a perfiles, cuando dicho relleno se ejecute de manera coordinada y simultánea a la retirada de la entibación, garantizando una adecuada compactación del material y la integridad de la tubería. En caso de no realizarse en estas condiciones, el contratista no tendrá derecho a reclamar este suplemento.

En los precios citados, están incluidas todas las operaciones necesarias para la realización de estas unidades de obra y sus correspondientes controles de calidad. En el caso de los rellenos ejecutados con material de la propia excavación, queda incluido en la unidad el transporte desde el punto de acopio hasta el punto de colocación. En el caso de los rellenos ejecutados con material de préstamos, queda incluido el transporte desde su punto de origen hasta su punto de colocación, incluso si son necesarios acopios intermedios.

3.11.2 Terraplenes

3.11.2.1 Definición

Consiste en la extensión y compactación de los suelos tolerables, adecuados o seleccionados, para dar al terreno la rasante de explanación requerida.

3.11.2.2 Ejecución de las obras

Su ejecución comprende las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie de apoyo del relleno tipo terraplén.
- Extensión de una tongada.
- Humectación o desecación de una tongada.
- Compactación de una tongada.

Las tres últimas se repetirán cuantas veces sea necesario.

Si el terraplén tuviera que construirse sobre terreno natural, en primer lugar, se efectuará el desbroce del citado terreno y la excavación, extracción y vertido a escombrera o a acopio de la tierra vegetal (No se considerará terreno vegetal cuando el contenido en materia orgánica sea inferior al 10%) y del material inadecuado (blandones, etc.), si los hubiera, en toda la profundidad necesaria y, en cualquier caso, no menor de 15 cm. A continuación, para conseguir la debida trabazón en el terraplén y el terreno, se escarificará éste, disgregándole en su superficie mediante medios mecánicos y compactándolo, en las mismas condiciones que las exigidas para el cimiento del terraplén.

Cuando el terraplén haya de asentarse sobre el terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas, fuera del área donde vaya a construirse el terraplén, antes de comenzar su ejecución. Estas obras, que tendrán el carácter de accesorias, se realizarán con el visto bueno o instrucciones de la Dirección de la Obra.

Si el terraplén hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

Cuando el terreno natural presente inclinación superior a 1:5 se excavará realizando bermas de 50-80 cm. de altura y ancho no menor de 150 cm. con pendiente de meseta del 4% hacia dentro en terrenos permeables y hacia afuera en terrenos impermeables.

Una vez preparado el cimiento del terraplén, se procederá a la construcción del núcleo del mismo, empleando materiales que cumplan las condiciones establecidas, los cuales serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada y hasta 50 cm. por debajo de la misma. Con los 50 cm. superiores de terraplén de coronación se seguirá en su ejecución el mismo criterio que en el núcleo. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que con los medios disponibles se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Los materiales de cada tongada serán de características uniformes, y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con maquinaria adecuada para ello. No se extenderá ninguna tongada mientras no se haya comprobado que la superficie adyacente cumple las condiciones exigidas.

Cuando la tongada subyacente se halle reblandecida por una humedad excesiva, no se extenderá la siguiente hasta que la citada tongada no esté en condiciones.

Los terraplenes sobre zonas de escasa capacidad de soporte se iniciarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo necesario para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión.

Salvo prescripción en contrario, los equipos de transporte de tierras y extensión de las mismas operarán sobre todo el ancho de cada capa.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación si es necesario. El contenido óptimo de humedad para cada tipo de terreno se determinará según las Normas de ensayo del Laboratorio de Transporte y mecánica del suelo NLT.

En el caso de que sea preciso añadir agua, esta operación se efectuará de forma que el humedecimiento de los materiales sea uniforme sin encharcamientos.

En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas pudiéndose proceder a la desecación por oreo, a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, tales como cal viva, previa autorización de la Dirección de Obra.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

El Proyecto o, en su defecto, el Director de las Obras, señalará, entre el Próctor normal según UNE 103500 o el Próctor modificado según UNE 103501, el ensayo a considerar como Próctor de referencia. En caso de omisión se considerará como ensayo de referencia el Próctor modificado;

En la coronación de los terraplenes, la densidad seca a alcanzar, respecto a la máxima obtenida en el ensayo Proctor de referencia, no será inferior al 100% ni inferior a 1,75 Kg/dm^3. Esta determinación se hará según las normas de ensayo NLT.

En los cimientos y núcleos de terraplenes la densidad seca que se alcance no será inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima obtenida en dicho ensayo, ni inferior a 1,45 Kg/dm^3 según las NTL.

Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o proximidad a obras de fábrica, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando para la compactación de los terraplenes, se compactarán con los medios adecuados al caso, de forma que las densidades secas que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto del terraplén.

Si se utilizan para compactar rodillos vibrantes deberá darse al final unas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiera podido causar la vibración y sellar la superficie.

3.11.2.3 Limitaciones de la ejecución

Los terraplenes se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados centígrados (2º C), debiendo suspender los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

3.11.2.4 Control de calidad

La calidad de la ejecución de los rellenos en terraplén se controlará con la realización de ensayos “in situ” para el control de la humedad, densidad y el módulo de deformación, siguiendo lo especificado al respecto en el Pliego de prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (Orden FOM/1382/2002).

En la definición de los lotes, se aplicará lo contemplado en el PPTG para obras de carreteras, o como mínimo:

Coronación: se considerará 1 lote cada 300 ml.

Núcleo: se considerará 1 lote cada 500 ml.

Cimiento: se considerará 1 lote cada 500 ml.

Espaldones: se considerará 1 lote cada 500 ml.

Los ensayos in situ a realizar serán, como mínimo, por cada lote:

- Densidad y humedad "in situ", ASTM-D3017 (nuclear): 2 ensayos por cada lote definido en el apartado anterior
- 1 ensayo de placa de carga en coronación según NLT 357.

3.11.2.5 Medición y abono

Los terraplenes se abonarán por aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios, a los volúmenes obtenidos por aplicación como máximo de las secciones tipo, no abonándose los que se deriven de excesos en la excavación, estando obligado, no obstante, el Contratista a realizar estos rellenos a su cargo y en las condiciones establecidas. En los precios citados están incluidas todas las operaciones, necesarias para la buena realización de estas unidades de obra, incluso refino de la explanación y taludes.

Su abono se hará aplicando los precios que correspondan a los metros cúbicos (m3) resultantes respectivamente.

En dicho abono quedan incluidos todos los trabajos reseñados, así como los trabajos secundarios, tales como agotamientos, drenajes provisionales, caminos de obra, etc... que puedan ser necesarios, y los controles de calidad fijados.

3.12 ENCOFRADOS

3.12.1 Definición

Se define como encofrado el elemento destinado al moldeo "in situ" de hormigones. Puede ser recuperable o perdido, entendiéndose por esto último el que queda embebido dentro del hormigón.

3.12.2 Tipos de encofrado

Para el empleo en las obras de hormigón y de acuerdo con la terminación de las superficies se utilizarán los siguientes tipos de encofrado:

3.12.2.1 Oculto

Se empleará en los paramentos de obras de fábrica que han de quedar ocultas en el terreno o por algún revestimiento posterior.

La tolerancia de las irregularidades de la superficie interior del encofrado será de seis (6) milímetros.

3.12.2.2 Visto madera

Se utilizará en estructuras y paramentos de hormigón, en masa o armados, que tengan que quedar "vistos". Se empleará exclusivamente tabla de madera machihembrada de ancho uniforme y con la fibra en el sentido de la mayor dimensión del elemento a hormigonar.

La tolerancia en las irregularidades de la superficie interior del encofrado será de tres (3) milímetros.

3.12.2.3 Visto panel

Se utilizará para estructuras o paramentos de hormigón, en masa o armados que tengan que quedar "vistos". Se emplearán paneles de chapa de acero lisos o de madera cepillada, de dimensión mínima de 2 metros.

La tolerancia de las irregularidades en la superficie interior del encofrado será de tres (3) milímetros.

3.12.2.4 Curvo

Se utilizará en paramentos de superficies de directrices curvas, de formas hidrodinámicas, estructuras de rejillas, estructuras de aspiración, piezas especiales decorativas, etc., etc.

El forro deberá ser de tabla machihembrada si lo permite la curvatura del paramento. En caso contrario deberán utilizarse listones de madera cepillada, convenientemente ajustados entre sí y adaptados a un número suficiente de ciertas directrices con objeto de garantizar la forma. Una vez montado el encofrado se deberá reparar toda la superficie mediante cepillado.

La tolerancia de las irregularidades de la superficie del encofrado será de tres (3) milímetros.

3.12.3 Ejecución de Obra

Las cimbras y encofrados, así como las uniones de sus distintos elementos, poseerán una resistencia y rigidez suficiente para resistir, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, las cargas y/o acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado y especialmente, las debidas a la compactación de la masa.

Los límites máximos de los movimientos de los encofrados serán de cinco milímetros para los movimientos locales y la milésima de la luz para los de conjunto.

Cuando la luz de un elemento sobrepase los seis metros, se dispondrá el encofrado de manera que, una vez desencofrado y cargada la pieza, ésta presente una ligera contraflecha (del orden del milésimo de la luz), para conseguir un aspecto agradable.

Los encofrados serán suficientemente estancos para impedir pérdidas apreciables de lechada, dado el modo de compactación previsto.

Las superficies interiores de los encofrados aparecerán limpias en el momento del hormigonado. Para facilitar esta limpieza en los fondos de pilares y muros, deberán disponerse aberturas provisionales en la parte inferior de los encofrados correspondientes.

Cuando sea necesario, y con el fin de evitar la formación de fisuras en los paramentos de las piezas, se adoptarán las oportunas medidas para que los encofrados no impidan la libre retracción del hormigón.

Los encofrados de madera se humedecerán para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón. Por otra parte, se dispondrán las tablas de manera que se permita su libre entumecimiento, sin peligro de que se originen esfuerzos o deformaciones anormales.

Las aristas que queden vistas en todos los elementos de hormigón se ejecutarán con un chaflán de 25 x 25 mm de lado, salvo que otro tipo de remate diferente se defina en los planos o en el P.P.T.P. No se tolerarán imperfecciones mayores de cinco (5) milímetros en las líneas de las aristas.

Cuando se encofren elementos de gran altura y pequeño espesor a hormigonar de una vez, se deberán prever en las paredes laterales de los encofrados ventanas de control, de suficiente dimensión para permitir desde ellas la compactación del hormigón. Estas aberturas se dispondrán a una distancia vertical y horizontal no mayor de dos metros (2 m.) y se cerrarán cuando el hormigón llegue a su altura.

Los elementos de atado y sujeción de los encofrados que atraviesan la sección de hormigón estarán formados por barras o pernos diseñados de tal forma que puedan extraerse ambos extremos de modo que no quede ningún elemento metálico embebido dentro del hormigón a una distancia del paramento menor de 25 mm.

El sistema de sujeción del encofrado deberá ser sometido a la aprobación de la Dirección de Obra. En elementos estructurales que contengan líquidos, las barras de atado deberán llevar una arandela de estanqueidad que quedará embebida en la sección de hormigón.

Los agujeros dejados en los paramentos por los elementos de fijación del encofrado se rellenarán posteriormente con mortero en la forma que lo indique la Dirección de Obra, pudiendo ser preciso utilizar cemento expansivo, cemento blanco, o cualquier otro aditivo que permita obtener el grado de acabado especificado en el proyecto, sin que el Contratista tenga derecho a percibir cantidad alguna por estas labores complementarias.

No se permitirá el empleo de alambres o pletinas (latiguillos) como elementos de atado del encofrado, salvo en los acabados de la clase E-1 (ver 3.14.17.1) previa aprobación de la Dirección de Obra. En todo caso, una vez retirados los encofrados, se cortarán a una distancia mínima de 25 mm de la superficie del hormigón, picando ésta si fuera necesario, y rellenando posteriormente los agujeros resultantes con mortero de cemento.

En el caso de encofrados para estructuras estancas, el Contratista se responsabilizará de que las medidas adoptadas no perjudiquen la estanqueidad de aquéllas.

Los separadores utilizados para mantener la armadura a la distancia del paramento especificada en el proyecto, podrán ser de plástico o de mortero. En el caso de utilizar dados de mortero y para

paramentos con acabado tipo E-2 y E-3 se adoptarán, durante la fase de hormigonado, las precauciones necesarias para evitar que aparezcan manchas de distinto color en la superficie.

Al objeto de facilitar la separación de las piezas que constituyen los encofrados podrá hacerse uso de desencofrantes, con las precauciones pertinentes, ya que los mismos, fundamentalmente, no deberán contener sustancias perjudiciales para el hormigón.

A título de orientación se señala que podrán emplearse como desencofrantes los barnices antiadherentes compuestos de siliconas, o preparados a base de aceites solubles en agua o grasa diluida, evitando el uso de gas-oil, grasa corriente, o cualquier otro producto análogo.

Se deberá utilizar encofrado para aquellas superficies con una inclinación mayor de 25 grados, salvo modificación expresa por parte de la Dirección de Obra.

3.12.4 Desencofrado y Descimbramiento

Tanto los distintos elementos que constituyen el encofrado (costeros, fondos, etc.) como los apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni choque en la estructura, recomendándose, cuando los elementos sean de cierta importancia, el empleo de cuñas, cajas de arena, gatos u otros dispositivos análogos para lograr un descenso uniforme de los apoyos.

Las operaciones anteriores no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometidos durante y después del desencofrado o descimbramiento. Se recomienda que la seguridad no resulte en ningún momento inferior a la prevista para la obra en servicio.

Cuando se trate de obras de importancia y no se posea experiencia de casos análogos, o cuando los perjuicios que pudieran derivarse de una fisuración prematura fuesen grandes, se realizarán ensayos de información (véase la Instrucción EHE) para conocer la resistencia real del hormigón y poder fijar convenientemente el momento del desencofrado o descimbramiento. Este será establecido por la Dirección de Obra, la cual podrá modificar el tiempo de desencofrado cuando así lo aconsejen las condiciones ambientales u otras circunstancias.

El Contratista no tendrá derecho a reivindicación alguna sobre posibles disminuciones de rendimiento motivadas por los plazos de desencofrado establecidos.

Se pondrá especial atención en retirar, todo elemento de encofrado que pueda impedir el juego de las juntas de retracción o dilatación, así como de las articulaciones, si las hay.

A título orientativo pueden utilizarse los plazos de desencofrado o descimbramiento dados por la fórmula expresada en la Instrucción EHE.

La citada fórmula es sólo aplicable a hormigones fabricados con cemento Portland y en el supuesto de que su endurecimiento se haya llevado a cabo en condiciones ordinarias.

En la operación de desencofrado es norma de buena práctica mantener los fondos de vigas y elementos análogos, durante doce horas, despegados del hormigón y a unos dos o tres centímetros del mismo, para evitar los perjuicios que pudiera ocasionar la rotura, instantánea o no, de una de estas piezas al caer desde gran altura.

Igualmente útil resulta a menudo la medición de flechas durante el descimbramiento de ciertos elementos, como índice para decidir si debe o no continuarse la operación e incluso si conviene o no disponer ensayos de carga de la estructura.

Se llama la atención sobre el hecho de que, en hormigones jóvenes, no sólo su resistencia, sino también su módulo de deformación, presenta un valor reducido; lo que tiene una gran influencia en las posibles deformaciones resultantes.

Dentro de todo lo indicado anteriormente el desencofrado deberá realizarse lo antes posible, con objeto de iniciar cuanto antes las operaciones de curado.

3.12.5 Medición y Abono

Los encofrados se medirán por metros cuadrados (m2) de superficie de hormigón medidos sobre Planos o en la obra, abonándose mediante la aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1, según su ubicación y tipología.

También se considera incluido dentro de la unidad de encofrado los berenjenos y cuadradillos para achaflanar aristas o regularizar juntas.

Las barras de anclaje y los conos metálicos reutilizables que se roscan en los extremos de las citadas barras, así como el relleno con mortero hidrófugo y de baja retracción para el sellado de los huecos creados por la retirada de los mencionados conos en el muro de hormigón se consideran también incluidas dentro de la unidad de encofrado.

A su vez se considera también incluido todas las operaciones de apuntalamiento y apeo, así como el empleo de desencofrante para facilitar el desencofrado.

Está también incluido en el precio el desencofrado de los elementos.

3.13 APEOS Y CIMBRAS

3.13.1 Definición

Se definen como apeos y cimbras los armazones provisionales que sostienen un elemento estructural mientras se está ejecutando, hasta que alcanza resistencia propia suficiente.

3.13.2 Ejecución

La ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Construcción y montaje.
- Descimbrado.

3.13.2.1 Construcción y montaje

Salvo prescripción en contrario, las cimbras y apeos deberán ser capaces de resistir el peso total propio y el del elemento completo sustentado, así como otras sobrecargas accidentales que puedan actuar sobre ellas.

Las cimbras y apeos tendrán la resistencia y disposición necesarias para que, en ningún momento, los movimientos locales, sumados en su caso a los del encofrado, sobrepasen los cinco milímetros (5 mm), ni los de conjunto, la milésima (1/1.000) de la luz.

Las cimbras se construirán sobre los planos de detalle que prepare el Contratista; quien deberá presentarlos, con sus cálculos justificativos detallados, a examen y aprobación del Director de Obra.

Cuando la estructura de la cimbra sea metálica estará constituida por perfiles laminados, palastros roblonados, tubos, etc., sujetos con tornillos, o soldados. Para la utilización de estructuras desmontables, en las que la resistencia en los nudos esté confiada solamente al rozamiento de collares, se requerirá la aprobación previa del Director.

En todo caso, se comprobará que el apeo o cimbra posee carrera suficiente para el descimbrado, así como que las presiones que transmite al terreno no producirán asientos perjudiciales con el sistema de hormigonado previsto.

Una vez montada la cimbra, si el Director lo cree necesario, se verificará una prueba consistente en sobrecargarla de un modo uniforme y pausado, en la cuantía y con el orden con que lo habrá de ser durante la ejecución de la obra. Durante la realización de la prueba, se observará el comportamiento general de la cimbra, siguiendo sus deformaciones mediante flexímetros o nivelaciones de precisión. Llegados a la sobrecarga completa, ésta se mantendrá durante veinticuatro horas (24 h.) con nueva lectura final de flechas. A continuación, y en el caso de que la prueba ofreciese dudas, se aumentará la sobrecarga en un veinte por ciento (20%) o más, si el Director lo considera preciso. Después se procederá a descargar la cimbra, en la medida y con el orden que indique el Director, observándose la recuperación de flechas y los niveles definitivos con descarga total.

Si el resultado de las pruebas es satisfactorio, y los descensos reales de la cimbra hubiesen resultado acordes con los teóricos que sirvieron para fijar la contraflecha se dará por buena la posición de la cimbra y se podrá pasar a la realización de la obra definitiva. Si fuese precisa alguna rectificación, el Director notificará al Contratista las correcciones precisas en el nivel de los distintos puntos.

Si la cimbra pudiera verse afectada por posibles avenidas durante el plazo de ejecución, se tomarán las precauciones necesarias para que no afecten a ninguno de los elementos de aquella.

En el caso de obras de hormigón pretensado, es importante una disposición de las cimbras tal que permitan las deformaciones que aparecen al tesar las armaduras activas, y que resistan la subsiguiente

redistribución del peso propio del elemento hormigonado. En especial, las cimbras deberán permitir, sin coartarlos, los acortamientos del hormigón bajo la aplicación del esfuerzo de pretensado.

Por lo dicho anteriormente, se preferirán las cimbras realizadas con puntales en abanico. Los arriostramientos tendrán la menor rigidez posible, compatible con la estabilidad de la cimbra y se retirarán los que se puedan antes del tesado de las armaduras.

Cuando se utilice el método de construcción por voladizos sucesivos mediante carro de avance, se deberán reglar cuidadosamente sus cotas antes del hormigonado de cada dovela, siguiendo las indicaciones del Director. El carro deberá tener la suficiente rigidez para evitar el giro de la dovela que se está hormigonando con respecto a la zona ya construida, y la consiguiente fisuración en la junta.

3.13.2.2 Descimbrado

El descimbrado podrá realizarse cuando a la vista de las circunstancias de temperatura y del resultado de las pruebas de resistencia, el elemento de construcción sustentado haya adquirido el doble de la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos que aparezcan al descimbrar.

El descimbrado se hará de modo suave y uniforme recomendándose el empleo de cuñas, gatos, cajas de arena, u otros dispositivos, cuando el elemento descimbrado sea de cierta importancia. Cuando el Director lo estime conveniente, las cimbras se mantendrán despegadas dos o tres centímetros (2 o 3 cm.) durante doce horas (12 h.), antes de ser retiradas por completo; debiendo comprobarse, además, que la sobrecarga total actuante sobre el elemento que se descimbra, no supera el valor previsto como máximo en el Proyecto.

En el caso de obras de hormigón pretensado, se seguirán, además las siguientes prescripciones:

El descimbrado se efectuará de conformidad con lo dispuesto en el programa previsto en el Proyecto. Dicho programa deberá estar de acuerdo con el correspondiente al proceso de tesado, a fin de evitar que la estructura quede sometida, aunque sólo sea temporalmente, durante el proceso de ejecución, a tensiones no previstas en el Proyecto, que puedan resultar perjudiciales.

Tanto los elementos que constituyen el encofrado, como los apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni golpes al hormigón, para lo cual, cuando los elementos sean de cierta importancia, se emplearán cuñas, cajas de arena, gatos u otros dispositivos análogos para lograr un descenso uniforme de los apoyos.

De no quedar contraindicado por el sistema estático de la estructura, el descenso de la cimbra se comenzará por el centro del vano, y continuará hacia los extremos, siguiendo una ley triangular o parabólica.

3.13.3 Medición y abono

Los apeos y cimbras, se abonarán por metros cúbicos (m^3) medidos entre el paramento inferior de la obra y la proyección en planta de la misma, sin excederse de los límites de dicha obra.

Serán de abono exclusivamente para alturas de encofrado mayores de 4 metros.

En el caso de cimbras no convencionales, tales como carros de avance, vigas de lanzamiento, etc., la forma de medición y abono será la especificada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

3.14 OBRAS DE HORMIGÓN REALIZADAS IN SITU

3.14.1 Obras de hormigón en masa o armado

3.14.1.1 Definiciones

Se definen como obras de hormigón en masa las obras o partes de ellas cuyo material fundamental es el hormigón, sin armaduras, y las de hormigón que contienen armaduras de paramento cuya finalidad es exclusivamente la de reducir o anular la fisuración superficial.

Se definen como obras de hormigón armado aquéllas que se refuerzan con armaduras de acero que colaboran con el hormigón para resistir los esfuerzos.

No son objeto de este artículo:

- los hormigones y morteros especiales.
- los pavimentos de hormigón para carreteras.
- los tubos de hormigón en masa o armados.
- los elementos prefabricados de hormigón.

3.14.1.2 Normativa

Las obras de hormigón en masa o armado se regirán por las especificaciones contenidas en las siguientes Normas o Instrucciones, complementadas con las del presente Pliego:

- Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008".
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción del Cemento RC-16
- Pliego General de Condiciones para la Recepción de Conglomerantes Hidráulicas".
- Normas de la American Society for Testing and Materials (ASTM)".
- Normas del American Concrete Institute (ACI)".

3.14.1.3 Materiales

El hormigón empleado en la ejecución de obras de hormigón en masa o armado cumplirá las especificaciones de los siguientes Artículos:

- Hormigones.
- Áridos.
- Fabricación del hormigón en obra.

Los materiales para las armaduras en las obras de hormigón en masa o armado cumplirán las especificaciones establecidas en el Artículo:

- Artículo3.17.1“Armaduras para hormigón armado”.

3.14.1.4 Ejecución

Se estará lo dispuesto en el Capítulo XIII de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.14.2 Fabricación del hormigón en obra

3.14.2.1 Definición

Se define como fabricación del hormigón en obra, el conjunto de operaciones necesarias para producir hormigón fresco convenientemente dosificado y amasado, de acuerdo con una determinada composición tipo, y siempre que estas operaciones sean realizadas en instalaciones auxiliares del Contratista, situadas en el ámbito de la obra.

3.14.2.2 Instalaciones y Equipos

Se estará lo dispuesto en el Artículo 71 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.14.2.3 Dosificación del Hormigón

Se estará lo dispuesto en el Artículo 71 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

Se dosificará el hormigón con arreglo a los métodos que se consideren oportunos respetando siempre las limitaciones siguientes:

- La cantidad mínima de cemento por metro cúbico de hormigón será la establecida en 37.3.2. de la EHE 08.
- La cantidad máxima de cemento por metro cúbico de hormigón será de 500 kg. En casos excepcionales, previa justificación experimental y autorización expresa de la Dirección de Obra, se podrá superar dicho límite.
- No se utilizará una relación agua/cemento mayor que la máxima establecida en 37.3.2. de la EHE 08.

En dicha dosificación se tendrán en cuenta, no sólo la resistencia mecánica y la consistencia que deban obtenerse, sino también el tipo de ambiente al que va a estar sometido el hormigón, por los posibles riesgos de deterioro de éste o de las armaduras a causa del ataque de agentes exteriores.

Para establecer la dosificación (o dosificaciones, si son varios los tipos de hormigón exigidos), el constructor deberá recurrir, en general, a ensayos previos en laboratorio, con objeto de conseguir que el hormigón resultante satisfaga las condiciones que se le exigen en los Artículos 31º y 37º de la EHE 08, así como las especificadas en el correspondiente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En los casos en que el constructor pueda justificar documentalmente que, con los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos, es posible conseguir un hormigón que posea las condiciones anteriormente mencionadas y, en particular, la resistencia exigida, podrá prescindirse de los citados ensayos previos.

3.14.2.4 Mezclado del Hormigón

Se estará lo dispuesto en el Artículo 71 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.14.2.5 Control de Producción

El Contratista presentará al Director, para su aprobación, una Pauta de Control de fabricación del hormigón que, por su cuenta y riesgo deberá efectuar con el fin de asegurar la correcta ejecución de la dosificación y del amasado.

El Director podrá ordenar la ejecución, con determinadas hormigoneras, de los ensayos previstos en la "Instrucción para la Fabricación y Suministro de Hormigón Preparado" (EHPRE) para controlar la uniformidad del amasado.

Todas estas comprobaciones serán realizadas por el Contratista informando previamente al Director, quién podrá asistir a ellas bien personalmente o por medio de sus representantes. Se levantará un acta de cada comprobación, enviando una copia de ella al Director.

3.14.3 Ejecución de las obras de hormigón

3.14.3.1 Definiciones

Se define como ejecución de las obras de hormigón el conjunto de operaciones que es necesario realizar para poner en obra los materiales y construir, según las especificaciones del Proyecto, las obras de hormigón en masa, armado o pretensado.

En la interpretación de los términos contenidos en el capítulo de Obras de Hormigón se tendrán en cuenta las siguientes definiciones:

A/ En obras cuya construcción progresa verticalmente:

- Bloque. Parte de la obra de hormigón limitada por las juntas de contracción o de dilatación definidas en los Planos.
- Bloque parcial. Parte de un bloque que resulta de subdividirlo mediante juntas de construcción encofradas, definidas en los Planos o por el Director.
- Tongada. Parte de un bloque, o bloque parcial, de superficie superior sensiblemente horizontal y cuyo hormigonado debe ejecutarse sin interrupción.
- Capa. Rebanada horizontal que resulta de dividir una tongada por planos horizontales equidistantes y cuya compactación se ejecuta, en todo su espesor, antes de colocar la capa siguiente.

B/ En obras cuya construcción progresa longitudinalmente:

- Tramo o módulo. Parte de la obra de hormigón limitada por las juntas de contracción o de dilatación definidas en los Planos.
- Subtramo. Parte de un tramo que resulta de dividirlo mediante juntas de construcción encofradas, definidas en los Planos o por el Director.
- Elemento o unidad de hormigonado. Parte de un tramo o subtramo cuyo hormigonado debe realizarse sin interrupción.
- Capa. Ver punto A.

C/ Juntas:

- Junta. Superficie de discontinuidad en las estructuras de hormigón. Unas juntas son definidas en los Planos del proyecto con el fin de evitar la fisuración del hormigón por efectos térmicos o mecánicos; otras vienen obligadas por condicionantes del planteamiento de ejecución de la estructura por elementos o partes de hormigonado ininterrumpido y, por último, otras son discontinuidades no previstas, debidas a las interrupciones o demoras no programadas que eventualmente pueden acontecer durante las operaciones de hormigonado.
- Las juntas de hormigonado no previstas en los planos se situarán en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas, con dicho fin, de las zonas en las que la armadura esté sometida a fuertes tracciones. Si el plano de una junta resulta mal orientado, se destruirá la parte de hormigón que sea necesario eliminar para dar a la superficie la dirección apropiada.

Procedimiento a seguir una vez ejecutada la junta:

Una vez ejecutada la junta y antes de reanudar el hormigonado se limpiará dicha junta de toda suciedad o árido que haya quedado suelto y se retirará la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto; para ello se podrá utilizar un chorro de arena o cepillo de alambre, según se encuentre el hormigón más o menos endurecido, pudiendo emplearse también, en este último caso, un chorro de agua y aire. Expresamente se prohíbe el empleo de productos corrosivos en la limpieza de juntas.

Realizada la operación de limpieza, se humedecerá la superficie de la junta, sin llegar a encharcarla, antes de verter el nuevo hormigón. Cuando el hormigón se transporte hasta el tajo en camiones hormigonera, no se podrá verter en la junta el primer hormigón que se extrae, debiendo apartarse éste para su uso posterior.

En cualquier caso, teniendo en cuenta lo anteriormente señalado, el Contratista propondrá a la Dirección de Obra, para su visto bueno o reparos, la disposición y forma de las juntas entre tongadas o de limitación de tajo que estime necesarias para la correcta ejecución de las diferentes obras y estructuras previstas, con suficiente antelación a la fecha en que se prevean realizar los trabajos, antelación que no será nunca inferior a quince días (15 d.).

No se admitirán suspensiones de hormigonado que corte longitudinalmente las vigas, adoptándose las precauciones necesarias, especialmente para asegurar la transmisión de estos esfuerzos, tales como dentado de la superficie de junta o disposición de armaduras inclinadas. Si por averías imprevisibles y no subsanables, o por causas de fuerza mayor, quedara interrumpido el hormigonado de una tongada, se dispondrá el hormigonado hasta entonces colocado de acuerdo con lo señalado en apartados anteriores.

Tipos de juntas:

- Juntas de contracción; Juntas definidas para evitar el desarrollo de fisuras incontroladas originadas por el efecto térmico de contracción del hormigón debido, principalmente, a la disipación del calor de hidratación del cemento y a la retracción de secado en la primera edad del hormigón; sirven también para absorber la contracción térmica causada por los eventuales descensos periódicos de la temperatura del macizo de hormigón. Se subdividen en:
- Junta a tope
- Junta abierta (con relleno posterior de hormigón).
- Junta iniciada
- Juntas de dilatación; Juntas que conservan una cierta abertura para impedir el contacto de sus dos caras. La abertura inicial debe ser suficiente para absorber el aumento de dimensiones de los elementos de estructura que separa la junta, debidos a la dilatación térmica por elevación de temperatura. Generalmente, para conseguir la abertura de la junta se coloca una plancha de material polimérico espumado. En obras de hormigón armado se subdividen en:
  - Juntas de dilatación. Sin armadura pasante.
  - Juntas de dilatación. Con armadura pasante.
- Juntas de cimiento o de aislamiento mecánico; Juntas cuya finalidad es la de conseguir la separación entre partes continuas de una estructura de hormigón, por lo general, en un plano vertical con el fin de confinar los movimientos a la parte específica en la que éstos se originan, generalmente por asientos diferenciales del cimiento.
- Juntas de construcción; Juntas no necesariamente señaladas en los planos del Proyecto cuya definición es generalmente establecida en el Estudio de Ejecución de la obra, que son necesarias para la descomposición de una estructura, o parte de ella, en elementos monolíticos cuyo hormigonado debe ser ininterrumpido. Se subdividen en:

- Juntas de construcción sin encofrado; superficies de unión entre tongadas consecutivas, horizontales o subhorizontales
- Juntas de construcción encofradas; a su vez pueden ser:
  - ~ Previstas, en los Planos o Programas de construcción.
  - ~ Imprevistas, creadas cuando, por algún incidente imprevisto, se produce la interrupción del hormigonado, siendo necesario dejar la superficie terminal del hormigón en posición y forma correcta.

- Juntas de fraguado; se denominan también juntas frías. Son discontinuidades imprevistas por defectos de unión entre capas de vibración consecutivas dentro de una misma tongada o por el endurecimiento del hormigón antes de que haya sido compactado el de la carga superpuesta.

3.14.3.2 Normativa

En la ejecución de obras de hormigón se consideran de obligado cumplimiento la normativa vigente siguiente:

- Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008
- "Instrucción para la Fabricación y Suministro de Hormigón Preparado, EH-PRE-72".
- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos, RC-16".

3.14.3.3 Planos de Construcción

Las obras se ejecutarán con estricta sujeción a los Planos del Proyecto, a los planos complementarios entregados al Contratista por el Director y a los planos que, habiendo sido elaborados o presentados por el Contratista hubieran sido aprobados por el Director.

El contratista estará obligado a elaborar y someter a la aprobación del Director los siguientes planos:

- Planos de replanteo de la obra de hormigón, en los que figurarán todos los datos necesarios para definir la ubicación exacta y unívoca de cada elemento, incluyendo las coordenadas de los vértices de triangulación o bases de replanteo, señales niveladas, bases de triangulación, coordenadas de los puntos materializados que definen los ejes principales de las obras y los puntos o líneas de referencia que figuran en los planos de las obras a ejecutar.
- Planos de detalles constructivos no definidos en los Planos del Proyecto o en los complementarios.
- Planos de despiece de las armaduras de los elementos de hormigón armado y pretensado, con el detalle suficiente para poder efectuar el corte, doblado y colocación de las armaduras en los encofrados o moldes, cuando este despiece no figurase en los Planos de Proyecto ni en los complementarios.
- Planos de detalle necesarios para definir la situación y composición de aquellos elementos especiales que lo precisen, incluyendo plantas, alzados y secciones.
- Planos de plantas, perfiles transversales y longitudinales de la cimentación o apoyo de la obra, confeccionados a partir de los datos tomados en el terreno inmediatamente antes de iniciar el hormigonado. En estos planos se representará la situación en planta y en alzado de las singularidades geológicas existentes tales como diaclasas, fallas, estratos, resurgencias de agua y la naturaleza de la roca o del suelo de cimentación. Asimismo, se representarán los dispositivos de drenaje, inyección, auscultación y de otros tipos que hayan de quedar ocultos.
- En general, los planos de detalle necesarios para definir la situación y composición de aquellos elementos especiales que lo precisen, incluyendo plantas, alzados y secciones.
- Planos de situación y forma de las juntas de construcción que, habiendo sido aprobadas por el Director, definen geométricamente las tongadas, tramos o elementos de hormigonado

ininterrumpido. En estos Planos se definirá el tratamiento de las juntas de construcción encofradas y no encofradas

- Gráficos y planos de seguimiento de la obra en los que se indicarán los límites y las fechas de hormigonado previstas y las reales en las que fueron ejecutadas cada una de las tongadas, tramos o elementos hormigonados sin interrupción. También se representarán las juntas de construcción que, no habiendo sido programadas, hayan sido ejecutadas.

3.14.3.4 Estudio de Ejecución y Programa de Trabajos

3.14.3.4.1 Descomposición de la obra o estructura

Siguiendo las instrucciones del Director, y teniendo en cuenta las prescripciones de este Pliego, el Contratista elaborará y someterá a la aprobación del Director la descomposición de la obra o estructura en diversas partes de ejecución independiente y, cada una de ellas, en elementos o unidades cuyo hormigonado deba realizarse sin interrupciones que pudieran originar discontinuidades o juntas de fraguado. Se adjuntarán los planos indicados en el punto g) del artículo; además, se señalará en éstos la secuencia de hormigonado de las distintas partes y elementos de hormigonado ininterrumpido.

3.14.3.4.2 Contenido del estudio de ejecución.

El estudio de Ejecución deberá describir y justificar los suministros, métodos, medios auxiliares, materiales y equipos para la ejecución de la obra de hormigón de acuerdo con las prescripciones de este Pliego y según los Planos. Incluirá, al menos, las materias que se indican en los párrafos siguientes.

3.14.3.4.3 Procedencia y características de los materiales básicos.

Se describirá la procedencia y las características de los materiales básicos que directa o indirectamente hayan de ser incorporados a la obra definitiva: cemento, aditivos, productos de adición, materiales para las armaduras del hormigón armado y del pretensado, elementos y dispositivos para juntas, inyecciones, conductos interiores y demás elementos incorporados o anclados a la obra de hormigón.

3.14.3.4.4 Procedencia y preparación de los áridos.

En el Estudio se incluirán los estudios de investigación de canteras o depósitos naturales para la fabricación de los áridos del hormigón, los resultados de los análisis y ensayos efectuados, así como las características reales de los áridos correspondientes a los de mínima calidad garantizada. Se incluirán los planos de las instalaciones auxiliares y la descripción de las máquinas con sus características técnicas y capacidades horarias efectivas y los esquemas del flujo de producción de áridos.

3.14.3.4.5 Fabricación del hormigón en obra.

Se estará lo dispuesto en el Artículo 71.3 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.14.3.4.6 Suministro de hormigón preparado por terceros.

En este caso, el Estudio especificará la precedencia y garantías de calidad que ofrece el suministrador. Se incluirá la Pauta de control que el Contratista efectuará en la planta de fabricación del hormigón, en el transporte y a la llegada a obra. El Director podrá prohibir taxativamente el suministro de hormigones preparados por terceros, así como los fabricados fuera del ámbito de la obra.

3.14.3.4.7 Armaduras.

Se indicará la procedencia de los materiales para la elaboración de las armaduras de todo tipo y de sus accesorios. Se describirán los medios auxiliares y los métodos para la elaboración, transporte y colocación de las armaduras. Asimismo, se incluirán cuantos detalles de ejecución y control de calidad considere oportuno el Director, especialmente en relación con las uniones por manguito y por soldadura.

3.14.3.4.8 Encofrados, moldes, cimbras y apeos.

Se describirán los procedimientos de ejecución, la procedencia de los encofrados y los sistemas de colocación y manipulación. Se incluirán los planos y cálculos justificativos de los encofrados, moldes, apeos y cimbras.

3.14.3.4.9 Transporte, colocación, curado y acabado del hormigón.

Se describirán los medios de transporte, colocación y curado del hormigón con inclusión de planos, características técnicas y capacidades horarias. Se incluirá la justificación suficiente que asegure el cumplimiento de lo establecido en los artículos al de este Pliego, teniendo en cuenta la preparación y colocación de todos los dispositivos incorporados en la obra de hormigón según lo preceptuado en el artículo de este Pliego.

3.14.3.4.10 Precauciones y medidas para el hormigonado en condiciones climáticas desfavorables.

Se describirán y justificarán las precauciones y medidas que se prevea aplicar en los casos de hormigonado en condiciones climáticas desfavorables. (Ver el artículo 3.14.12 de este Pliego).

3.14.3.4.11 Sistema conjunto de las actividades de la ejecución.

El Estudio de Ejecución prestará especial atención al sistema formado por el conjunto de actividades que inciden o constituyen la ejecución de la obra: suministros, fabricaciones, replanteos, ejecución de trabajos in situ y controles de producción, instalaciones o equipos que deben quedar incorporados a la obra definitiva. Se justificarán la compatibilidad en tiempo y espacio de todas las actividades del sistema y se estudiarán e indicarán expresamente las posibles alternativas en los casos de interferencia, colisión o retraso de las actividades que determinen los caminos críticos de la programación.

3.14.3.4.12 Programa de trabajos.

El Contratista, en base al Estudio de Ejecución y a la descomposición de la obra indicada en el anterior apartado, elaborará un Programa de Trabajos. El Programa deberá tener las holguras necesarias para absorber los retrasos que pudieran surgir por causas no previstas, pero sí previsibles.

El Programa de Trabajos se describirá en un documento, se esquematizará en diagramas de Gantt (de barras) y se elaborarán las programaciones por el método CPM, PERT u otro análogo.

El Programa de Trabajos, con sus diagramas anejos, será sometido a la aprobación del Director.

3.14.3.4.13 Plan de hormigonado.

El Contratista elaborará un Plan de hormigonado en consonancia con el Programa de Trabajos y con el Estudio de Ejecución, que consistirá en planos o gráficos en los que figuren todas las tongadas o elementos de hormigonado de cada uno de los bloques, bloques parciales, tramos y subtramos en que

se haya descompuesto la obra; en dichos planos o gráficos se indicará expresamente la fecha de colocación del hormigón.

El Plan de hormigonado se actualizará, por lo menos, una vez por trimestre y siempre que lo ordene el Director, pero, como máximo, mensualmente.

El Contratista estará obligado al seguimiento del Plan, reseñando en los planos o gráfico, la fecha real de hormigonado de cada tongada o elemento. Esta información será entregada al Director semanalmente por escrito, mensualmente con planos o gráficos y, si lo ordenase el Director, mediante partes diarios escritos o telefónicos.

3.14.3.5 Ejecución

Se estará lo dispuesto en el CAPÍTULO XIII de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.14.3.6 Tolerancias de Ejecución

Se estará lo dispuesto en el ANEJO XI de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.14.3.7 Control de Calidad

Se estará lo dispuesto en los CAPÍTULOS XIV, XV, XVI y XVII de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.14.4 Preparación del cimiento. Hormigón de limpieza

3.14.4.1 Definiciones

Preparación del cimiento. Se define como preparación del cimiento o apoyo el conjunto de operaciones que deben realizarse una vez terminada y refinada la excavación para el apoyo o cimiento de la obra de hormigón, antes de iniciar el hormigonado de ésta. Se realizará según lo indicado en el apartado siguiente del presente artículo.

Hormigón de limpieza. Se define como hormigón de limpieza la capa de hormigón colocada directamente sobre la superficie de apoyo, una vez preparada ésta, para proteger del fondo de la excavación de la meteorización y/o para facilitar la limpieza del tajo antes de proceder al hormigonado de la obra, así como para delimitar geométricamente el fondo de los cimientos de la estructura.

El hormigón de limpieza se ejecutará exclusivamente en las zonas señaladas en los Planos o por el Director. En el resto de las cimentaciones la fábrica se apoyará directamente sobre el terreno convenientemente preparado.

El espesor del hormigón de limpieza estará comprendido entre cinco (5) y diez centímetros (10 cm). En el caso de que el fondo de la excavación sea de material rocoso el hormigón de limpieza recubrirá las puntas de roca con un espesor mínimo de cinco centímetros (5 cm).

Las cotas de enrase del hormigón de limpieza serán, en todo caso, las previstas en los Planos. El perfil superior tendrá una terminación adecuada a la continuación de la obra.

3.14.4.2 Preparación de la Superficie de Apoyo

3.14.4.2.1 Apoyo en roca.

En el caso de cimentaciones en medios rocosos la preparación de la superficie de apoyo deberá proporcionar una adecuada unión entre el terreno y el hormigón. Comprenderá las siguientes operaciones:

- Creación de rugosidad en las superficies de roca excesivamente lisas y resbaladizas mediante picado o raspado con cepillo metálico.
- Remoción de materiales sueltos en los hoyos, grietas, fisuras y otras depresiones naturales.
- Saneo de zonas singulares de material mucho más blando que el de la formación rocosa tales como fallas, diques alterados y diaclasas importantes. La remoción de estos materiales blandos o sueltos alcanzará una profundidad mínima igual al doble del ancho del accidente geológico.
- Rellenado con hormigón de las depresiones y accidentes vaciados, citados en apartados anteriores, cuando, siendo su menor dimensión en planta superior a diez centímetros (10 cm), su profundidad supere los veinte centímetros (20 cm), salvo orden diferente del Director. Este relleno se enrasará con los bordes de la zona vaciada.
- Taponamiento, en la forma y lugar que indique el Director, con hormigón reforzado con barras de acero corrugado recibidas en taladros inclinados cuarenta y cinco grados (45 º), perforados a ambos lados de la falla o dique vaciado y dobladas sobre el hueco a rellenar de hormigón, como armaduras de éste.
- Captación y conducción con tubos al exterior de la planta de cimentación de las aguas que afloren en la excavación de cimientos.
- Limpieza de la superficie de apoyo con chorro de agua y aire comprimido de manera que el material de relleno de las diaclasas sea removido en profundidad y que toda la superficie de la roca quede exenta de materias extrañas y perfectamente limpia. También se eliminarán los restos de inyecciones, si los hubiere. La presión del aire y agua de lavado se graduará según la dureza de la roca con el fin de que la operación sea eficaz, pero sin producir socavaciones excesivas. En algunos casos de rocas muy blandas y arcillosas la limpieza se deberá efectuar en seco por procedimientos mecánicos o manuales y, finalmente, con chorro de aire, sin agua.
- Al iniciar el hormigonado la roca estará saturada de agua; se eliminarán los charcos con aire comprimido u otro procedimiento de modo que, en el momento de colocar el hormigón, la superficie de apoyo esté completamente limpia, sin agua, pero sí húmeda.

3.14.4.2.2 Apoyo en suelos.

En el caso de cimentaciones en suelos la preparación de la superficie de apoyo deberá proporcionar la conveniente uniformidad de la deformabilidad del medio de forma que no se produzcan asientos diferenciales perjudiciales para la estructura de hormigón, que presente la suficiente capacidad portante y para que se preserve la calidad del apoyo hasta la colocación del hormigón.

Comprenderá las siguientes operaciones:

- Eliminación de puntos duros tales como bolos, fragmentos de roca y otros materiales rígidos en superficie o tan próximos a ella que pudieran ocasionar asientos diferenciales o producir grietas en el hormigón de la estructura. Los huecos originados por la extracción de estos materiales duros serán rellenados con suelos de la propia excavación compactados mecánicamente.
- Rasanteado, según los Planos de la superficie de apoyo, por excavación del material sobrante y relleno compactado adicional.
- Compactación superficial del suelo en el fondo de la excavación del cimiento.

- Protección superficial para evitar la degradación del apoyo. Se podrá realizar por alguno de estos métodos:
- Por la ejecución inmediata de la capa de hormigón de limpieza
- Aplicación de un riego bituminoso
- Cubrición provisional con una lámina o una película de material polimérico

Antes de proceder a las operaciones de preparación del apoyo la excavación deberá estar en seco, captadas y evacuadas las aguas que afloren en la zona de excavación de cimientos.

3.14.4.2.3 Apoyo sobre obras existentes: rellenos, hormigones y otras fábricas.

Deberá evitarse el apoyo sobre materiales cuya deformabilidad sea muy diferente de la del terreno original circundante, con objeto de evitar asientos diferenciales incontrolados. En estos casos deberá removerse la totalidad de las obras existentes en la zona que vaya a ocupar la obra de hormigón.

Cuando sea admisible el apoyo sobre obras de rellenos o fábricas existentes, la preparación de la superficie de apoyo comprenderá las siguientes operaciones:

- Remoción de los elementos más rígidos que el material del conjunto tales como bolos, rocas sueltas, lentejones duros; se rebajará la excavación de cimientos hasta encontrar una zona uniforme que presente condiciones de resistencia y deformabilidad homogéneas y suficientes.
- Remoción de bolsadas y lentejones de material más compresible que el que constituye la mayor parte del apoyo.
- Relleno de los huecos originados en las operaciones anteriores con material natural compactado, si se tratase de cimentaciones sobre rellenos existentes, o con hormigón, en el caso de apoyo sobre obras de fábrica existentes.
- Impermeabilización superficial de los apoyos de material que presente huecos, con el fin de evitar las fugas de la lechada de cemento del hormigón estructural. Esta colmatación de huecos podrá realizarse con gunitado de hormigón o de mortero proyectado, o bien mediante la aplicación de una capa de mortero de consistencia seca que se introduzca en los huecos y deje un espesor mínimo de recubrimiento del orden de tres centímetros (3 cm).
- Limpieza final de la superficie del apoyo removiendo todas las materias sueltas y las extrañas.
- Todas las operaciones de preparación se ejecutarán manteniendo en seco toda la superficie de apoyo.

3.14.4.2.4 Toma de datos.

Se tomarán perfiles transversales del terreno de apoyo tal como haya quedado definitivamente, con indicación de las singularidades geométricas finales.

En todas las excavaciones se describirá el material encontrado en el fondo de las mismas y se comprobará que coincide sensiblemente con el terreno previsto. Se levantarán croquis acotados de las singularidades geológicas del terreno tales como fallas, diaclasas importantes con su abertura y naturaleza del relleno, orientación y buzamiento.

Se verificarán las cotas de nivel y las medidas en planta de la superficie de apoyo, de acuerdo con los Planos de cimentación y las órdenes del Director.

Se comprobará, mediante nivelación topográfica, que la superficie del hormigón de limpieza queda a la cota especificada en el Proyecto como cara inferior del hormigón estructural.

En caso de superficies de apoyo de gran extensión se colocará un punto de nivelación cada veinticinco metros cuadrados (25 m²).

3.14.4.3 Hormigón de Limpieza.

El espesor de la capa de hormigón de limpieza sobre apoyo de suelos o rellenos existentes será uniforme e igual a la definida en los Planos. Sobre apoyo rocoso se definirá por el espesor mínimo sobre las partes más salientes.

La dosificación será, como mínimo, de ciento cincuenta kilogramos (150 Kg.) de cemento por metro cúbico (m3) de hormigón, manteniendo el resto de los componentes en las cantidades previstas para el resto del hormigón y conservando su consistencia. El tamaño máximo del árido no será superior a cuarenta milímetros (40 mm).

La resistencia a compresión del hormigón a veintiocho (28) días será superior a 15 Mpa (153 Kp /cm²), salvo prescripción diferente por parte del Director.

En el caso de apoyo en roca, una vez realizada la limpieza que se indica en el artículo, se procederá al relleno con mortero y hormigón de las grietas y oquedades de modo que éstas queden llenas en su totalidad.

3.14.4.4 Dispositivos de Drenaje

Cuando esté especificado en el Proyecto o el Director lo estime necesario, se ejecutará un sistema de drenaje del terreno de cimentación. Este sistema será el indicado en los Planos o, en su caso, por el Director.

La ejecución de los dispositivos de drenaje será de acuerdo con lo especificado en los artículos correspondientes de este Pliego.

3.14.4.5 Control de Calidad

Sobre el hormigón de limpieza se realizarán los controles generales especificados en los artículos de Control de Calidad en obras de hormigón de este Pliego.

El resto de las actividades que comprende este artículo se controlarán mediante inspección en las que se comprobará el cumplimiento de las especificaciones de este Pliego.

3.14.5 Hormigón en apoyo de tubería

Si la pendiente del colector es inferior al 1%, o el colector es de diámetro superior a 1 metro, o el suelo presente en el fondo de la excavación no es adecuado para la realización de cunas de material granular, se realizarán cunas de hormigón en masa o armado para asiento de las tuberías rígidas, salvo indicación contraria del P.P.T.P. o de los planos del Proyecto.

El hormigón de las cunas será tipo HM-20 o HA-25, salvo definición en contra en el Proyecto.

La cuantía de las armaduras y las dimensiones de las cunas estarán especificadas en los Planos y/o Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Para la instalación y alineamiento de la tubería en planta y alzado se recomienda montar la tubería sobre bloques prefabricados de hormigón de las mismas características que el resto de la cuna de hormigón con la forma y superficie adecuada para no dañar a la tubería y al hormigón de limpieza o a la losa base de hormigón. En la superficie de contacto entre apoyos y el fuste de la tubería se intercalará una tela asfáltica o un material compresible de análogas características.

Una vez en posición la tubería se proseguirá el hormigonado hasta las cotas de proyecto.

La cuna de hormigón deberá tener una anchura mínima igual al diámetro exterior de la tubería más 20 cm.

Si se ejecuta la excavación en roca con explosivos, la cuna de hormigón deberá apoyar sobre una capa de arena de 10 cm. para evitar la transmisión de vibraciones.

En las cunas de hormigón se deberán prever juntas de las características indicadas en los planos, en cada unión de las tuberías y, en cualquier caso, la distancia entre juntas no será superior a 7,5 m.

En la clase A se distinguen tres tipos según la armadura prevista:

- As = 0,00
- As = 0,4%
- As = 1,00%

Esta armadura se situará a cinco (5) centímetros de la generatriz inferior de la tubería y su calidad será B-500-S.

3.14.6 Hormigón en masa o armado en soleras

Las soleras se verterán sobre encachados los cuales deberán tener el perfil teórico indicado, con tolerancias no mayores de un centímetro (1 cm.) o sobre una capa de diez centímetros (10 cm.) de hormigón HM-15 de regularización y sus juntas serán las que se expresan en los planos.

Las armaduras se colocarán antes de verter el hormigón sujetando la parrilla superior con los suficientes soportes metálicos para que no sufra deformación y la parrilla inferior tendrá los separadores convenientes para guardar los recubrimientos indicados en los planos.

El hormigón se vibrará por medio de vibradores ya sean de aguja o con reglas vibrantes.

La superficie se enrasará por medio de reglas metálicas, corridas sobre rastreles también metálicos perfectamente nivelados con las cotas del proyecto. El acabado será el definido en los planos o P.P.T.P.

Las tolerancias de la superficie acabada no deberán ser superior a cinco milímetros (5 mm) cuando se comprueba por medio de reglas de tres metros (3 m) de longitud en cualquier dirección y la máxima tolerancia absoluta de la superficie de la solera en toda su extensión no será superior a un centímetro (1 cm).

3.14.7 Hormigón armado en estructuras

3.14.7.1 Muros de Contención

El hormigonado en muros de contención y estructuras análogas se realizará de forma continua entre las juntas de dilatación, retracción y construcción señaladas en los planos.

Con aprobación del Director de Obra, se podrán establecer juntas de hormigonado siguiendo las condiciones recogidas en el párrafo del punto 3.14.3.

3.14.7.2 Vigas, Pilares, Zapatas y Placas

Estas estructuras se hormigonarán de forma continua entre las juntas de dilatación, retracción y construcción fijadas en los Planos.

Sólo podrán establecerse juntas de construcción en lugares diferentes a los señalados en los Planos si lo autoriza la Dirección de Obra y siempre de acuerdo con lo indicado en el punto 3.14.3.

No se comenzará el hormigonado mientras la Dirección de Obra no dé su aprobación a las armaduras y encofrados.

3.14.7.3 Tolerancias

- Desviación de la vertical en muros o ejes de pilares: ± 1/1000 de altura
- Desviación máxima de la superficie plana medida con regla de tres metros: 5 mm.
- Desviación máxima en la posición del eje de un pilar respecto del teórico: 20 mm.
- Variación del canto en vigas, pilares, placas y muros: ± 10 mm
- Variación en dimensiones totales de estructura: ± 1/1000 de la dimensión

3.14.8 Hormigón armado para revestimiento de obras subterráneas

3.14.8.1 Definición

Consiste en el recubrimiento de las paredes del túnel, galería o pozo, con hormigón de acuerdo con los planos.

3.14.8.2 Ejecución de las Obras

Deberán prepararse previamente las superficies que hayan de ser revestidas, eliminando las rocas sueltas o fracturadas, así como los materiales sueltos, aplicando, si es preciso, chorro de arena, agua o aire. Deberán también procederse previamente a la captación de aguas de filtración y a canalizarlas hasta la red general de evacuación antes de hormigonar.

Se calafatearán las grietas que ordene la Dirección de Obra y se dejarán preparadas las tuberías de inyección de lechada, si procede.

Los encofrados no se colocarán en el tajo hasta que se haya terminado completamente el refino, de acuerdo con los perfiles o secciones tipo correspondientes, el saneo y la limpieza de las paredes y techo de la excavación.

La toma de perfiles definitivos y demás datos podrá realizarse antes o después de la colocación de los encofrados mediante acuerdo entre el Contratista y la Dirección de Obra.

Los encofrados y cimbras cumplirán lo prescrito en los correspondientes artículos del presente capítulo y en los Planos.

La Dirección de Obra indicará expresamente en qué obra y en qué forma se autoriza el uso de transportadores neumáticos de hormigón, en cuyo caso se definirán los límites de la curva granulométrica de los áridos y el tamaño máximo y mínimo del árido grueso que se acepta.

La distancia de transporte sin batido de hormigón quedará limitada, según el medio empleado, a los siguientes valores:

- Vehículo sobre ruedas: 150 m.
- Transportador neumático de hormigón: 50 m.
- Bomba de hormigón: 500 m.
- Cintas transportadoras especiales de hormigón: 200 m.

Cuando la distancia de transporte de hormigón fresco sobrepase los límites indicados anteriormente, deberá transportarse en vehículos provistos de agitadores.

En casos especiales podrá el Contratista proponer medidas para evitar la segregación de hormigón, los cuales previo ensayo, se someterán a la aprobación de la Dirección de Obra.

La colocación del hormigón en el tajo se realizará con ayuda de aparatos apropiados que eviten la segregación, la formación de bolsas de aire y la caída libre del hormigón desde una altura inadecuada, debiendo en todo caso ser previamente autorizado por la Dirección de Obra.

El tajo de hormigonado se llevará de manera continua en tramos lo más largos posibles sin sobrepasar los quince metros (15 m.) de separación entre juntas. No se aceptará en ningún caso el denominado "hormigón continuo", sin cierres frontales.

El cierre de clave del revestimiento del túnel o galerías, será ejecutado siguiendo las normas que por escrito de la Dirección de Obra en consonancia con las instrucciones siguientes:

- Cuando la puesta en obra del hormigón, sea a mano, el cierre de clave se hará por tramos de longitud no superior a dos metros y medio (2,5 m.) colocando encofrados provisionales que constituyan un tabique de cierre frontal de hueco de clave, hueco que se habrá dejado previamente mediante tableros longitudinales colocados radialmente en toda la longitud del tajo a hormigonar.
- Cuando se utilice cañón neumático o bomba de transporte de hormigón el cierre de clave se realizará en retirada de la tubería de transporte y finalmente se cerrará el frente del tramo con encofrados a través del cual pasará la tubería y se inyectará hormigón hasta que la lechada de mortero refluya por la junta del encofrado frontal contra el techo de la excavación.
- El Contratista queda obligado a colocar por su cuenta los tubos para inyecciones o captación de manantiales, anclajes, tapajuntas y demás dispositivos que figuran en los planos de ejecución, o lo ordene la Dirección de Obra.
- El Contratista presentará a la Dirección de Obra el programa de hormigonado del revestimiento de túneles, galerías, pozos y obras complementarias. Este programa se acompañará de los ensayos previos y característicos necesarios para la definición de la dosificación de los hormigones a emplear. La aprobación del programa y dosificaciones por parte de la Dirección de Obra, será necesaria para el inicio de los trabajos de hormigonado.
- Una vez aprobados los planes por la Dirección de Obra, serán de obligado cumplimiento, incluidas las normas aclaratorias a las generales de este Pliego, que procedan.
- En las excavaciones realizadas con voladura o excavación mecánica con rozadora, la distancia máxima entre el frente de excavación y el de hormigón de revestimiento definitivo, del que puede exceptuarse la solera en el caso de hormigonado en dos fases, será de ciento veinte metros (120 m.) y el tiempo que transcurra en cada lugar entre ambas operaciones no será superior a treinta días (30 d.) naturales.
- La colocación del hormigón se hará por anillos de sección normal al eje del túnel, que se irá rellenando por capas horizontales de una altura inferior a la máxima que puedan consolidar los vibradores empleados y de una forma continua e ininterrumpida hasta la clave, sin que se produzca otra junta de hormigonado que la de las secciones extremas del anillo, normales al eje del túnel.
- El hormigonado del túnel en dos fases, con una primera fase, de bóveda y hastiales y una segunda, de solera, o viceversa, solamente podrá efectuarse previa autorización expresa de la Dirección de Obra, en los tramos que ésta indique. En ningún caso será de abono la labor de limpieza, picado de juntas y tratamiento con resina epoxi ni cualquier otra operación de encofrado o manipulación de varillas de acero, u otras que se deriven de la operación en dos fases. La junta practicada será radial.
- El hormigonado en dos fases solamente podrá efectuarse cuando se hayan excavado inicialmente o se efectúen posteriormente ensanchamientos de hastiales con las dimensiones que se indican en los planos. En cualquier otro caso, el hormigonado se realizará de modo continuo en toda la sección y se abonará según las secciones de abono definidas para esta alternativa de hormigonado continuo.
- En todos se eliminarán las afluencias de agua mediante captación. El sellado o inyección con lechada de cemento u otros productos que no se ponga en contacto con el hormigón fresco encofrado.

- Para la determinación de la agresividad de las aguas y suelos exteriores al túnel, se realizarán ensayos de los mismos cada 100 m. de avance de túnel o galería, y siempre que se detecte que el agua o los suelos que atraviesen el túnel poseen distintas características.
- El Contratista está obligado a hacer las operaciones precisas para que ninguna parte metálica del sostenimiento quede con un revestimiento de hormigón menor de quince (15) centímetros, y ello, sin alteración alguna de la línea de intradós que corresponda, por todo lo cual no percibirá cantidad alguna.
- En las embocaduras y en la parte del túnel o galería hormigonada a cielo abierto el volumen de abono será el deducido estrictamente de las dimensiones de proyecto o de las instrucciones de la Dirección de Obra.
- El hormigón de revestimiento se curará rociándolo con agua durante un tiempo mínimo de 7 días o cubriéndolo con una membrana de material sellante que impida la pérdida de agua. La solera se inundará siempre que se pueda o se cubrirá con una capa de arena húmeda. El procedimiento de curado se someterá a la aprobación de la Dirección de la Obra.
- A lo largo de la ejecución de las obras y cuantas veces sea necesario, se harán limpiezas parciales de tajos e instalaciones, y al final de las inyecciones el Contratista deberá dejar la obra en perfecto estado de limpieza, sin que por ello perciba cantidad alguna.

3.14.8.2.1 Tratamiento de coqueras

Las coqueras que se presenten en los paramentos de hormigón, serán tratadas por el Contratista de acuerdo con su importancia y sin derecho a abono, de dos maneras distintas:

- En las de poca importancia superficial y que no pongan al descubierto armaduras, limpieza con agua, tratamiento con un látex de imprimación y relleno con mortero sin retracción fratasado.
- En las importantes por su superficie o por dejar al descubierto armaduras, picando el hormigón y lavándolo con agua, tratamiento con resina epoxi de imprimación y agarre, encofrado de la misma dejando bebederos y relleno con mortero sin retracción tipo "Betec" o similar.

3.14.8.2.2 Tratamiento de juntas

El revestimiento del túnel dispondrá de juntas estancas situadas en las juntas de construcción. Cuando no esté previsto colocar junta "Water Stop", la unión entre secciones hormigonadas en fases sucesivas se hará dejando una acanaladura trapezoidal definida en los planos y hormigonándose a tope contra la superficie ya fraguada anteriormente, previa imprimación con resina epoxi. Una vez fraguadas ambas secciones, se espera el mayor tiempo posible para dar lugar a la aparición de retracciones. Entonces se procederá a limpiar y rellenar el berenjeno transversal con un mortero epoxi sin retracción o mortero de látex, de manera que resulte tras el proceso una junta estanca. Cuando la longitud del encofrado utilizado por el Contratista sea menor que la prevista en proyecto y, en consecuencia, el número de juntas de construcción sea mayor, todas ellas se ejecutarán de la forma antes especificada, no siendo de abono el incremento resultante.

En las juntas de dilatación no se aplicará resina epoxi sobre el hormigón endurecido, y se cortarán las armaduras.

3.8.1.1. Tolerancias en el Hormigonado

La variación máxima admisible de las dimensiones del interior del túnel o pozo terminado respecto al teórico del Proyecto, será de 10 mm.

El espesor del revestimiento, no podrá ser menor que el de las secciones tipo de Proyecto, en ningún punto del mismo.

El recubrimiento mínimo del hormigón sobre las cerchas será de 15 cm.

La desviación máxima absoluta del túnel terminado será:

- En rasante + 10 mm.
- En alineación horizontal + 20 mm.

La máxima inclinación de los pozos será 1/300.

3.14.9 Hormigón en masa para relleno de desprendimientos en obras subterráneas

El Contratista está obligado al relleno y consolidación con hormigón, de todos los huecos producidos por desprendimientos o sobreexcavaciones, sean o no de abono, según las especificaciones de este Pliego.

Los huecos en el techo entre el hormigón y el terreno, correspondiente a desprendimientos abonables que no hayan quedado rellenos durante el hormigonado, se rellenarán con mortero inyectado a baja presión. Esta operación será por cuenta del Contratista.

3.14.10 Transporte y colocación del hormigón

3.14.10.1 Definiciones

Se define el transporte del hormigón como el conjunto de operaciones que tiene por objeto hacer llegar al hormigón desde la salida de las hormigoneras hasta el punto de colocación, sin experimentar variaciones sensibles de las características que poseía recién amasado; es decir, sin presentar disgregación, intrusión de cuerpos extraños, cambios apreciables en el contenido de agua, etc. Especialmente se cuidará de que las masas no lleguen a secarse tanto que impida o dificulte su adecuada puesta en obra y compactación, mediante la utilización de los medios auxiliares necesarios.

Se define la colocación del hormigón como el conjunto de operaciones de puesta en obra del mismo, desde que abandona la última fase del transporte, hasta que finaliza la compactación. Esta operación incluye las fases de vertido, extendido y compactación.

Será de aplicación lo estipulado en el artículo correspondiente de este Pliego.

3.14.10.2 Clasificación

De acuerdo con el procedimiento mediante el cual se haga llegar el hormigón al punto de colocación, el transporte puede ser clasificado en:

- Transporte continuo.
- Transporte discontinuo.
- Transporte mixto.

El transporte continuo se realiza de modo que el suministro del hormigón al punto de colocación se produce, sin interrupción, por flujo uniforme del hormigón fresco. Los medios más usuales para ese tipo de transporte son las bombas de hormigón y las cintas transportadoras.

El alcance de las bombas de hormigón suele oscilar entre cien (100) y trescientos metros (300 m), en horizontal, y de treinta (30) a cien metros (100 m) en vertical, dependiendo, en cualquier caso, del diámetro de la tubería, que estará en consonancia con el tipo y tamaño máximo del árido utilizado y del trazado de la tubería. La capacidad nominal de los equipos oscila entre diez (10) y cincuenta metros cúbicos por hora (50 m^3/hora). El hormigón transportable con bomba debe tener una consistencia blanda o fluida.

El procedimiento de cinta transportadora está indicado para hormigones de consistencia seca, debiendo disponer dispositivos adecuados en los puntos de trasbordo para evitar la segregación.

El transporte discontinuo se realiza de manera intermitente mediante unidades de transporte individuales: cubos, cubas volquete, camiones hormigonera, etc.

El sistema de transporte mixto consiste en la combinación de procesos continuos y discontinuos. En muchos casos será precisa la disposición de silos-tolva de regulación con dispositivo de agitación.

3.14.10.3 Transporte

Se estará lo dispuesto en el artículo 71.4.1 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.14.10.4 Colocación del Hormigón

Se estará lo dispuesto en el artículo 71.5 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

Como norma general, no deberá transcurrir más de una hora (1 h.) entre la fabricación del hormigón y su puesta en obra y compactación. Podrá modificarse este plazo si se emplean conglomerados o aditivos especiales, pudiéndose aumentar, además, cuando se adopten las medidas necesarias para impedir la evaporación del agua o cuando concurran favorables condiciones de humedad y temperatura. En ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a dos metros y medio (2,5 m.) quedando prohibido el arrojarlo con la pala a gran distancia, distribuirlo con rastrillos, hacerlo avanzar más de un metro (1 m.) dentro de los encofrados, o colocarlos en capas o tongadas cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

Tampoco se permitirá el empleo de canaletas y trompas para el transporte y vertido del hormigón, salvo que la Dirección de Obra lo autorice expresamente en casos particulares.

La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante procedimientos adecuados a la consistencia de las mezclas y de manera tal que se eliminen los huecos y se obtenga un perfecto cerrado de la masa, sin que llegue a producirse segregación.

El proceso de compactación deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie y deje de salir aire.

Cuando se utilicen vibradores de superficie el espesor de la capa después de compactada no será mayor de 20 centímetros.

La utilización de vibradores de molde o encofrado deberá ser objeto de estudio, de forma que la vibración se transmita a través del encofrado sea la adecuada para producir una correcta compactación, evitando la formación de huecos y capas de menor resistencia.

El revibrado del hormigón deberá ser objeto de aprobación por parte de la Dirección de Obra.

3.14.10.5 Control de Calidad.

Se estará lo dispuesto en los capítulos XIV, XV, XVI y XVII de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.14.11 Recubrimiento del hormigón

El recubrimiento de hormigón es la distancia entre la superficie exterior de la armadura (incluyendo cercos y estribos) y la superficie del hormigón más cercana.

Se define como recubrimiento mínimo de una armadura pasiva aquel que debe cumplirse en cualquier punto de la misma. Para garantizar estos valores mínimos, se prescribirá en el proyecto un valor nominal del recubrimiento r_{nom}, definido como:

$$r_{nom} = r_{mín} + \Delta r$$

donde:

r_{nom} Recubrimiento nominal

$r_{mín}$ Recubrimiento mínimo

Δr Margen de recubrimiento, en función del nivel de control de ejecución, y cuyo valor será:

0 mm en elementos prefabricados con control intenso de ejecución

5 mm en el caso de elementos ejecutados in situ con nivel intenso de control de ejecución

10 mm en el resto de los casos

El recubrimiento nominal es el valor que debe reflejarse en los planos, y que servirá para definir los separadores. El recubrimiento mínimo es el valor que se debe garantizar en cualquier punto del elemento y que es objeto de control, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 95º de la EHE 08.

En los casos particulares de atmósfera fuertemente agresiva o especiales riesgos de incendio, los recubrimientos indicados en el presente Artículo deberán ser aumentados.

Tabla 37.2.4.1.a
Recubrimientos mínimos (mm) para las clases generales de exposición I y II

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [N/mm^2]	Vida útil de proyecto (t_g), (años)	
			50	100
I	Cualquiera	$f_{ck} \geq 25$	15	25
II a	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	15	25
		$f_{ck} \geq 40$	10	20
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
II b	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	25	35
		$f_{ck} \geq 40$	20	30

Tabla 37.2.4.1.b
Recubrimiento mínimo (mm) para las clases generales de exposición III y IV

Hormigón	Cemento	Vida útil de proyecto (t_g) (años)	Clase general de exposición			
			IIIa	IIIb	IIIc	IV
Armado	CEM III/A, CEM III/B, CEM IV, CEM II/B-S, B-P, B-V, A-D u hormigón con adición de microsílice superior al 6% o de cenizas volantes superior al 20%	50	25	30	35	35
		100	30	35	40	40
	Resto de cementos utilizables	50	45	40	*	*
		100	65	*	*	*
Pretensado	CEM II/A-D o bien con adición de humo de sílice superior al 6%	50	30	35	40	40
		100	35	40	45	45
	Resto de cementos utilizables, según el Artículo 26°	50	65	45	*	*
		100	*	*	*	*

* Estas situaciones obligarían a unos recubrimientos excesivos, desaconsejables desde el punto de vista de la ejecución del elemento. En estos casos, se recomienda comprobar el Estado Límite de Durabilidad según lo indicado en el Anejo n° 9, a partir de las características del hormigón prescrito en el Pliego del prescripciones técnicas del proyecto.

Los recubrimientos deberán garantizarse mediante la disposición de los correspondientes elementos separadores colocados en obra.

Estos calzos o separadores deberán disponerse de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 69.8.2
Disposición de separadores

Elemento		Distancia máxima
Elementos superficiales horizontales (losas, forjados, zapatas y losas de cimentación, etc.)	Emparrillado inferior	50 ø ⩽ 100 cm
	Emparrillado superior	50 ø ⩽ 50 cm
Muros	Cada emparrillado	50 ø ó 50 cm
	Separación entre emparrillados	100 cm
Vigas [1)]		100 cm
Soportes [1)]		100 ø ⩽ 200 cm

[1)] Se dispondrán, al menos, tres planos de separadores por vano, en el caso de las vigas, y por tramo, en el caso de los soportes, acoplados a los cercos o estribos.
ø Diámetro de la armadura a la que se acople el separador.

Los separadores deberán estar constituidos por materiales resistentes a la alcalinidad del hormigón, y no inducir corrosión de las armaduras. Deben ser al menos tan impermeables al agua como el hormigón, y ser resistentes a los ataques químicos a que se puede ver sometido este.

Independientemente de que sean provisionales o definitivos, deberán ser de hormigón, mortero, plástico rígido o material similar y haber sido específicamente diseñados para este fin.

Si los separadores son de hormigón, éste deberá ser, en cuanto a resistencia, permeabilidad, higroscopicidad, dilatación térmica, etc., de una calidad comparable a la del utilizado en la construcción de la pieza. Análogamente, si son de mortero, su calidad deberá ser semejante a la del mortero contenido en el hormigón de la obra.

Cuando se utilicen separadores constituidos con material que no contenga cemento, aquellos deberán, para asegurar su buen enlace con el hormigón de la pieza, presentar orificios cuya sección total sea al menos equivalente al 25% de la superficie total del separador.

Se prohíbe el empleo de madera, así como el de cualquier material residual de construcción, aunque sea ladrillo u hormigón. En el caso de que puedan quedar vistos, se prohíbe asimismo el empleo de materiales metálicos. En cualquier caso, los materiales componentes de los separadores no deberán tener amianto.

3.14.12 Hormigonado en condiciones climáticas desfavorables

3.14.12.1 Definición

Se define como hormigonado en condiciones climáticas desfavorables la puesta en obra y el curado del hormigón en ambiente adverso para la obtención de propiedades finales exigidas.

3.14.12.2 Clasificación

Se distinguen los tres casos siguientes:

- Hormigonado en tiempo frío.
- Hormigonado en tiempo caluroso.
- Hormigonado en tiempo lluvioso.

3.14.12.3 Hormigonado en Tiempo Frío

Se estará lo dispuesto en el Artículo 71.5.3.1 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde encofrado, no será inferior a 5ºC. Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados. En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados.

En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento de hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.

En el caso de que se produzca algún tipo de daño, deberán realizarse los ensayos de información (véase Artículo 86º) necesarios para estimar la resistencia realmente alcanzada, adoptándose, en su caso, las medidas oportunas.

El empleo de aditivos aceleradores de fraguado o aceleradores de endurecimiento o, en general, de cualquier producto anticongelante específico para el hormigón, requerirá una autorización expresa, en cada caso, de la Dirección de Obra. Nunca podrán utilizarse productos susceptibles de atacar a las armaduras, en especial los que contienen ion cloro.

3.14.12.4 Hormigonado en Tiempo Caluroso

Se estará lo dispuesto en el Artículo 71.5.3.2 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón y para reducir la temperatura de la masa. Estas medidas deberán acentuarse para hormigones de resistencias altas. Para ello los materiales constituyentes del hormigón y los encofrados o moldes destinados a recibirlo deberán estar protegidos del soleamiento.

Una vez efectuada la colocación del hormigón se protegerá éste del sol y especialmente del viento, para evitar que se deseque.

Si la temperatura ambiente es superior a 40ºC o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten medidas especiales.

3.14.12.5 Hormigonado en Tiempo Lluvioso.

Se suspenderá el hormigón en caso de producirse lluvias intensas que deslaven el hormigón fresco.

En tiempo lluvioso se evitará el aumento de la cantidad de agua aportado al hormigón fresco, protegiéndolo adecuadamente durante el transporte, vertido y compactación, hasta que alcance un grado suficiente de endurecimiento.

Se evitará la acumulación de agua en los tajos. Excepcionalmente, cuando el Director lo estime imprescindible, se permitirá el hormigonado sobre pequeñas acumulaciones de agua de pequeña profundidad tomando las precauciones que aquél determine, tales como el aumento de la dosificación de cemento, proceso y orden de vertido, posible descabezado superficial o eliminación de las zonas de hormigón deslavadas por el contacto con el agua.

3.14.12.6 Control de Calidad

3.14.12.6.1 Generalidades.

Se estará lo dispuesto en los Capítulos XIV, XV, XVI y XVII de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.14.12.6.2 Control de producción.

El Contratista redactará y someterá a la aprobación del Director una Pauta de Control de producción que, obligatoriamente, deberá efectuar para el hormigonado en condiciones climáticas desfavorables.

El Contratista llevará un control estricto de temperaturas máximas y mínimas durante la ejecución del hormigonado mediante la colocación y consiguiente lectura y registro de los termómetros necesarios en función de las características de la obra y la situación de los puntos de colocación del hormigón. En obras importantes se instalarán termómetros registradores.

Durante la ejecución del hormigonado, en el lapso de tiempo que duren las condiciones climáticas desfavorables, se controlará la realización de todas las operaciones previstas en el correspondiente Plan de Hormigonado que el Contratista deberá someter a la consideración del Director y de todas las especificaciones fijadas en este Pliego y ordenadas por el Director.

Los materiales especialmente empleados para el hormigonado en condiciones climáticas desfavorables se controlarán de acuerdo con el articulado de este Pliego, exigiendo, en todo caso, los Certificados de Origen y Garantía de los Fabricantes.

3.14.12.6.3 Control de recepción.

Se estará lo dispuesto en el Artículo 79.3 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

El Director establecerá las condiciones de aceptación o rechazo de los materiales y de la ejecución de las protecciones sobre los puntos señalados anteriormente para el control de la producción.

3.14.13 Curado del hormigón

3.14.13.1 Definición

Se define como curado del hormigón el conjunto de operaciones necesarias para asegurar que el fraguado y el primer endurecimiento del hormigón colocado se produzcan en las adecuadas condiciones, y así evitar el menoscabo de las características finales del hormigón por causas ambientales.

Los objetivos del curado son el mantenimiento en toda la masa del hormigón colocado y especialmente en las partes superficiales de:

- La humedad necesaria para garantizar la completa hidratación de las partículas de cemento.
- La temperatura, entre los límites convenientes, para garantizar el correcto proceso ininterrumpido del fraguado y endurecimiento del hormigón.

No son objeto de este artículo los procedimientos de curado acelerado por temperatura o vapor que se emplean en la ejecución de piezas prefabricadas de hormigón.

Las medidas de protección para el hormigonado en condiciones climáticas desfavorables no son objeto de este artículo, aunque contribuyan al correcto proceso de fraguado y endurecimiento del hormigón.

Durante el primer período de endurecimiento, se someterá el hormigón a un proceso de curado, que se prolongará a lo largo de un plazo, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas.

Como término medio, resulta conveniente prolongar el proceso de curado durante siete días, debiendo aumentarse este plazo cuando se utilicen cementos de endurecimiento lento o en ambientes secos y calurosos. Cuando las superficies de las piezas hayan de estar en contacto con aguas o filtraciones salinas, alcalinas o sulfatadas, es conveniente aumentar el citado plazo de siete días en un 50% por lo menos.

3.14.13.2 Clasificación

3.14.13.2.1 Humectación del hormigón.

Por humectación del hormigón se designan todos los procesos de curado que, con distintos medios auxiliares, se basan en el riego o inundación con agua.

3.14.13.2.2 Chorro de agua.

El curado se realiza manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón, mediante riego directo con manguera, de forma que no produzca deslavado.

3.14.13.2.3 Aspersión.

El riego se efectúa por medio de aspersores o difusores de agua.

3.14.13.2.4 Curado al vapor.

En este procedimiento de endurecimiento acelerado el curado se realiza calentando el hormigón en una atmósfera saturada al vapor de agua y a la presión ordinaria. Este procedimiento de curado no podrá iniciarse hasta que no haya transcurrido el período de prefraguado.

3.14.13.2.5 Protección de las superficies.

Para mantener constantemente la humedad, en el caso de riego intermitente, las superficies se cubrirán, una vez que el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente para que no se vea perjudicada la terminación superficial, con un material poroso, susceptible de empaparse y que retenga el agua por capilaridad, dificultando su evaporación, pero facilitando la acumulación del agua. Los sistemas de protección pueden ser los que a continuación se indican.

3.14.13.2.6 Simple protección.

Se podrán utilizar como materiales de protección de las superficies alguno de los siguientes: tela de arpillera, lona, esteras de fibra de coco o de yute, paja o algodón sueltas o en esteras, o arena.

3.14.13.2.7 Lámina impermeable.

El curado también podrá realizarse cubriendo la superficie con láminas impermeables, una vez que el hormigón vaya alcanzando la resistencia suficiente para que no se vea perjudicada la terminación superficial. Por lo general se emplearán láminas impermeables de polímeros, películas o láminas delgadas, que cumplirán lo especificado en los artículos correspondientes de este Pliego.

3.14.13.2.8 Recintos cerrados con ambiente artificial.

Este método consiste en la creación de recintos cerrados que cubren la superficie del hormigón por alguno de los procedimientos descritos, como simple protección. En su interior se colocan elementos que modifican y controlan las condiciones de temperatura y humedad del ambiente (estufas, acondicionadores de aire, humidificadores, etc.), manteniéndolas dentro de los límites adecuados.

3.14.13.2.9 Curado por higroscopicidad.

Se define como higroscopicidad la propiedad que tienen algunas sustancias de absorber la humedad del aire. Este procedimiento de curado consiste en esparcir sales higroscópicas, bien pulverizadas, sobre la superficie tratada y en cantidad suficiente para mantenerla húmeda. Las sustancias a emplear podrán ser: cloruro cálcico (Cl2 Ca), silicato sódico (SiO4 Na2) o hipoclorito cálcico (Cl2 O Ca). Este método de curado solamente será aplicable previa autorización expresa del Director, pero en ningún caso, en obras de hormigón armado o pretensado.

3.14.13.2.10 Productos filmógenos de curado.

Se define como productos filmógenos de curado los que forman una película impermeable sobre el hormigón. Se aplican sobre superficies horizontales e inclinadas de hormigón con objeto de retardar la evaporación del agua durante su primer período de endurecimiento y reducir, al mismo tiempo, la elevación de temperatura en el hormigón expuesto a los rayos solares. Los productos comprendidos bajo esta definición son aptos para ser usados como medio de curado del hormigón y pueden ser también utilizados para posterior curado del hormigón después del desencofrado o de un curado húmedo inicial.

3.14.13.3 Ejecución

Se estará lo dispuesto en el Artículo 71.6 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.14.13.4 Control de calidad

Será de aplicación lo establecido en el Artículo correspondiente de este Pliego.

Se comprobará el cumplimiento de las especificaciones relativas a los materiales utilizados en el proceso de curado.

Se realizarán las inspecciones necesarias para determinar la correcta realización del proceso de curado de acuerdo con lo que indique el Director.

En los casos de curado en recintos cerrados con ambiente artificial, curado por calor, curado al vapor, etc., se realizarán, salvo indicación contraria del Director, los ensayos previos que permitan definir el ciclo térmico más adecuado para la dosificación de hormigón proyectada.

3.14.14 Control de calidad de las obras de hormigón

3.14.14.1 Definiciones

Control de calidad: conjunto de actividades que se desarrollan antes, durante y después de la ejecución de una obra para verificar si ésta alcanza el nivel de calidad exigido en el Proyecto.

El control de la calidad del hormigón se realizará de acuerdo con lo indicado en los Capítulos XIV, XV, XVI y XVII de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 08, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.14.14.1.1 Control de producción.

Control de calidad que el Contratista o el fabricante, en su caso, realiza para asegurarse de que el producto final alcanza el nivel de calidad que ha sido establecido en el Contrato mediante prescripciones técnicas fijadas en los Pliegos.

El control de producción del hormigón se realizará siguiendo los preceptos establecidos en los artículos del párrafo anterior según lo dispuesto en la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.14.14.1.2 Control de recepción.

Control de calidad realizado por la Administración bien sea directamente o por medio de terceros para determinar si los materiales, los procesos de ejecución de las unidades de obras o las obras terminadas cumplen las condiciones de calidad establecidas en el Contrato.

3.14.14.2 Control de la Recepción

El Contratista estará obligado a definir y desarrollar un sistema de seguimiento de acuerdo a la EHE 08, que permita comprobar la conformidad de la ejecución. Para ello, elaborará un plan de autocontrol que incluya todas las actividades y procesos de la obra e incorpore, contemplando las particularidades de la misma, el programa previsto para su ejecución y que deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa antes del inicio de los trabajos.

El Control de recepción se realizará sobre los mismos aspectos que el control de producción, de acuerdo con lo establecido en el Pliego en cuanto a intensidad, frecuencia y selección de los puntos o materias de control que este documento indique o, en su defecto, según el criterio del Director.

El sistema de seguimiento definido por el contratista y redactado de acuerdo con el plan de control definido en el proyecto, deberá contemplar como mínimo los siguientes aspectos:

- la identificación de productos y procesos objeto de control, definiendo los correspondientes lotes de control y unidades de inspección, describiendo para cada caso las comprobaciones a realizar y los criterios a seguir en el caso de no conformidad;
- la previsión de medios materiales y humanos destinados al control con identificación, en su caso, de las actividades a subcontratar;
- la programación del control, en función del procedimiento de autocontrol del Constructor y el plan de obra previsto para la ejecución por el mismo;
- la designación de la persona encargada de las tomas de muestras;

- el sistema de documentación del control que se empleará durante la obra.

Los resultados de todas las comprobaciones realizadas en el autocontrol deberán registrarse en un soporte, físico o electrónico, que deberá estar a disposición de la Dirección Facultativa. Cada registro deberá estar firmado por la persona física que haya sido designada por el Constructor para el autocontrol de cada actividad.

Durante la obra, el Constructor deberá mantener a disposición de la Dirección Facultativa un registro permanentemente actualizado, donde se reflejen las designaciones de las personas responsables de efectuar en cada momento el autocontrol relativo a cada proceso de ejecución. Una vez finalizada la obra, dicho registro se incorporará a la documentación final de la misma.

Además, en función del nivel de control de la ejecución, el Constructor definirá un sistema de gestión de los acopios suficiente para conseguir la trazabilidad requerida de los productos y elementos que se colocan en la obra.

Los criterios de aceptación o rechazo serán los indicados en este Pliego complementados o modificados por el Director.

En caso de disparidad de resultados del control de recepción y el de producción, sobre los ensayos, pruebas o inspecciones realizados para un determinado material o unidad de obra, sea ésta por los valores numéricos o por los criterios de estimación, organización de lotes, etc., prevalecerá lo que a juicio del Director resulte más fiable, atendiendo a las condiciones de ejecución de los ensayos, representatividad de las muestras e importancia de la parte de obra afectada.

En tal caso, el Contratista podrá proponer al Director la realización de uno o más ensayos contradictorios sobre los aspectos en los que se haya presentado la disparidad, siempre que ello fuera posible por disponibilidad de muestra u otras circunstancias y aconsejable por la trascendencia de la decisión que el Director hubiera de tomar al respecto sobre el material o parte de la obra afectada.

La realización de estos ensayos contradictorios se confiará a un laboratorio o entidad independiente del ámbito de la obra, propuesto por el Contratista y que sea aceptado por el Director.

Se recomienda en estos casos la redacción previa de un documento sobre los puntos o resultados en los que se basa la disparidad, las características de la muestra o unidad que se somete al nuevo ensayo, la norma o procedimiento por el que ha de realizarse éste, incluyendo los criterios de interpretación de los resultados y la forma de abono de los gastos derivados de todas estas actividades.

3.14.15 Control de los materiales en obras de hormigón

3.14.15.1 Definición

Se define como control de los materiales en obras de hormigón el control de la calidad de los materiales constitutivos o incorporados al hormigón de la obra definitiva.

El control se ejercerá sobre los materiales siguientes:

- Cemento.
- Aditivos.
- Productos de adición.
- Agua de amasado.
- Áridos.
- Armaduras y sus accesorios.
- Piezas incorporadas o ancladas al hormigón.
- Bandas de estanqueidad de juntas.

- Masillas e imprimaciones para juntas.
- Apoyos.
- Juntas de tablero.
- Resinas sintéticas.
- Fibras de refuerzo del hormigón.
- Productos de material polimérico.
- Materiales especiales.
- Hormigones y morteros.

Será de aplicación lo establecido en el artículo correspondiente de este Pliego.

El Contratista estará obligado a realizar el control de los materiales anteriormente indicados como parte integrante del control de producción, tanto en lo referente a la recepción de los materiales como a su posterior almacenamiento y manipulación, hasta su empleo en obra.

3.14.15.2 Control de los Componentes del Hormigón

3.14.15.2.1 Control del cemento.

Se estará a lo dispuesto en el Artículo 85.1 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.14.15.2.2 Control de los aditivos y de los productos de adición.

Se estará a lo dispuesto en los Artículos 85.3 y 85.4 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.14.15.2.3 Control de agua de amasado.

Se estará a lo dispuesto en el Artículo 85.5 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.14.15.2.4 Control de los áridos.

Se estará a lo dispuesto en el Artículo 85.2 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.14.15.3 Control del Hormigón

El control de producción del hormigón será efectuado por el Contratista según la Pauta aprobada, la cual deberá contener los siguientes puntos:

Control de fabricación del hormigón, según lo especificado en el apartado específico del artículo correspondiente de este Pliego, para los hormigones fabricados en obra, y en el apartado correspondiente de este Pliego, para los hormigones suministrados.

Control del tamaño máximo. Será de aplicación lo establecido en el Artículo 85.2 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

Salvo en el caso al que se refiere el párrafo siguiente, los áridos deberán disponer del marcado CE con un sistema de evaluación de la conformidad 2+, por lo que su idoneidad se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al citado marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y en el artículo 28º de la EHE 08.

En el caso de áridos de autoconsumo, el Constructor o, en su caso, el Suministrador de hormigón o de los elementos prefabricados, deberá aportar un certificado de ensayo, con antigüedad inferior a tres meses, realizado por un laboratorio de control según el apartado 78.2.2.1 de la EHE 08 que demuestre la conformidad del árido respecto a las especificaciones contempladas en el proyecto y en el artículo 28º de la EHE 08, con un nivel de garantía estadística equivalente que el exigido para los áridos con marcado CE en la norma UNE EN 12620.

Control de la resistencia. Será de aplicación lo establecido en el Artículo 86.5. de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

Control de otras características. Se realizará según lo establecido en el Artículo de Hormigones, cuando lo exija el Pliego.

Control de la consistencia del hormigón fresco. Será de aplicación lo establecido en el Artículo 86.5 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.14.15.4 Regularidad del Hormigón

La calificación de regularidad del hormigón de un determinado tipo o clase, obtenida a lo largo de un período de tiempo o en una unidad de obra determinada, se hará de acuerdo con lo expuesto en el artículo correspondiente de la EHE, a partir de la desviación típica de la resistencia del hormigón.

Cuando el número de resultados sea inferior a veinte (20), la desviación típica se estimará, según la norma UNE 66006.

3.14.16 Control de la ejecución de las obras de hormigón

3.14.16.1 Definición

Se define como control de la ejecución de las obras de hormigón el conjunto de actividades que se desarrollan con el fin de comprobar que la realización de las distintas unidades que componen la obra de hormigón se efectúa correctamente, y de acuerdo con las prescripciones establecidas en este Pliego.

El control de la ejecución comprenderá los siguientes puntos:

- Control de los replanteos.
- Control de las operaciones previas al hormigonado:
  - Preparación del apoyo.
  - Encofrados, apeos y cimbras.
  - Armaduras.
  - Otros elementos incorporados.
- Control del hormigonado:
  - Fabricación del hormigón.
  - Transporte, colocación y curado.
  - Desencofrado y descimbrado.
  - Acabado de paramentos.
- Control térmico del hormigón:
  - Ambiente.
  - Hormigón fresco.
  - Hormigón endurecido.
- Control geométrico.

Los puntos anteriores serán objeto tanto del control de producción, que obligatoriamente debe realizar el Contratista, como del control de recepción, que corresponde a la Dirección.

Será de aplicación lo establecido en el Artículo correspondiente de este Pliego.

3.14.16.2 Pautas del Control de Producción

El Contratista someterá a la aprobación del Director las pautas de control de producción que se propone llevar a cabo en cada uno de los puntos indicados en el anterior apartado. Estas pautas deberán cumplir las prescripciones de este Pliego y las que, en su caso, estableciera el Director.

Las Pautas de Control se redactarán de acuerdo con lo indicado en el apartado específico del Artículo correspondiente de este Pliego, siendo de aplicación lo establecido en dicho artículo.

3.14.16.3 Control de los Replanteos

El Contratista comprobará la correcta posición de las superficies finales, encofrados y dispositivos siguientes:

- Excavación de la cimentación y preparación de la superficie de apoyo.
- Encofrados de iniciación.
- Encofrados de tongadas sucesivas, o tramos.
- Encofrados o moldes de partes singulares: ranuras, cajetines, conductos interiores.
- Armaduras.
- Elementos y piezas incorporadas: bandas de estanqueidad, conductos para inyecciones, piezas fijas de equipos hidromecánicos y otros, etc.
- Sensores de auscultación.
- Otros dispositivos especiales.

3.14.16.4 Control de las Operaciones Previas al Hormigonado

El Contratista comprobará las operaciones y el estado final inmediatamente anterior a la colocación del hormigón de:

- La preparación del apoyo y hormigón de limpieza.
- Encofrados, cimbras y apeos.
- Armaduras y otras piezas incorporadas al hormigón.

Antes de iniciar las operaciones de fabricación y colocación del hormigón el Contratista comprobará lo siguiente:

- Disponibilidad de los componentes del hormigón de calidad adecuada y en cantidad suficiente para garantizar el hormigonado completo de los tajos de hormigonado ininterrumpido previstos para la jornada.
- El buen estado de las instalaciones auxiliares y equipos de maquinaria que vayan a emplearse.
- Las condiciones climatológicas previsibles durante el hormigonado y curado, con el fin de tomar, en su caso, las medidas establecidas para los casos de hormigonado en condiciones climáticas desfavorables.

3.14.16.5 Control de Hormigonado

El control de producción del hormigonado abarcará los siguientes aspectos:

- Fabricación del hormigón.

- Transporte y colocación del hormigón.
- Curado del hormigón.
- Descimbrado y desencofrado.
- Acabado de paramentos.

3.14.16.6 Control Térmico del Hormigón

Bajo el epígrafe de control térmico del hormigón se incluye lo siguiente:

- El control de las condiciones climáticas, temperatura, humedad, velocidad del viento y lluvia, se efectuará por el Contratista con el fin de poder adoptar, en su momento y con la previa autorización del Director, las medidas previstas para el hormigonado en condiciones climáticas desfavorables.
- El control de la temperatura del hormigón fresco.
- El control de los tratamientos térmicos de los componentes del hormigón, en su caso.
- El control de la adición de hielo en el hormigón, en su caso.
- El control de la temperatura del hormigón endurecido y, en su caso, del enfriamiento artificial del hormigón colocado.

3.14.16.7 Control Geométrico

El control geométrico consiste en la verificación de la forma y dimensiones de las obras y sus diferentes partes, y en su caso, las desviaciones respecto a las definidas en los Planos.

Se comprobará que las desviaciones no exceden de las tolerancias indicadas en el artículo correspondiente de este Pliego o de las especificadas, en su caso, por el Director.

3.14.17 Acabados superficiales de las obras de hormigón

3.14.17.1 Superficies Encofradas

- Acabado clase E-1 (HORMIGON OCULTO)
  - Esta clase de acabado es de aplicación, en general, a aquellos paramentos que quedarán ocultos debido a rellenos de tierras, cubrición con agua o tratamientos superficiales posteriores, o bien porque así se especifique en los Planos o P.P.T.P.
  - Los encofrados estarán formados por tablones cerrados, paneles metálicos o cualquier otro tipo de material adecuado para evitar la pérdida de la lechada cuando el hormigón es vibrado dentro del encofrado.
  - La superficie estará exenta de huecos, coqueras u otras deficiencias importantes.
  - En algunos elementos con esta clase de acabado podría permitirse el uso de latiguillos.
- Acabado clase E-2 (HORMIGON VISTO)
  - Esta clase de acabado es de aplicación a aquellos paramentos que estarán generalmente a la vista, pero en los que no se exigirá un acabado de alta calidad. Los encofrados estarán formados por tablones de madera cepillada y canteada, de anchuras uniformes y dispuestas de forma que las juntas entre ellos queden en prolongación tanto en sentido vertical como horizontal. La Dirección de Obra podrá ordenar la reparación o sustitución de los elementos que forman el encofrado cuantas veces lo considere oportuno. Alternativamente se podrán utilizar paneles contrachapeados, fenólicos o metálicos. Los elementos de atado se dispondrán con un reparto regular y uniforme. Salvo especificación en contra las juntas de hormigonado serán horizontales y verticales, quedando marcadas mediante la colocación de berenjenos en el encofrado y su posterior retirada. Estos no serán objeto de abono por separado.

- La superficie del hormigón estará exenta de huecos, coqueras y otros defectos, de forma que no sea necesario proceder a un relleno de los mismos. No se admitirán reboses de lechada en la superficie, manchas de óxido ni ningún otro tipo de suciedad. Las rebabas, variaciones de color y otros defectos serán reparados según un procedimiento aprobado por la Dirección de Obra, siendo todas las operaciones de cuenta del Contratista.

- Acabado clase E-3 (HORMIGON VISTO ARQUITECTONICO)
  - Esta clase de acabado es de aplicación en paramentos vistos en los que se quiera conseguir un aspecto especialmente cuidado.
  - Para conseguir esto se utilizarán encofrados de madera machihembrada o paneles contrachapeados, de gran tamaño. Así mismo, se podrán utilizar encofrados con un diseño especial si el proyecto lo especifica. Las juntas entre los tableros y el hormigonado serán verticales y horizontales salvo que se disponga lo contrario.
  - Se dispondrán haciéndolas coincidir con elementos arquitectónicos, dinteles, cambios de dirección, de la superficie, etc. No se permite el uso de tablones sin forro ni paneles metálicos ordinarios.
  - Las juntas se ejecutarán mediante la colocación en el encofrado de berenjenos, y su posterior retirada. Así mismo se podrán disponer berenjenos, según un modelo definido en los planos o por la Dirección de Obra. En ningún caso estos elementos serán objeto de abono por separado.
  - La superficie de hormigón será suave, sin marcas de los tableros, huecos, coqueras y otros defectos. El color de los paramentos acabados será uniforme en toda la superficie. No son admisibles las fugas de lechada, manchas de óxido ni ningún otro tipo de suciedad. Las rebabas deberán ser cuidadosamente eliminadas.

3.14.17.2 Superficies No Encofradas

- Acabado clase S-1 (RASTRELADO)
  - El hormigón será nivelado y rastrelado uniformemente para producir una superficie plana que pueda ser estriada cuando se pretenda aumentar la rugosidad.

- Acabado clase S-2 (FRATASADO CON LLANA DE MADERA)
  - Sobre un acabado de clase S-1 se repasa la superficie presionando suavemente con llana de madera de forma que se obtenga una superficie exenta de las marcas del rastrelado.
  - Salvo indicación expresa en contra de los planos del proyecto, del P.P.T.P. o de la Dirección de Obra el acabado de las superficies no encofradas será del tipo S-2.

- Acabado clase S-3 (FRATASADO CON LLANA METALICA)
  - Sobre una superficie de clase S-2 cuando la humedad superficial del hormigón ha desaparecido y éste ha endurecido lo suficiente para evitar que la lechada ascienda a la superficie, se alisará esta con llana metálica bajo presión firme o mecánicamente, de forma que se obtenga una superficie dura, lisa y uniforme exenta de las marcas de la llana. Este tipo de acabado es el indicado para tratamientos antideslizantes, ruleteado, etc., así como para todas aquellas superficies en las que se deba cuidar el aspecto.

3.14.17.3 Tratamientos Superficiales del Hormigón

- Tratamientos antideslizantes
  - Consiste en rociar la superficie del hormigón con polvo de cuarzo, corindón u otro producto similar una vez que aquel ha iniciado el fraguado. Cuando se quiere conseguir una buena terminación se adoptará un acabado tipo Clase S-3.

- Salvo especificación en el P.P.T.P., la Dirección de Obra decidirá el color final de la superficie, así como otros detalles de ejecución que estime oportunos.

- Tratamientos antipolvo
  - En aquellos recintos en los que se prevea la posibilidad de formación de polvo debido al desgaste superficial de las soleras del hormigón, se pintarán éstas con productos. En cualquier caso, el tratamiento será sometido a la aprobación de la Dirección de Obra.
  - Se aplicarán sobre superficies con acabado S-2 o S-3.
- Tratamientos antiácidos
  - En aquellos elementos de hormigón que puedan estar en contacto con productos de carácter ácido, aunque sea en concentraciones bajas, se protegerá el hormigón con productos a base de resina epoxi, según se indica en el artículo correspondiente del presente Pliego. En cualquier caso, el tratamiento deberá ser sometido a la aprobación de la Dirección de Obra.
  - Este tratamiento se aplicará sobre superficies con acabado clase S-2 o S-3.
- Tratamientos mecánicos de las superficies de hormigón
  - Estos tratamientos comprenden aquellas operaciones que alteran la superficie del hormigón por medios mecánicos como el abujardado, chorreado con arena, picado con martillina, etc., con la intención de obtener elementos ornamentales o con un acabado especialmente cuidado.
  - La Dirección de Obra ordenará las pruebas que estime necesarias hasta alcanzar el grado de acabado que estime adecuado para el elemento objeto del tratamiento.
- Albañilería
  - Los planos del Proyecto definirán las superficies que tendrán un tratamiento posterior de albañilería y las características de la misma.
  - Salvo modificación expresa en el P.P.T.P. se cumplirán las especificaciones del artículo 3.19. del presente Pliego, así como las instrucciones que emita la Dirección de Obra.

3.14.18 Medición y abono

La medición de los hormigones en general que tendrá lugar por metros cúbicos (m3), se calculará exactamente por procedimientos geométricos, tomando como datos las dimensiones que figuran en los planos junto con las modificaciones que hubiera podido autorizar la Dirección de Obra durante la construcción y comprobado en la obra ejecutada. Se abonará según sección teórica reflejada en planos, no admitiéndose ningún exceso de medición sobre dichas secciones, salvo aprobación expresa y por escrito de la D.O. Se abonarán mediante aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios.

Los diferentes Artículos relacionados con la ejecución de las obras de hormigón en masa o armado definen las unidades de obras que serán de abono directo.

Las operaciones y materiales que, siendo necesarios para la ejecución de las unidades de obra, no figurasen explícitamente en el Pliego o en los Cuadros de Precios, no serán de abono directo; y se entenderá que su coste está incluido en los precios unitarios o en las partidas alzadas de abono íntegro establecidas en dichos documentos.

En los precios unitarios del hormigón de limpieza de la obra a cimentar estarán incluidos todos los gastos de las operaciones de preparación y limpieza de la superficie de apoyo o cimiento, definidos en el presente artículo; por tanto, no serán objeto de abono directo.

En los precios de las distintas clases de hormigón quedará incluido:

- El estudio y la obtención de la fórmula de trabajo para cada tipo de hormigón, así como los materiales necesarios para dicho estudio; el cemento, árido, agua y aditivos necesarios para la fabricación y aprobados por la Dirección de Obra.
- La fabricación (incluyendo los materiales el cemento, árido, agua y aditivos), dosificación, amasado, transporte, puesta en obra del hormigón con la fórmula de trabajo obtenida (incluidos separadores armadura-encofrados) y compactación del hormigón; la ejecución y tratamiento de las juntas; la protección del hormigón fresco, el curado y los productos de curado; el acabado y la realización de la textura superficial; y cuantos materiales, maquinaria y mano de obra sean necesarios para la correcta, rápida y segura ejecución de las unidades de obra objetode éste Artículo.

Los gastos derivados de los controles de materiales, las comprobaciones y controles de la ejecución para el correcto mantenimiento de las condiciones relativas a las operaciones de fabricación del hormigón, dosificación, amasado y puesta en obra, no serán objeto de abono directo; sus costes estarán incluidos en los precios unitarios del hormigón colocado en obra.

El contratista no tendrá derecho al abono de cantidad alguna por la definición y desarrollo del sistema de seguimiento del control de calidad de la ejecución de la obra, por encontrarse dicho abono repercutido dentro de los precios del hormigón utilizado en la obra.

Será de abono un suplemento por metro cúbico (m^3) en aquellos hormigones en cuya fabricación sea necesario emplear cemento sulforresistente para garantizar su durabilidad según las clases de exposición definidas en la EHE.

La capa de asiento, o de unión entre tongadas, se abonará al mismo precio por metro cúbico (m^3) que el hormigón colocado sobre ella.

Los acabados superficiales de paramentos encofrados vienen determinados por la calidad de éste. En consecuencia, los materiales y elementos que se deben emplear y todas las operaciones necesarias para cumplir las especificaciones definidas para cada clase, forma parte de la unidad correspondiente de encofrado y están incluidos en el precio de aquél, no siendo objeto de abono por separado ninguno de los conceptos.

El acabado superficial de los hormigones sin encofrado de clases S-1 y S-2 se considera incluido en la unidad de obra del hormigón correspondiente en todos los casos.

Las operaciones necesarias para obtener el acabado de clase S-3 pueden estar incluidas en los precios de la unidad de hormigón correspondiente, si así lo indica el texto y la justificación del precio de aquella, o bien abonarse por metro cuadrado de suplemento para ejecución del acabado especificado.

Salvo que el P.P.T.P. lo establezca de otra forma se abonarán los tratamientos superficiales, incluidos en el presente artículo, por metro cuadrado realmente ejecutado, a los precios que para ellos se definan en el Cuadro de Precios nº1 del Proyecto.

La imprimación epoxi para unión del hormigón fresco al endurecido, cuando sea precisa, se abonará por separado al precio correspondiente incluido dentro del cuadro de precios nº1 del proyecto.

Los volúmenes de hormigón originados por exceso de excavación no serán de abono excepto si hubieran sido previamente autorizados por la Dirección de Obra o si corresponden a desprendimientos, no imputables al Contratista. En este último caso el hormigón empleado en su relleno se abonaría al precio correspondiente.

En el caso de que se requiera para la colocación del hormigón un equipo de bombeo, este será de abono como suplemento por metro cúbico (m^3) de bombeo de hormigón y al precio correspondiente incluido dentro del cuadro de precios nº1 del proyecto.

Las precauciones y medidas para realizar el hormigonado en condiciones climáticas desfavorables, referidas en este Artículo, no serán objeto de abono directo, sino que su coste estará incluido en los precios unitarios del hormigón.

3.15 OBRAS DE HORMIGÓN PRETENSADO O POSTENSADO

3.15.1 Definición

Se define como obras de hormigón pre o postensado aquellas en las cuales se utiliza como material fundamental el hormigón, sometido a compresión, antes del hormigonado o después del endurecimiento, por medio de barras, cables o alambres, u otros medios exteriores.

3.15.2 Condiciones generales

Los hormigones, los aditivos a los mismos, las armaduras, el agua y los encofrados y cimbras a emplear en las obras de hormigón pretensado o postensado, deberán cumplir las condiciones establecidas en los apartados correspondientes del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

3.15.3 Medición y abono

El abono se realizará por el precio unitario que para cada tipo de prefabricados figure en el contrato, incluyendo el precio la totalidad de los materiales, mano de obra, operaciones y gastos de toda clase, necesarios para la terminación de la unidad de obra como quede especificada en el proyecto.

3.16 PASOS INFERIORES DE CARRETERAS Y FERROCARRILES

3.16.1 Consideraciones generales

El Contratista realizará las obras correspondientes sin que se produzca ninguna interrupción en el tráfico de las citadas vías, debiendo cumplir las condiciones que para la ejecución de las obras impongan la Excma. Diputación, los Ayuntamientos, la Jefatura de Carreteras o la Dirección del FF.CC. correspondientes en lo que se refiere a desvíos provisionales, entibaciones, desvío y recogida de aguas, apeos, horario de los trabajos, incluso a turnos, duración de los mismos, fechas de ejecución, guardas, señalización de la obra así como la correspondiente a los desvíos por rutas alternativas.

3.16.2 Pasos ejecutados "in situ"

3.16.2.1 Condiciones generales

Cuando las condiciones impuestas por el Organismo correspondiente con respecto a lo señalado en el apartado 3.16.1 permitan la ejecución de los trabajos del paso inferior "in situ" el Contratista, dos semanas antes del comienzo de los trabajos correspondientes, presentará a la Dirección de Obra para su estudio y aceptación, o comentarios, un plan de trabajos para cumplir el plazo de ejecución impuesto por el organismo correspondiente.

El Plan de Trabajos estará debidamente desglosado en las actividades correspondientes a cada unidad de obra y se indicarán claramente en cada caso las mediciones de la obra a ejecutar, los medios mecánicos y el personal previsto en cada caso, así como la duración de los trabajos en sus diferentes casos.

3.16.2.2 Ejecución

Los trabajos se ejecutarán de acuerdo con las instrucciones prescritas en este Pliego para cada unidad de obra y los impuestos en cada caso por el Organismo afectado por la ejecución de la obra.

3.16.2.3 Medición y abono

Los precios de aplicación para las unidades de obra serán los mismos que se aplicarían en caso de que las obras se ejecutaran en cualquier otro lugar de la obra, a excepción de las excavaciones, no considerándose ningún incremento por las condiciones de ejecución impuestas por el Organismo correspondiente y que ya estén previstas en el apartado 3.16.1 ni por las luminarias auxiliares necesarias. Únicamente se abonará la sección tipo incluida en los planos de proyecto.

Antes del comienzo de los trabajos que afecten al uso de carreteras, viales, o vías ferroviarias, el Contratista propondrá el sistema constructivo que deberá ser aprobado por escrito por el Director de Obra y el Organismo responsable de la vía de tráfico afectada.

Durante la ejecución de los trabajos el Contratista seguirá las instrucciones, previa notificación y aceptación del Director de Obra, hechas por el Organismo afectado.

Todas las instrucciones de otros Organismos deberán dirigirse al Director de Obra pero si estos Organismos se dirigiesen al Contratista para darle instrucciones, el Contratista las notificará al Director de Obra para su aprobación por escrito.

Serán objeto de abono, a los precios unitarios ordinarios del cuadro nº 1 para excavación, relleno, etc., las obras de desvío provisional expresamente recogidas en el Proyecto u ordenadas por el Director de Obra, al objeto de posibilitar la realización de los cruces.

No serán objeto de abono los desvíos provisionales promovidos o realizados por el Contratista, al objeto de facilitar, en interés propio, la ejecución de los trabajos de cruce.

La ejecución de los trabajos nocturnos, en días festivos o conforme a un determinado programa de trabajos, ya sea en cumplimiento de las condiciones exigidas por el Organismo competente o por interés del propio Contratista, o la adopción de cualesquiera precauciones especiales que fuera necesario adoptar, no dará derecho a abono adicional alguno ni tampoco lo dará la disminución de los ritmos de ejecución que pudiera producirse en estos puntos singulares de la obra.

El Contratista tomará las medidas adecuadas para evitar que los vehículos que abandonen las zonas de obras depositen restos de tierra, barro, etc. en las calles adyacentes. En todo caso eliminará rápidamente estos depósitos.

Los precios de aplicación en caso de ser necesaria su utilización a juicio de la Dirección de Obra serán los siguientes:

- Excavaciones
- Demoliciones
- PA-Apeos y refuerzo-Montaje y/o desmontaje de vías
- Rellenos
- Hormigón de limpieza
- Hormigones estructurales
- Aceros
- Encofrados
- Pintura asfáltica impermeabilizante
- Apoyos elásticos
- Ml. tubería
- Albañilería
- Balasto
- Pilotaje

3.16.3 Pasos prefabricados

3.16.3.1 Condiciones generales

Cuando así lo imponga el Organismo correspondiente con respecto a lo señalado en el apartado 3.16.1 o así este previsto en el Proyecto el paso se ejecutará mediante módulos prefabricados, preparados y hormigonados en el lugar más próximo posible al de su colocación y siempre que no cree interferencias a terceros o al montaje en el lugar definitivo.

El Contratista, dos semanas antes del comienzo de los trabajos correspondientes a la apertura del paso, presentará a la Dirección de Obra, para su estudio y aceptación o comentarios, un plan de trabajos para cumplir el plazo de ejecución impuesto por el Organismo correspondiente.

El plan de trabajos estará debidamente desglosado en las actividades correspondientes a cada unidad de obra y se indicarán claramente en cada caso las mediciones de la obra a ejecutar, los medios mecánicos y el personal previsto en cada caso, así como la duración de los trabajos en sus diferentes casos.

3.16.3.2 Ejecución

Los trabajos se ejecutarán de acuerdo con las instrucciones prescritas en este Pliego para cada unidad de obra y las impuestas en cada caso por el Organismo afectado por la ejecución de la Obra.

Los pasos prefabricados se montarán, de acuerdo con la cota de elevación prevista en los planos y asentados sobre una base de zahorra artificial debidamente compactada y nivelada.

Los medios de colocación serán lo suficientemente potentes para realizar el izado del paso prefabricado de su lugar de construcción, si es posible la ejecución en lugar próximo, y la colocación en el lugar definitivo en una sola maniobra. La longitud máxima de cada módulo será de 7,50 m. Para anchuras de carretera superiores a los 8 metros se permitirá la ejecución del paso en módulos, de tal longitud que sea la más próxima a 7,50 m. pero sin superarla.

La longitud de los módulos será definida en este caso por la Dirección de Obra.

3.16.3.3 Medición y abono

Los precios de aplicación, para las unidades de obra serán los mismos que se aplicarían en caso de que los trabajos se ejecutaran en cualquier otro lugar de la obra, aunque varíen parcialmente las condiciones de ejecución, con las excepciones ya contempladas en el precio de las excavaciones que sea necesario realizar en una longitud total que como máximo exceda en dos metros la longitud prevista del paso de hormigón y con las secciones definidas en los planos de proyecto.

El hormigón se abonará al precio previsto para el resto de la obra, y en él están ya incluidas, aparte de los materiales, los medios de construcción y el personal. Están también incluidos los gastos correspondientes a los medios de elevación y transporte en caso necesario para su colocación en el lugar definitivo.

No se considerará ningún otro incremento adicional por las condiciones de ejecución impuestas por el Organismo correspondiente y que ya estén previstas en el apartado 3.16.1, ni la iluminación auxiliar necesaria.

No serán de abono la ejecución de los desvíos provisionales, plataformas de trabajo, ni la reposición a las condiciones originales de los terrenos afectados por los mismos.

Los precios de aplicación, en caso de ser necesaria su utilización a juicio de la Dirección de Obra, serán los siguientes:

- Excavaciones
- Demoliciones
- Entibaciones
- Rellenos
- Hormigones estructurales
- Aceros
- Encofrados
- Pintura asfáltica impermeabilizante
- Apoyos elásticos
- Ml. tubería
- Albañilería
- Balasto

3.17 ACEROS Y FUNDICIÓN

3.17.1 Armaduras a emplear en obras de hormigón

3.17.1.1 Barras aisladas

Se definen como armaduras a emplear en hormigón armado al conjunto de barras de acero que se colocan en el interior de la masa de hormigón para ayudar a éste a resistir los esfuerzos a que está sometido.

3.17.1.1.1 Formas y dimensiones

Se cumplirá lo dispuesto en el Artículo 32.1 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 08 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.17.1.1.2 Colocación

Se cumplirá lo dispuesto en el Artículo 69 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 08, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de toda suciedad, grasa y óxido no adherente. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de los planos, y se fijarán entre sí mediante las oportunas sujeciones manteniéndose mediante piezas adecuadas la distancia al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de las armaduras durante el vertido y compactación del hormigón y permitiendo a éste envolverlas sin dejar coqueras.

Estas precauciones deberán extremarse con los cercos de los soportes y armaduras del trasdós de placas, losas o voladizos, para evitar su descenso.

Las armaduras pasivas se doblarán previamente a su colocación en los encofrados y ajustándose a los planos e instrucciones del proyecto. Esta operación se realizará a temperatura ambiente, mediante dobladoras mecánicas, con velocidad constante, y con la ayuda de mandriles, de modo que la curvatura sea constante en toda la zona.

Excepcionalmente, en el caso de barras parcialmente hormigonadas, podrá admitirse el doblado en obra por procedimientos manuales.

No se admitirá el enderezamiento de codos, incluidos los de suministro, salvo cuando esta operación pueda realizarse sin daño, inmediato o futuro, para la barra correspondiente.

Asimismo, no debe doblarse un número elevado de barras en una misma sección de la pieza, con objeto de no crear una concentración de tensiones en el hormigón que pudiera llegar a ser peligrosa.

Si resultase imprescindible realizar desdoblados en obra, como por ejemplo en el caso de algunas armaduras en espera, éstos se realizarán de acuerdo con procesos o criterios de ejecución contrastados, debiéndose comprobar que no se han producido fisuras o fracturas en las mismas. En caso contrario, se procederá a la sustitución de los elementos dañados. Si la operación de desdoblado se realizase en caliente, deberán adoptarse las medidas adecuadas para no dañar el hormigón con las altas temperaturas.

El diámetro mínimo de doblado de una barra ha de ser tal que evite compresiones excesivas y hundimiento del hormigón en la zona de curvatura de la barra, debiendo evitarse fracturas en la misma originadas por dicha curvatura. Para ello, salvo indicación en contrario del proyecto, se realizará con mandriles de diámetro no inferior a los indicados en la tabla 69.3.4. de la EHE 08.

Los empalmes y solapes serán los indicados en los Planos, o en caso contrario se dispondrán de acuerdo con lo prescrito en la Instrucción EHE.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado, el Contratista deberá obtener de la Dirección de Obra, la aprobación de las armaduras colocadas.

3.17.1.1.3 Medición y Abono

Las armaduras de acero empleadas en hormigón armado se abonarán por su peso en kilogramos (kg), aplicando para cada tipo de acero los precios unitarios correspondientes a las longitudes deducidas en los planos, con inclusión de los solapes y anclajes previstos en el proyecto.

No serán de abono las longitudes de anclajes y solapes que sean necesarios como consecuencia de las modificaciones introducidas por el Contratista en el procedimiento constructivo, salvo que previamente hayan sido aprobadas por la Dirección de Obra.

En los precios unitarios estarán incluidos tanto el acero como los materiales auxiliares y mano de obra necesarios para la elaboración, colocación, apoyo y fijación de las armaduras.

El abono de las mermas y despuntes se considerará incluido en el kilogramo (kg) de armadura.

3.17.1.2 Mallas electrosoldadas

3.17.1.2.1 Definición

Se define como mallas electrosoldadas a los paneles rectangulares formados por barras lisas de acero trefilado, soldadas a máquina entre sí, y dispuestas a distancias regulares.

3.17.1.2.2 Colocación

Las mallas electrosoldadas se colocarán limpias, exentas de toda suciedad, grasa y óxido no adherente. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de los Planos y se fijarán entre sí mediante las oportunas sujeciones, manteniéndose mediante piezas adecuadas la distancia al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de las armaduras durante el vertido y compactación del hormigón permitiendo a éste envolverlas sin dejar coqueras.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado el Contratista deberá obtener de la Dirección de la Obra, la aprobación de las mallas electrosoldadas colocadas.

3.17.1.2.3 Medición y Abono

Las mallas electrosoldadas se abonarán por su peso en kilogramos (kg) deducido de los Planos con inclusión de los solapes.

El abonado de las mermas y despuntes se considerará incluido en el kilogramo (kg) de malla.

3.17.1.2.4 Tolerancias

Las desviaciones permisibles (definidas como los límites aceptados para las diferencias entre dimensiones especificadas en proyecto y dimensiones reales en obra) en el corte y colocación de las armaduras, serán las siguientes:

- Longitud en corte L:
  - Si L ≤ 6 metros: + 20 mm.
  - Si L > 6 metros: + 30 mm.

- Doblado, dimensiones de forma L:
  - Si L ≤ 0,5 metros: + 10 mm.
  - Si 0,5 m. < L < 1,50 metros: + 15 mm.
  - Si L ≥ 1,50 metros: + 20 mm.
- Recubrimiento:
  - Desviaciones en menos: 5 mm.
  - Desviaciones en más, siendo h el canto total del elemento:
    - Si h ≤ 0,50 metros: 10 mm.
    - Si 0,50 m < h < 1,50 metros: 15 mm.
    - Si h ≥ 1,50 metros: 20 mm.
- Distancia entre superficies de barras paralelas consecutivas, L:
  - Si L ≤ 0,50 metros: + 5 mm.
  - Si 0,050 m < L < 0,20 metros: + 10 mm.
  - Si 0,20 m ≤ L < 0,40 metros: + 20 mm.
  - Si L ≥ 0,40 metros: + 30 mm.
- Desviación en el sentido del canto o del ancho del elemento de cualquier punto del eje de la armadura, siendo L el canto total o el ancho total del elemento en cada caso:
  - Si L ≤ 0,25 metros: + 10 mm.
  - Si 0,25 m < L < 0,50 metros: + 15 mm.
  - Si 0,50 m ≤ L <1,50 metros: + 20 mm.
  - Si L 1 ≥ 1,50 metros: + 30 mm.

3.17.1.2.5 Control de calidad

Se cumplirá lo dispuesto en el Artículos del 87 al 89 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 08, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.17.2 Estructura de acero

3.17.2.1 Definición

Se define como estructura de acero los elementos o conjuntos de elementos de acero que forman la parte resistente y sustentante de una construcción.

Las obras consistirán en la ejecución de las estructuras de acero, y de las partes de acero correspondientes a las estructuras mixtas de acero y hormigón.

En este Artículo se han fijado las condiciones en las que se deberán desarrollar los trabajos de fabricación, inspección, transporte y montaje de las estructuras metálicas de la obra.

No es aplicable este Artículo a las armaduras de las obras de hormigón, ni a las estructuras o elementos construidos con perfiles ligeros de chapa plegada.

3.17.2.2 Materiales, Forma y Dimensiones

A menos que se indique lo contrario en planos o en Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el acero utilizado en las estructuras será de calidad como mínimo de S 275 JR.

La forma y dimensiones de la estructura serán las definidas en los Planos y/o Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, no permitiéndose al Contratista modificaciones de los mismos sin la previa autorización del Director de las Obras.

Se usarán preferentemente perfiles laminados frente a perfiles armados con chapas, que se utilizarán exclusivamente cuando las series comerciales de perfiles laminados resulten insuficientes.

Las series de perfiles laminados que se permitirá utilizar son las siguientes, también se indica entre paréntesis los perfiles mínimos a utilizar de cada serie:

- IPN, para perfiles menores preferentemente (IPN-120)
- IPE (IPE-160)
- UPN (UPN-100)
- HEB (HEB-100)
- Angulares (L50x5)
- Tubos cuadrados y rectangulares (B≥50 y e≥3)

Las chapas utilizadas para cartelas y realización de uniones tendrán un espesor mínimo de 6 milímetros.

Los perfiles usados para monorraíles en los que el elemento de elevación está suspendido del ala inferior del perfil, se usarán preferentemente los correspondientes a la serie IPN.

Los perfiles que soporten losas de hormigón tendrán al menos 65 milímetros de ancho de ala.

Se deberá evitar el uso de perfiles cerrados, o bien, disposiciones de los mismos que impidan su correcta inspección y mantenimiento.

3.17.2.3 Condiciones generales de Fabricación

3.17.2.3.1 Planos de taller

Para la ejecución de toda la estructura metálica, el Contratista, basándose en los Planos de Proyecto, realizará los Planos de Taller para fabricación y montaje, precisos para definir completamente todos los elementos de aquélla.

El Contratista comprobará en Obra las cotas de replanteo de la estructura para la realización de los Planos de Taller.

Los Planos de Taller contendrán en forma completa:

- Las dimensiones necesarias para definir inequívocamente todos los elementos de la estructura.
- Las contraflechas de vigas, cuando estén previstas.
- La disposición de las uniones, incluso las provisionales de armado, distinguiendo las dos clases: de fuerza y atado.
- El diámetro de los agujeros de tornillos, con indicación de la forma de mecanizado.
- Las clases y diámetros de tornillos, indicando expresamente para cada uno los diámetros y sus longitudes, así como un recuento global de los tornillos contenidos en cada plano.
- La forma y dimensiones de las uniones soldadas, la preparación de los bordes, el procedimiento, métodos y posiciones de soldeo, los materiales de aportación a utilizar y el orden de ejecución.
- Las indicaciones sobre mecanizado o tratamiento de los elementos que lo precisen.
- Método usado en la preparación de superficies.
- Imprimación usada.
- Procedimientos especiales de montaje o arriostramientos
- Provisionales.

- Todo plano de taller llevará indicados los perfiles, las clases de los aceros, los pesos, las marcas de cada uno de los elementos de la estructura representados en él, y si la pieza va o no ignifugada.
- Lista de materiales.

La Dirección de Obra podrá exigir al Contratista que aporte un modelo informático en 3D para facilitar la preparación de los planos de taller.

El Contratista antes de comenzar la ejecución en taller presentará dos (2) copias de los Planos de Taller al Director de Obra, para someterlo a su aprobación. En el caso de que se produzca una aprobación con comentarios, el Contratista deberá volver a enviar nuevas copias de los Planos corregidos donde se hayan comentado.

Si el proyecto se modifica durante la ejecución de los trabajos, los Planos de Taller se rectificarán para que la Obra terminada quede exactamente definida por estos planos.

Si durante la ejecución fuese necesario introducir modificaciones de detalle respecto a lo definido en los Planos de Taller, se harán con la aprobación de la Dirección de Obra y se anotará en los Planos de Proyecto todo lo que se modifique.

En ambos casos el Contratista ha de mandar dos (2) copias de los Planos de Proyecto con las modificaciones introducidas y también en formato digital.

3.17.2.3.2 Restricciones en la fabricación

Cuando por estar la estructura sometida a acciones sísmicas en las que se prevean deformaciones plásticas, o cuando se den condiciones de fatiga de material, se evitará cualquier actuación que produzca endurecimiento del material, tal como:

- Corte con llama de gas
- Marcado fuerte
- Enlaces con soldaduras temporales
- Reparación de superficie mediante soldadura

El corte mediante cizalla sólo se permite para chapas de espesor inferior a 15 milímetros.

Los agujeros se realizarán siempre mediante taladro, no aceptándose la utilización de punzón.

3.17.2.3.3 Preparación del material

Previamente a cualquier proceso de fabricación de las piezas se procederá a una serie de acciones precisas que se citan a continuación:

- Eliminar todos los defectos de laminación que no hayan sido causa de rechazo por su pequeña importancia.
- Suprimir las marcas de laminación en relieve en aquellas zonas que deban entrar en contacto con otras piezas (por ejemplo: en uniones).
- Eliminar las impurezas que lleve adheridas.
- Enderezado de perfiles o planeado de chapas.

3.17.2.3.4 Operaciones de enderezado y conformación de elementos

Las operaciones de enderezado de perfiles, y la de planeado de chapas se realizará preferentemente en frío, mediante prensa o máquina de rodillos.

Las operaciones de plegado o curvado se realizarán preferentemente en frío. No se permitirá que aparezcan en el elemento manipulado abolladuras ni grietas. Si el plegado es muy acusado se recomienda el recocido posterior de la pieza.

El estampado y la embutición de chapas se realizarán utilizando dispositivos que permitan la operación de una sola vez. La conformación podrá realizarse en frío cuando el espesor de la chapa sea no mayor de 9 milímetros o el radio de curvatura no sea menor que cincuenta veces el espesor.

Cuando las operaciones definidas anteriormente se realicen en caliente, se seguirá lo indicado a continuación:

- El calentamiento se efectuará a ser posible en horno, admitiéndose también el uso de fragua y hornillo, pero no el calentamiento directo con soplete.
- La temperatura máxima de calentamiento será de 950°C (rojo cereza claro), interrumpiéndose la operación cuando la temperatura baje de 700°C (rojo sombra) para proceder a su nuevo calentamiento.
- Se tomarán todas las medidas necesarias para evitar cambios en la estructura del acero o la acumulación de tensiones parásitas durante los procesos de calentamiento y enfriamiento.

3.17.2.3.5 Comienzo de la fabricación

El contratista no podrá comenzar los trabajos de fabricación de la estructura hasta haber recibido los siguientes documentos la dirección de obra y haber dado el visto bueno correspondiente:

- Certificados de calidad de los materiales
- Homologación del personal del taller constructor
- Planos

3.17.2.4 Transporte

La carga, transporte, descarga, manejo y almacenaje serán responsabilidad del Contratista. Todo el material recibido en obra será almacenado en las áreas indicadas.

Todo transporte, incluidos transportes parciales, irán acompañados por suficiente cantidad de tornillos de las longitudes, diámetros adecuados correspondientes al conjunto transportado.

Con anterioridad a cualquier transporte, el Contratista hará llegar a obra los correspondientes planos de montaje, donde se especifiquen las distintas marcas de las piezas y su posición.

El contratista deberá estudiar el envío, dentro de lo posible, de piezas premontadas en taller estimado si es económicamente rentable recurrir incluso a transportes especiales.

Todas las piezas que se envíen premontadas, especialmente escaleras verticales, jaulas de seguridad, barandillas, etc. se asegurarán de forma que durante el transporte se eviten daños en las mismas.

3.17.2.5 Condiciones Generales de Ejecución

Para la ejecución de este tipo de obras se tendrán en cuenta las prescripciones incluidas en el Código técnico de edificación, las normas UNE, las normas NTE, la norma American Institute of Steel Construction (AISC) y la norma Uniform Building Code (UBC).

Salvo autorización expresa por parte del Director de Obra, todas las uniones de la obra realizadas en obra deberán ser atornilladas. Aquellas uniones que se realicen en taller podrán ser soldadas, excepto en las estructuras galvanizadas.

- Tornillos:

- Tornillos de alta resistencia:
  - ~ Se utilizarán tornillos de alta resistencia de calidad A10t en todas las uniones de fuerza de la estructura principal, preferiblemente usando un único diámetro de al menos 20 milímetros.
  - ~ Los tornillos se apretarán dando el par de apriete que se indica a continuación:

TR12	11,9 m.kg
TR 16	29,8 m.kg
TR 20	58,4 m.kg
TR 22	80,7 m.kg
TR24	101 m.kg
TR27	149 m.kg

  - ~ Se tendrá en cuenta que tras colocar el tornillo en su posición y con el apriete requerido debe quedar entre la tuerca y la parte sin rosca, al menos cuatro vueltas de rosca.
  - ~ En el caso de existir vibraciones en la estructura no es necesario disponer ningún tipo de fijación mecánica de las tuercas si han sido apretadas siguiendo el procedimiento normalizado.
  - ~ Cuando se dispongan placas de testa se cuidará especialmente la planeidad de la misma, rechazándose las placas que presenten curvaturas o irregularidades.
  - ~ Se dispondrán siempre arandelas entre la pieza a unir y la cabeza del tornillo y entre la pieza y la tuerca. La posición de la arandela será siempre con el bisel hacia la cara exterior.
  - ~ El contratista suministrará todos los tornillos necesarios, tuercas, arandelas, etc., para todas las conexiones a realizar en obra, incluyendo una cantidad extra adicional del 5%.
- Tornillos ordinarios:
  - ~ Para aquellas uniones secundarias, tales como sujeción de barandillas, escaleras verticales, correas de cubierta, etc., podrán ser usados como tornillos ordinarios de calidad A4t con un diámetro mínimo de 16 milímetros. Preferiblemente se utilizará un único diámetro para este tipo de tornillos.
  - ~ Se tomarán las medidas oportunas para que la zona roscada no esté nunca en el plano de corte.
  - ~ Cuando existan vibraciones, las tuercas deberán ir provistas de medios mecánicos que impiden que se aflojen con el paso del tiempo.
  - ~ En el caso de que el tornillo se apriete contra una superficie inclinada se dispondrán necesariamente arandelas de espesor variable, para el correcto apoyo de la tuerca.
  - ~ Todos los tornillos utilizados en la obra tendrán un acabado superficial galvanizado en caliente, para las estructuras galvanizadas y pavonadas para las estructuras pintadas. Se deberá utilizar tornillos de acero inoxidable (A4) en estructuras de acero AISI 316L. En caso de estructuras formadas por distintos metales se deberán emplear los elementos aislantes necesarios que eviten la corrosión por el efecto del par galvánico.
  - ~ Cuando se requieran agujeros avellanados, el ángulo del avellanado se corresponderá con aquél de los tornillos correspondientes, cuidando que el canto del avellanado sea suficiente para acomodar la cabeza del tornillo.

- Soldadura:
  - Los electrodos a utilizar en las soldaduras de perfiles y placas cumplirán con las normas UNE 14022 y UNE-EN 499:1995, debiendo estar homologadas ante un organismo oficialmente reconocido.
  - En las estructuras galvanizadas que serán atornilladas, está prohibido el uso de soldadura, aunque será excepcional su uso y siempre bajo el criterio de la Dirección de Obra.
  - El tipo de electrodo a emplear será estructural básico, siguiendo las normas de conservación y empleo que estos electrodos requieran, pudiendo ser sustituido, bajo aprobación, por electrodo estructural rutilo.
  - Las superficies que vayan a ser soldadas deberán estar libres de cascarilla, grasa, pintura o cualquier otro material extraño con excepción de aquella cascarilla de laminación que resista un vigoroso cepillado metálico. No se tendrá en cuenta una ligera película de aceite de linaza.
  - Todas las partes que hayan de soldarse en ángulo (fillet weld) habrán de acercarse hasta donde sea factible y de ningún modo la separación entre dichas partes será mayor de 3 milímetros. Si la separación fuera de 1,5 milímetros o mayor, el tamaño de la soldadura será aumentado en los milímetros que mida la separación.
  - La separación entre las superficies a soldar, cuando la junta sea a solape, no será mayor de 1,5 milímetros. Se alinearán cuidadosamente las partes a soldar a tope.
  - Siempre que sea factible se pondrá la pieza en posición para soldadura plana. Al montar y unir partes de una estructura o de piezas compuestas, el procedimiento y la secuencia de soldadura serán tales que se eviten tensiones innecesarias y se reduzcan al mínimo las tensiones residuales. Cuando sea imposible evitar altas tensiones residuales en las soldaduras de cierre de un montaje rígido, se hará tal soldadura de cierre en los elementos de compresión.
  - Todas las soldaduras a tope serán continuas y de penetración completa.
  - Cuando el espesor de las piezas a unir sea igual o menor que 6 milímetros se permitirá la soldadura a testa por un solo lado, sin necesidad de preparación de los bordes, siempre que se utilice un electrodo que asegure una penetración completa. La separación entre bordes en este caso deberá ser inferior a la mitad del espesor de la pieza a soldar más delgada.
  - Cuando el espesor de las piezas a unir sea superior a 8 milímetros, se deberán preparar los bordes para junta en X o en V, según sean o no accesibles ambos lados. En cualquiera de los dos casos, la separación entre bordes no será mayor de 3 milímetros.
  - En juntas en X deberá realizarse, por sistema un saneado de la raíz por procedimientos mecánicos o por arco-aire, antes de iniciar la soldadura por el lado opuesto. En el caso de que se utilice el electrodo de grafito deberá eliminarse con muela la capa carburada de color azul que se haya formado.
    - ~ Cuando se especifique la necesidad de utilizar anillo o placa de respaldo, el material utilizado deberá ser de la misma naturaleza que el material de base y las variables de soldadura serán tales que aseguren una perfecta fusión de las tres piezas que intervienen en la unión.
    - ~ Cuando para el relleno de juntas sea necesario depostar varios cordones, deberá limpiarse de escoria cada uno de ellos antes de proceder a depositar el siguiente. Esta operación podrá ser efectuada con muela mecánica o piqueta de soldador. En la realización de esta operación se utilizarán las mejores prácticas del oficio. El último cordón deberá ser suficientemente ancho para que la superficie de la soldadura quede lisa.
    - ~ Cuando se realice la soldadura en varias pasadas, de ser requerido, podrán golpearse ligeramente las soldaduras de varias capas con un martillo mecánico de forma oblonga y boca redonda. Los martillazos se darán después de enfriada la soldadura a una temperatura cálida al tacto de la mano. Se tendrá cuidado para que ni la soldadura ni el

metal de base sufran incrustaciones, desprendimientos o deformaciones a consecuencia de los martillazos.

~ En cualquier caso, se exigirá que todos los soldadores que intervengan en la fabricación (y en su caso el montaje) estén en posesión de la correspondiente homologación AWS.

No serán aceptados materiales procedentes de recuperación o con uniones diferentes a las previstas en los planos, excepto que dichas uniones vengan requeridas por necesidades de transporte y previa aceptación.

3.17.2.6 Montaje

Al realizar la planificación del montaje de la estructura metálica, el Contratista deberá estudiar los problemas originados por obstáculos u obstrucciones existentes, o por las interferencias o solapes derivados del trabajo de otros, no admitiéndose luego retrasos por estos temas.

El Contratista deberá disponer de arriostramientos, puntales, o cualquier otro método que resulte necesario para asegurar la estabilidad temporal y el aplomado correcto de la estructura durante el periodo de montaje.

Todos los trabajos deberán realizarse de manera sancionada por la experiencia y siempre de acuerdo a la normativa vigente.

El Contratista deberá preparar un procedimiento de montaje de estructuras que normalmente no sean estables como consecuencia del montaje de equipos.

En el caso de los forjados con encofrado de chapa colaborante, se deberá tener en cuenta:

- El apuntalamiento, en los casos que se requiera, podrá realizarse apoyando un tablón en las alas inferiores de las jácenas de apoyo del forjado.
- Sobre la chapa se dispondrá un remate a escuadra sujeto a la propia chapa para encofrado perimetral de cierre de la losa de hormigón, y con los elementos necesarios para aguantar el empuje del hormigón fresco.
- No se permitirá el uso de calzos metálicos para la sujeción de armaduras en la losa.
- En la fase de hormigonado se evitará la coincidencia de personas en una misma chapa (máximo dos personas).
- En la fase de hormigonado, se pondrá especial cuidado con el vertido de hormigón, procurando no hacer montones de más de 300 kg. y hacerlo en las zonas coincidentes con las vigas.

3.17.2.7 Tolerancias

3.17.2.7.1 Tolerancias de fabricación

Todo elemento estructural: pilar, viga cercha. etc. fabricado en taller y enviado a obra para su montaje, cumplirá las tolerancias siguientes:

TOLERANCIAS DIMENSIONALES	
Longitud en mm	Tolerancia en mm
Hasta 1000	∀ 2
De 1001 a 3000	∀ 3
De 3001 a 6000	∀ 4
De 6001 a 10000	∀ 5
De 10001 a 15000	∀ 6

TOLERANCIAS DIMENSIONALES	
Longitud en mm	Tolerancia en mm
De 15001 a 25000	∀ 8
25001 o mayor	∀ 10

La tolerancia en la flecha de todo elemento estructural recto, de longitud l, será el menor de los dos valores siguientes:

- l/1500
- 10 milímetros

En los elementos compuestos de varias barras, como cerchas, vigas de celosías, etc., la tolerancia se refiere a cada barra, siendo l su longitud entre nudos extremos.

Las tolerancias en agujeros destinados a tornillos ordinarios y tornillos de alta resistencia, cualquiera que sea el método de perforación, serán las que se detallan a continuación:

TOLERANCIA EN LOS AGUJEROS		
Diámetro del agujero en mm	Separaciones y Alineaciones en mm	Diámetro para tornillos en mm
11	∀ 1.0	--
13, 15, 17	∀ 1.5	∀ 1
19, 21, 23	∀ 2.0	--
25, 28	∀ 3.0	--

Las tolerancias en las dimensiones de los biseles de la preparación de bordes y en la garganta y longitud de soldaduras serán las dadas a continuación:

TOLERANCIAS DIMENSIONALES	
Longitud en mm	Tolerancia en mm
Hasta 15	∀ 0.5
De 16 a 50	∀ 1.0
De 51 a 150	∀ 2.0
151 o mayor	∀ 3.0

3.17.2.7.2 Tolerancias de montaje

La tolerancia de las dimensiones fundamentales del conjunto montado será la suma de las tolerancias de los elementos estructurales sin sobrepasar ∀ 15 mm.

La tolerancia en el desplome de un pilar de una estructura, medido horizontalmente entre los pomos de dos pisos consecutivos, o de pisos cualesquiera, será el menor de los dos valores siguientes:

- h / 1000 Siendo h la diferencia en altura entre ellos
- 25 milímetros

La tolerancia en el desplome de una viga de canto d, medido en las secciones de apoyo, será:

- Vigas en general: d / 250
- Vigas carril: d / 500

Rectitud de pilares y de otros elementos a compresión, entre punto de restricción lateral después del montaje ∀ L/1000 (siendo L la distancia entre punto de restricción lateral).

Rectitud de las alas de vigas con respecto a la normal, entre puntos con restricción después del montaje L/1000 (siendo L la longitud entre puntos de restricción lateral).

Tolerancia en la alineación de los pilares de fachada (alineación por cara) no superará los 5 milímetros entre dos pilares consecutivos y un total de 15 milímetros para cualquier caso.

3.17.2.8 Protección contra la corrosión

La estructura que no lleve una protección especial deberá estar protegida contra la corrosión mediante la aplicación de las necesarias capas de imprimación y pintura, así como la preparación de superficie requerida.

El Contratista deberá seguir las indicaciones recogidas en el artículo 3.20 Pinturas y recubrimientos.

El color de la capa de acabado será decidido por la Dirección de Obra.

3.17.2.9 Ignifugado

Previamente a cualquier actuación de ignifugado, el Contratista comprobará que están colocados todos los soportes de tuberías, de cables eléctricos o de instrumentos, que puedan interferir en la realización del ignifugado.

Los elementos a ignifugar vendrán marcados al efecto en los Planos de estructura.

En el caso de los forjados con encofrado de chapa colaborante se deberá proteger contra el fuego la chapa inferior, o bien disponerse una armadura complementaria con los recubrimientos y espesor de capa de compresión que fije la Norma EHE.

3.17.2.10 Criterio de marcado de piezas

Todas las piezas fabricadas y transportadas a obra para su montaje deberán ir provistas de la correspondiente marca que las identifique inequívocamente respecto a los correspondientes planos de montaje.

El criterio para marcar los distintos elementos es el siguiente:

- Todas las marcas se realizarán mediante pintura en forma legible, y con un tamaño mínimo de letras y signos de 37 mm de altura.
- La primera letra será el prefijo asignado a una determinada estructura, así identificada en el plano de montaje.
- La segunda letra indicará el elemento estructural de que se trate, según la tabla adjunta:
  - "B" para perfiles laminados en vigas
  - "C" para columnas, puntales, etc., no designadas por un sistema de coordenadas en el plano de montaje. Donde se tengan coordenadas o denominación para el soporte, éstas irán marcadas en la pieza
  - "D" para arriostramientos verticales
  - "E" para pórticos transportados en una pieza
  - "G" para correas
  - "H" para colgantes
  - "K" para torres
  - "L" para jaulas de seguridad de escaleras verticales
  - "M" para calzos y materiales diversos

- "P" para chapas de suelo (lisas o lagrimadas)
- "R" para barandillas
- "S" para tirantes
- "T" para cerchas
- "X" para arriostramientos horizontales
- "BK" para tornapuntas
- "BP" para placas base o placas de apoyo
- "CS" para chapas de revestimiento
- "MB" para cabezales de hornos
- "PG" vigas armadas
- "SS" zancas de escalera
- "TB" vigas carril
- "TS" para tubuladuras en hornos

- Entre las letras indicadas en los tres primeros apartados se dispondrá un punto como separador.
- Las marcas se pintarán sobre las vigas y en el mismo lado en que se muestra en los planos de montaje.
- Tras las letras indicadas en los tres primeros apartados se dispondrá un número secuencial, cuidando que cada elevación vaya con una serie diferente (por ejemplo, el primer nivel se numerará de 101 a 199, el segundo de 201 a 299, etc.).
- Cuando una estructura tenga dimensiones en planta superiores a 30 m., se deberán delimitar subestructuras identificadas mediante sufijos.
- Todas las vigas que no sean simétricas se marcarán identificando inequívocamente la dirección de montaje (por ejemplo, indicando Norte o Este).
- En todos los elementos susceptibles de ser montados invertidos se marcará la posición correcta indicando la palabra "TOP" en el extremo superior según la posición del montaje.
- En los soportes, la marca se dispondrá en la cara exterior del ala, indicándose la posición Norte o Este.
- En arriostramientos verticales la marca se dispondrá en el extremo inferior del elemento.
- Cuando un mismo elemento estructural deba transportarse en varias piezas, cada una de ellas llevará su correspondiente marca.
- El uso de letras, coincidente con las indicadas en el tercer apartado con fines aclaratorios diferentes a los anteriores significados no está permitido.
- Todos los elementos tales como varillas, pasadores, etc., irán marcados mediante etiquetas atadas con alambre.
- Todos los tornillos, arandelas y tuercas se transportarán en paquetes específicos, debidamente etiquetados, indicando el diámetro, longitud total y roscada.
- Donde existan unidades duplicadas se usará un código de colores para distinguirlas, siempre de acuerdo a los planos de montaje. Este código de colores aparecerá en una banda de aproximadamente 3 centímetros de ancho pintado en un extremo de la pieza, cajas o embalajes.
- Los elementos que vayan a ser galvanizados se etiquetarán mediante chapas metálicas atadas con alambre, cuyas marcas sean visibles después del galvanizado.
- El contratista podrá proponer algún otro sistema de marcado que deberá ser aprobado por la Dirección de Obra.

3.17.2.11 Control de calidad

3.17.2.11.1 Inspección

Todos los materiales y trabajos de transporte cubiertos por este Pliego estarán sujetos a inspección, tanto en taller como en campo, por un Inspector cualificado y designado por la Dirección de Obra.

Sin embargo, estas inspecciones nunca servirán como justificación para eludir la responsabilidad del Contratista en cuanto a materiales, fabricación o montaje de las estructuras.

3.17.2.11.2 Control de calidad

El Contratista, previamente a cualquier otro trabajo, deberá presentar al Director de Obra un Plan de Puntos de Inspección (PPI) para su aprobación, en los que se fije la forma y número de ensayos para el control de calidad, así como las inspecciones que deben realizarse.

Al menos se inspeccionará lo siguiente:

- Determinación de la composición química del acero.
- Determinación de las propiedades mecánicas del acero.
- Comprobar que la fabricación se ajuste a las normativas vigentes y a este Pliego.
- Comprobar que las tolerancias de fabricación (y posterior montaje) son admisibles.
- Inspección de las maniobras de premontaje.
- Inspección de soldaduras:
- Inspección visual del 100% de las soldaduras
- Utilización de líquidos penetrantes o de partículas magnéticas hasta un 20% de la longitud total de los cordones en los lugares que determine la Dirección de Obra.
- Pruebas radiográficas o ultrasónicas hasta un 10% de la longitud total de los cordones en los lugares en que sea posible.

Las pruebas de utilización de líquidos penetrantes y de ultrasonidos se realizarán en función de la importancia de la unión en un porcentaje variable sobre el total de uniones que se fijará en el PPI.

En el caso en que las soldaduras no resulten satisfactorias a la vista de los ensayos realizados se procederá a repararlas, y ampliar la inspección al 100% de las soldaduras similares, sin que ello suponga un extracosto.

3.17.2.12 Medición y Abono

Las estructuras de acero se abonarán por kilogramos (kg) de acero deducidos de la medición teórica, aplicando a dicha medición el precio correspondiente. En el precio irán incluidos todos los elementos de unión y secundarios necesarios para el enlace de las distintas partes de la estructura.

Para dicha medición teórica, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- La longitud de las piezas lineales de un determinado perfil se multiplicará por el peso unitario respectivo, que se reseña en el Código técnico de edificación.
- Para el peso de las chapas se tomará como peso específico del acero el de siete kilogramos y ochocientos cincuenta gramos por decímetro cúbico (7,850 kg/dm3).

La suma de los resultados parciales obtenidos por cada pieza lineal y chapa será la medición.

Para otros perfiles especiales que pudieran emplearse, se fijarán los pesos unitarios que hayan de aplicarse mediante acuerdo entre el Contratista y el Director de la Obra.

El abono de los casquillos, tapajuntas, y demás elementos accesorios y auxiliares de montaje, se considerará incluido en el precio de la estructura.

Así mismo se considera incluida en el precio de la estructura la protección de la misma.

Los gastos de inspección radiográfica serán de cuenta del Contratista, si no se fija otra cosa en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Se encuentran igualmente incluidos en los precisos los costes

de ensayos mecánicos, de composición química, controles por líquidos penetrantes, etc. de acuerdo con las condiciones exigidas en este Pliego.

Todos los gastos de inspección y/o ensayos no destructivos serán de cuanta del Contratista.

El contratista también será responsable de efectuar todos los trámites necesarios ante la Administración a su cargo, incluyendo la realización de instancias, proyectos oficiales, OCA, etc., así como los costes y tasas por visados de dichos proyectos y cualquier otro que hubiera para legalizar las instalaciones.

3.17.3 Anclajes, marcos y elementos metálicos embebidos en obras de fábrica

3.17.3.1 Definición

Son todos aquellos elementos fabricados a partir de perfiles y chapas de acero, convenientemente elaborados mediante corte y soldadura, de acuerdo a las dimensiones especificadas en los planos de detalle, que posteriormente son colocados embebidos en elementos de hormigón armado, para servir de conexión, fijación y soporte de los mecanismos y otras disposiciones.

3.17.3.2 Ejecución

Tanto los materiales de base como los elementos de elaboración (electrodos, etc.), se ajustarán a lo dispuesto en el apartado correspondiente de este Pliego.

La colocación en obra, con anterioridad al hormigón del macizo en que quedarán embebidos, se efectuará posicionando la pieza de acuerdo con lo indicado en planos y asegurando su estabilidad durante el vertido del hormigón mediante soldadura a las armaduras o por cualquier otro medio adecuado (atado con alambre, etc.).

Todos los elementos a embeber en hormigón serán galvanizados por inmersión en caliente, asegurando un espesor de recubrimiento no inferior al especificadoen el Capítulo II de este Pliego.

En este caso se evitará durante el acopio y montaje que pueda sufrir daño el recubrimiento. En estos elementos no se efectuará soldadura en obra.

3.17.3.3 Medición y Abono

El abono se hará por aplicación del precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1 a los kg. de material realmente colocado en obra.

Este precio incluirá el suministro de acero y elementos de unión, elaborados en taller, carga, transporte, descarga y movimientos interiores, montaje, uniones atornilladas o soldadas en obra, incluso medios auxiliares mecánicos y personal necesario para su ejecución.

3.17.4 Acero en entramados metálicos antideslizantes

3.17.4.1 Definición

El entramado metálico antideslizante es de fabricación estándar industrial, al que se acopla un marco metálico y perfiles de apoyo ajustados a las dimensiones periféricas precisas en cada caso, en acero galvanizado por inmersión en caliente con la aplicación de una protección de pintura.

El Contratista presentará a la Dirección de Obra, en caso de que no esté definido en Proyecto, tres tipos de entramado metálico antideslizante de diferentes fabricantes para su elección.

La carga que debe soportar el entramado estará definida en los Planos de Proyecto y como mínimo será 500 Kg.

Si la distribución de las placas no está definida en los planos el Contratista preparará una distribución para su aceptación por la Dirección de Obra

3.17.4.2 Ejecución

Tanto la protección de galvanizado por inmersión en caliente como la pintura, se ejecutarán de acuerdo con lo establecido en el Capítulo II de este Pliego.

3.17.4.3 Medición y Abono

El abono se hará por aplicación del precio correspondiente a los metros cuadrados (m2) realmente colocados de entramado metálico, de acuerdo con la definición del Cuadro de Precios nº 1 y en el que se encontraran incluidos los elementos de sujeción.

3.17.5 Chapas estriadas antideslizantes

3.17.5.1 Definición

Las chapas estriadas antideslizantes se emplearán en plataforma o pasarelas de trabajo únicamente en el interior de los edificios y en los casos en que así se requiera en los Planos del Proyecto.

El Contratista presentará a la Dirección de Obra una distribución de las placas, con sus formas y dimensiones, para su estudio y aceptación si procede, antes de efectuar el corte del material.

3.17.5.2 Ejecución

Las chapas, se cortarán por medios mecánicos para acoplarlas a las medidas y formas requeridas en los planos de distribución.

Las cargas que debe soportar el entramado se definirán en los Planos de Proyecto.

Todo el material llegará a obra galvanizado.

Una vez montado en obra, los puntos deteriorados por golpes, soldaduras, etc., se repasarán con el mismo tipo de pinturas de imprimación para tras la adecuada limpieza proceder a la aplicación de las dos manos de acabado según se indica en el presente Pliego.

3.17.5.3 Medición y abono

El abono se hará por aplicación del precio correspondiente a los metros cuadrados (m2) realmente colocados dependiendo del espesor de la chapa, según está definido en el Cuadro de Precios n.1.

En el precio no están incluidos los trabajos correspondientes a la pintura.

3.17.6 Elementos de acero inoxidable

3.17.6.1 Definición

Se definen como elementos de acero inoxidable los fabricados a partir de perfiles, chapas y tubos de acero inoxidable elaborados mediante corte y soldadura, de acuerdo con las dimensiones y con las características especificadas en los planos de Proyecto.

3.17.6.2 Ejecución

Los materiales serán los especificados en los planos de Proyecto.

La ejecución se realizará de acuerdo con la memoria de fabricación, en la que se detallarán los procedimientos de ejecución, materiales, soldadores, etc..., etc. aprobados por la Dirección de Obra previa presentación por el Contratista. Todas las superficies vistas tendrán un acabado pasivado.

3.17.6.3 Control de calidad

El fabricante por medio de su departamento de Control de Calidad y por personal especializado aceptado por la Dirección de Obra presentará un informe de los controles realizados durante las sucesivas fases de la ejecución.

Se efectuarán los controles indicados en el apartado 3.17.2.11.

3.17.6.4 Medición y abono

El abono se hará por kilogramos (Kg.) de material realmente colocado en obra.

Este precio incluirá el suministro y elementos de unión de acero inoxidable, elaboración en taller, carga, transporte, descarga y movimientos interiores, montaje, uniones atornilladas o soldadas en obra, y todos los trabajos de acabado y limpieza, incluso medios auxiliares mecánicos, personal necesario para su ejecución.

3.17.7 Fundición

3.17.7.1 Tapas de registro y rejillas

Tendrán las características y dimensiones que figuren en los planos o, en su defecto, autorice el Director de Obra.

Los cercos de las tapas se fijarán, mediante tuerca y contratuerca, a los anclajes embebidos en la parte superior de la arqueta o pozo de registro. Se nivelarán cuidadosamente de modo que las tapas queden enrasadas con el pavimento, y posteriormente se rellenará el espacio bajo los cercos con un mortero sin retracción.

La reposición del pavimento alrededor de la tapa se hará de modo que quede perfectamente acabado contra el marco de la misma, sin dejar huecos.

Cumplirá la Norma UNE-EN 124 en cuanto a principios de construcción, ensayos de tipo, marcado y control de calidad.

3.17.7.2 Pates

Los pates se distanciarán 30 cm. y estarán 15 cm. empotrados en las fábricas, salvo indicación contraria en Planos. En obras de ladrillo se colocarán a medida que se levanta la fábrica. En obras de hormigón se colocarán, amarradas convenientemente a los encofrados, antes de verter aquél.

También podrán colocarse los pates una vez hormigonado y desencofrado el paramento de la obra de fábrica taladrando dicho paramento y colocando posteriormente el paté. El hueco existente entre este último y las paredes del taladro se rellenará con mortero de cemento.

3.17.7.3 Medición y abono

Los pates, tapas de registro y rejillas unitarias, se abonarán y medirán mediante la aplicación de los precios del Cuadro de Precios n.1, a las unidades (Ud.) realmente instaladas en obra, incluyendo todas las operaciones necesarias para su correcta colocación.

Con las mismas condiciones de correcta colocación se medirán las rejillas sumideros longitudinales, por metros lineales (ml) de canal sumidero.

3.18 IMPERMEABILIZACIONES

3.18.1 Clasificación

Entre todos los sistemas de impermeabilización existentes se pueden distinguir los siguientes:

3.18.2 Impermeabilización con siliconas

Consiste en la aplicación de dos manos de pintura especial incolora (silicona o similar) con penetración sobre un soporte de fábrica, ladrillo cara vista, bloque de hormigón, etc.

3.18.3 Impermeabilización con láminas bituminosas

Consiste en la colocación de productos prefabricados laminares constituidos por una armadura, un recubrimiento bituminoso, por ambas caras, y eventualmente, una protección.

3.18.4 Impermeabilización con láminas bituminosas y poliuretano

Consiste en la colocación de una lámina de características similares a la descrita en el punto anterior, con posterior extendido de una capa de mortero y acabado con la aplicación de una o varias manos de poliuretano líquido de dos componentes.

3.18.5 Impermeabilización con poliuretano monocomponente

Consistirá en la aplicación de una o varias manos de poliuretano monocomponente en capas de imprimación intermedia y acabado sobre una superficie (cubierta).

3.18.6 Impermeabilización con cemento especial y recubrimiento elástico

Consistirá en la colocación de una o varias capas de cemento especial y un posterior recubrimiento elástico (una mano), sobre superficies de fábrica de ladrillo u hormigón.

3.18.7 Impermeabilización con poliurea bicomponente en caliente

Consistirá en la colocación de una poliurea de dos componentes que una vez aplicada proporciona un recubrimiento impermeabilizante sin juntas para impermeabilizar aquellos lugares donde el paso continuado del agua o incluso productos químicos puede crear filtraciones

3.18.8 Condiciones generales de ejecución

Para la ejecución de impermeabilizaciones se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Tanto las características materiales como la ejecución de dichos sistemas se deberán ajustar a lo establecido en los Planos de Proyecto y/o P.P.T.P. y subsidiariamente a las especificaciones contenidas en la normativa vigente (UNE, MV-301).
- Para su instalación y/o aplicación se seguirán siempre las fichas del producto e indicaciones del fabricante en lo referente a los usos, mantenimiento, aplicación y/o colocación.
- Se comprobará que la superficie sobre la que se va a aplicar la impermeabilización esté exenta de polvo y/o materias extrañas que impidan la adherencia, y presente una humedad inferior al 5%.
- Caso de que sea necesario regularizar la superficie e impermeabilizar, se podrá utilizar mortero de cemento 1:3.

- Los productos deberán ser manejados con cuidado a fin de evitar su deterioro, y se colocarán perfectamente extendidos de modo que no se formen bolsas ni arrugas.
- En el caso de impermeabilizar un paramento horizontal que finalice en uno vertical, se proseguirá con la impermeabilización en el paramento vertical en una banda de 50 cm de ancho como mínimo.
- En el caso de impermeabilizar un paramento vertical que finalice en uno horizontal, se proseguirá con la impermeabilización en el paramento horizontal en una banda de 50 cm de ancho como mínimo.

3.18.9 Medición y abono

Las impermeabilizaciones de paramentos se medirán y abonarán por metros cuadrados (m^2) deducidos de los Planos del Proyecto. En el precio unitario se considerarán incluidos los materiales utilizados, la preparación de la superficie a tratar y cuantos trabajos sean necesarios para la completa terminación de la unidad., así como los solapes.

3.19 INYECCIONES

3.19.1 Definición y finalidad de las inyecciones

Las inyecciones, como procedimiento auxiliar de construcción, consisten en el relleno de huecos no accesibles, el espacio anular formado entre la excavación y el tubo hincado en las hincas de escudo ciego, el espacio anular formado entre la camisa metálica y el tubo interior en las hincas helicoidales, o huecos situados en el interior del terreno, o de las obras de fábrica, mediante la introducción, a través de conductos o taladros, de un producto fluido, soluciones acuosas, generalmente, de materias naturales y artificiales, productos químicos o resinas, que fraguan, gelifican, polimerizan en el interior de los huecos solidificando en mayor o menor grado.

La finalidad de las inyecciones puede ser:

- Relleno.
- La mejora de las condiciones resistentes o de la deformabilidad del medio tratado.
- La disminución de la permeabilidad.

3.19.2 Clasificación general de las inyecciones

- Según los materiales a inyectar:
  - Inyecciones de cemento.
  - Inyecciones de suspensiones de materiales térreos
  - Inyecciones químicas.
  - Inyecciones de resina.
  - Inyecciones de espumantes.
- Por la finalidad primordial que se pretende:
  - Inyecciones de relleno
  - Inyecciones de consolidación
  - Inyecciones de impermeabilización
- Por el medio a tratar:
  - Inyecciones del terreno:
    - En macizos rocosos
    - En terreno suelto
  - Hincas.
  - Inyecciones de juntas de las obras de fábrica.
  - Obras de fábrica.

3.19.3 Estudio de ejecución de las inyecciones del terreno

El estudio de la ejecución de los tratamientos del terreno constará de los siguientes capítulos.

3.19.3.1 Datos del terreno

Planos geológicos de detalle, descripción de la estructura geológica, catalogación de accidentes, litoclasas principales, roturas, fallas, cavernas. Resultados de los reconocimientos por sondeos, galerías, calicatas y pozos. Ensayos de permeabilidad. Niveles freáticos.

3.19.3.2 Esquema de taladros

- Distribución de los taladros o conductos para la inyección, situación, inclinación, profundidad y diámetro de los taladros de inyección. Determinación, en su caso, del procedimiento de perforación, a percusión o rotación.
- Fases previstas para la ejecución e inyección de los taladros. Criterios para delimitar la profundidad real de los taladros y la realización de las distintas fases sucesivas, en función de los resultados obtenidos en las fases anteriores.
- Lavado de los taladros y lavado del terreno.
- Procedimientos y posible utilización de dispersantes de la arcilla en las litoclasas.
- Pruebas de permeabilidad. Ensayos tipo Lugeon o tipo Lefranc.
- En el caso de hincas de escudo ciego, las tuberías de hormigón disponen de 3 inyectores, en una misma sección transversal, colocados a 120º por los que se realizaría la inyección.
- En el caso de las hincas helicoidales la inyección del espacio anular entre la camisa metálica y el tubo interior se realizará desde una boquilla dispuesta en la tapa de cierre de aguas abajo y se permitirá la salida del aire por medio de un respiradero colocado en la tapa de cierre de aguas arriba.

3.19.3.3 Materiales a mezclar e inyectar

- Material básico: Lechada de cemento, mortero de cemento y arena, productos químicos.
- Productos minerales de adición: Puzolanas, Kieselguhr, bentonita.
- Materiales térreos: arcillas y limos.
- Aditivos químicos, para aumentar la penetrabilidad de la mezcla y disminuir la retracción de fraguado.

3.19.3.4 Procedimiento de inyección

- Método de inyección de los taladros: en toda su longitud, por tramos en sentido ascendente o descendente.
- Método de inyección en las hincas de escudo ciego: elección del número de tubos, 3 inyectores por tubo, en los que se realizaría la inyección y elección si es necesario realizar la inyección por tramos o si se realizará en un sentido ascendente o descendente.
- Sistema de circulación de las mezclas entre la bomba y los taladros o inyectores: por simple línea, o con retorno.
- Maquinaria y equipos a emplear: tipo de bomba, mezcladora de alta turbulencia en todo caso. Obturadores, artilugios para circulación continua dentro del taladro, manómetros ordinarios y registrados.

3.19.3.5 Presiones de inyección

- Fijación de las presiones de inyección máximas admisibles en las distintas zonas y profundidades del terreno en función de la naturaleza, estructura, orientación de diaclasas y finalidad del tratamiento.
- Procedimientos de control de las presiones. Manómetros simples, manómetros registradores.
- Observación de las deformaciones producidas por las inyecciones, en el terreno y en las obras de fábrica próximas: aparatos de observación visual y de observación geodésica (nivelaciones, triangulaciones, colimación) y de auscultación en profundidad (extensómetros, péndulos, clinómetros, dilatómetros). Dispositivos para la limitación automática de las presiones en los casos que requieran especial cuidado.
- Observación de las fugas o resurgencias de inyección.

3.19.3.6 Medidas de protección respecto de la obra realizada y limpieza de los tajos.

- Se establecerán las medidas de protección de los distintos elementos de la obra ya realizados, tales como drenes en el terreno y en la obra de fábrica y conductos que pueden ser afectados por las fugas de inyección.
- Así mismo se fijará: la distancia mínima de la zona a inyectar respecto de las excavaciones con explosivos; la altura mínima de los bloques de hormigón sobre la cimentación antes de inyectar; el tiempo mínimo que debe transcurrir entre el hormigonado y las inyecciones.
- Procedimiento a seguir para la contención y retirada de la lechada o mortero de fuga, resurgencias, lavado de tuberías y máquinas y de lechadas sobrantes, así como el transporte y vertido de estos materiales residuales en los lugares autorizados.

3.19.4 Ejecución de los tratamientos de inyecciones

3.19.4.1 Taladros para inyecciones

3.19.4.1.1 Definición

Son taladros realizados en el terreno para inyectar a través de ellos lechadas, morteros o aditivos químicos para rellenos, consolidaciones, impermeabilización y/o mejoras del mismo.

3.19.4.1.2 Ejecución

Salvo autorización de la Dirección de Obra o especificación concreta del Proyecto de ejecución de las inyecciones, la perforación se realizará por percusión o rotopercusión. El empleo de la sonda se autorizará únicamente en los taladros de gran profundidad, más de veinte metros (20 m.) y en las rocas muy abrasivas en las que se haya comprobado la ineficiencia de la perforación a rotopercusión.

Todos los taladros, antes de ser inyectados, serán lavados con agua y aire a presión, con el fin de eliminar el detritus de la perforación y los materiales finos contenidos en las fisuras y oquedades del terreno, que puedan ser arrastrados por el simple efecto del agua y aire. La presión de lavado no será superior a la máxima admitida para la inyección.

En algunos casos se podrán prescribir procedimientos de lavado enérgicos, a fuerte presión y utilizando dispersantes de la arcilla, pero en estos casos se prestará especial atención en evitar dislocaciones del terreno.

Mientras se realizan las operaciones de lavado de los taladros individualmente o por grupos de taladros, se mantendrán perforados y abiertos los taladros próximos para dar fácil salida al agua sucia y evitar someter al terreno a presiones intersticiales en zonas extensas.

3.19.4.1.3 Tolerancias

La desviación máxima admitida en los taladros a percusión será el diez por ciento (10%) de su longitud. En los taladros con sonda la desviación máxima no sobrepasará el cinco por ciento (5%) de su longitud.

Los errores en la inclinación de los taladros, medida en sus dos primeros metros (2 m.) no será superior a dos grados sexagesimales (2º).

La tolerancia en la situación del emboquille del taladro será la siguiente:

- En paramentos de hormigón: cinco centímetros (0,05 m.).
- En el terreno: quince centímetros (0,15 m.).

3.19.4.2 Pruebas de permeabilidad

El estudio de ejecución de las inyecciones del terreno, fijará la frecuencia de los ensayos tipo Lugeon o presiones ascendentes de cinco y diez kilogramos por centímetro cuadrado (5 y 10 kg/cm2), y a presión de cinco kilogramos por centímetro cuadrado (5 kg/cm2) en la fase descendente de la prueba. Estas presiones se mantendrán durante cinco minutos (5 min.), una vez estabilizadas y se medirá entonces el caudal de agua que penetra en el taladro.

Los ensayos tipo Lugeon se realizarán por tramos de cinco metros (5 m.) de longitud en cada uno de los taladros elegidos para realizar estas pruebas.

En terrenos sueltos, el Proyecto de ejecución determinará los ensayos de permeabilidad tipo Lefranc o similares que será preciso realizar para determinar el coeficiente de permeabilidad del terreno antes y después de realizadas las inyecciones.

3.19.4.3 Materiales para inyectar

3.19.4.3.1 Cemento

En las inyecciones del terreno, en las hincas y en el relleno de junta de contracción de las obras de fábrica, el cemento cumplirá las siguientes condiciones:

- Finura de molido:
  - Residuo acumulado sobre el tamiz de novecientas mallas por centímetro cuadrado (900 mallas/cm2).
  - Máxima: 0,3%
  - Residuo acumulado sobre tamiz de cuatro mil novecientas mallas por centímetro cuadrado (4.900 mallas/cm2).
  - Máxima: 5.000
- Tiempo de fraguado:
  - Principio, no antes de tres horas (3 h.)
- Estabilidad de volumen:
  - Galleta de pasta pura en agua hirviendo; inalterada.
- Expansión en la prueba de la autoclave:
  - Menor de 0,5%

3.19.4.3.2 Productos de adición minerales

En las inyecciones podrán emplearse productos de adición minerales, que a continuación se indican, con el fin de mejorar la penetrabilidad de las mezclas, evitar la decantación prematura del cemento, o abaratar el material a inyectar, pero en cualquier caso será precisa la autorización de la Dirección de Obra después de realizados repetidos ensayos de laboratorio y pruebas de inyectabilidad del terreno.

Para el relleno de oquedades, cavernas, trasdoses de revestimientos de obras subterráneas e hincas:

- Arena fina (menor de 2 mm).
- Harina mineral o filler, calizo.
- Limo natural
- Arcilla (sólo en relleno de cavernas a efectos de impermeabilización).

Para el tratamiento de diaclasas, fisuras, fallas y consolidación de terrenos sueltos:

- Puzolanas naturales finamente divididas.
- Cenizas volantes.
- Tierra de diatomeas (kieselguhr).
- Bentonita.

3.19.4.3.3 Aditivos químicos en las lechadas de cemento

En la preparación de las lechadas de cemento podrán emplearse únicamente los aditivos químicos clasificados como plastificantes retardadores de fraguado, modificados con la adición de alguna sustancia que, sin perjudicar el endurecimiento de la lechada de cemento, produzca efecto expansivo de la misma en la fase de fraguado.

No se permitirá el uso de aireantes puros.

3.19.4.3.4 Lechada de cemento activada

Se definen como "lechadas de cemento activadas" las lechadas de cemento que han sido tratadas por algún procedimiento para conseguir una dispersión de las partículas del cemento a fin de obtener una lechada no miscible con el agua durante algún tiempo y que no presente apenas decantación.

La dispersión puede obtenerse:

- Por procedimientos mecánicos (tipo colgrout).
- Por aditivos químicos (tipo Prepakt).

3.19.4.3.5 Lechadas estables

Se denomina "lechada estable" la que no presenta decantación apreciable durante las operaciones de la inyección.

Las lechadas de cemento son tanto menos estables cuanto mayor es su relación agua-cemento.

En el Proyecto de ejecución de las inyecciones se indicarán los casos en que es admisible u obligado el empleo de lechadas de cemento cuya estabilidad se obtiene con la adición de silicato de sodio para compensar la disminución de rigidez provocada por la bentonita.

Asimismo, en el Proyecto de ejecución de las inyecciones se especificará el empleo de suspensión de arcilla tratada químicamente, mezclas arcilla-cemento, o de arcilla-cemento-arena.

3.19.4.4 Mezclas de inyección de cemento

Antes de iniciar los trabajos de inyección se realizarán ensayos de laboratorio para determinar los distintos tipos de mezcla a inyectar de acuerdo con las características del medio a tratar y la finalidad del tratamiento de inyecciones, el tamaño de los huecos a rellenar y su volumen, y todas las condiciones de resistencia de la lechada o mortero endurecido.

Las mezclas estudiadas en laboratorio se ajustarán a las exigencias de los trabajos de inyección, pudiendo modificarse durante la ejecución de éstos en una fase inicial de puesta a punto.

En el estudio de las lechadas tipo se fijarán las dosificaciones más convenientes de los distintos ingredientes (cemento, aditivos, agua). La relación agua-cemento será, en todo caso, la menor compatible con la penetrabilidad adecuada al medio a inyectar.

Por lo general estará comprendido entre 3/1 y 1/1 aunque podrán alcanzarse relaciones agua-cemento mayores.

Una vez montada en obra la instalación y antes de comenzar la inyección del mortero o lechada el Contratista ensayará la misma, realizando varias dosificaciones y amasadas para asegurarse del correcto funcionamiento de la misma.

En el caso de usarse la planta, ésta registrará, sobre un papel para cada amasado el tipo y peso de cada material, el número de mezcla, la fecha y la hora de descarga.

El Contratista está obligado así mismo a realizar ensayos de inyección de agua a presión en los taladros que se vayan a inyectar que designe la Dirección de Obra, realizándose de acuerdo con las especificaciones que ésta dicte.

La densidad de la lechada irá aumentando gradualmente durante la inyección de un taladro, inyector o compartimento hasta alcanzar la consistencia óptima fijada en las pruebas de inyectabilidad para la puesta a punto de los procedimientos y mezclas en cada caso particular. No obstante, se deberá empezar a inyectar lechadas de suficiente densidad para impedir un excesivo recorrido inicial de la inyección a lo largo de fisuras, diaclasas y huecos en general.

3.19.4.5 Presión de inyección

Se establece que la presión máxima admisible en la inyección del terreno o huecos es la que puede aplicarse al fluido que se inyecta sin dislocar la estructura de aquél. Depende más de la estructura del terreno que de la naturaleza de la roca.

Para determinar el valor de las presiones máximas admisibles se tendrá en cuenta la experiencia obtenida en tratamientos similares de otras obras, pero en todo caso, los trabajos de inyección se iniciarán con límites bajos que podrán aumentar a la vista de los resultados obtenidos.

3.19.4.6 Precauciones, vigilancia y control en los trabajos de inyección

La vigilancia durante las operaciones de inyección deberá ser minuciosa y permanente, debiendo abarcar los siguientes aspectos:

- Fugas de lechada

La vigilancia de fugas de lechada abarcará a zonas suficientemente alejadas del punto de inyección. Si la fuga no es importante, puede continuarse la inyección e intentar taponarla, pero si es grande y no es posible el taponamiento deberá paralizarse la inyección. En estos casos es aconsejable aumentar la densidad de la lechada antes de paralizar la inyección.

En la inyección de macizos rocosos no kársticos, una admisión de cemento superior a quinientos kilogramos (500 kg) por metro lineal de taladro es sospechosa de fugas ocultas o de extensión excesiva de la lechada.

- Comunicación de lechadas entre taladros o inyectores

Debe tomarse nota de todas las comunicaciones de lechada que se observen entre taladros o inyectores durante la inyección, anotándose el número del taladro por el que se inyecta, el de los comunicados y la presión de inyección en el momento de producirse la comunicación.

- Datos de inyección

De cada uno de los taladros o inyectores y de los tramos en que se hayan inyectado, además de la fecha, hora y localización del taladro y tramo del mismo, se registrarán los datos siguientes:

Dosificaciones y densidades iniciales y finales. Cantidad de cemento y demás materiales secos consumidos en total y la cantidad neta realmente inyectada en el terreno o en los huecos, deducidos los volúmenes correspondientes al llenado del propio taladro o inyector, de las tuberías de circulación de la lechada, así como las pérdidas por fugas y escapes en el cambio de inyección de uno a otro punto.

Se calcularán y se registrarán las admisiones específicas de cemento por metro de taladro y por metro cúbico de terreno tratado, mientras que en el caso de las hincas se registrarán las toneladas de lechada admitidas por metro lineal de hinca tratada.

3.19.4.7 Maquinaria y equipos para las inyecciones

Previamente a la instalación en obra de los equipos de inyección el Contratista deberá someter a la aprobación de la Dirección de Obra, la cantidad y características de los equipos que el Contratista propone para la realización del trabajo. La información suministrada deberá incluir la descripción detallada de la maquinaria a emplear, rendimientos prácticos, ubicación de la instalación y dotación humana de los equipos. La Dirección de Obra dará, en su caso, la conformidad por escrito.

Todo equipo usado en la mezcla, e inyección del mortero o lechada de cemento, será de cuenta del Contratista, quién lo mantendrá en todo momento en perfectas condiciones para su uso.

El equipo mínimo puesto en obra por cada grupo de inyección deberá constar de:

- Bomba de inyección capaz de operar a las presiones exigidas y adecuadas al caudal máximo a inyectar por equipo.
- Las bombas de inyección de tipo de pistón serán de doble cilindro como mínimo. Podrán ser accionadas por aire comprimido, o por motores eléctricos o de combustión. Para la inyección a alta presión y con escaso caudal de admisión del taladro, son adecuadas las bombas de tornillo sin fin, o de rotores. Para la inyección a baja presión y grandes caudales, podrán utilizarse las bombas centrífugas.
- Las máquinas de inyectar tipo gunitadora o cañón de aire comprimido, sólo se emplearán para el relleno de mortero o de lechada de cemento a muy baja presión, en huecos de tamaño grande (por lo menos de varios centímetros de abertura).
- Mezcladora de alta turbulencia situada junto a la bomba de inyección. En el caso de que se empleen bombas intermedias para el transporte deberá colocarse el agitador de alta turbulencia al final de la tubería de transporte junto a la bomba de inyección.
- Tolvas de alimentación de cemento, y de arena, en su caso, provistas de rejillas finas para impedir la entrada en la mezcladora, de cuerpos extraños, grumos o materiales de grueso tamaño.
- Dosificadores o contenedores de agua para controlar la relación agua/cemento de las mezclas con error menor del dos por ciento (2%). En el caso de utilizar contadores éstos serán del tipo integrador para conocer el consumo total de agua.

Se recomienda que la dosificación de los materiales que constituyen la lechada o mortero de cemento se realice mediante una planta automática capaz de determinar y controlar las cantidades de materiales que entren en cada amasada. Esta se mezcla en la planta y se bombea a los distintos equipos de inyección donde se agita de nuevo antes de inyectarla.

Todos los materiales constituyentes de la lechada o mortero se medirán en básculas distintas y siempre por peso.

Las tolerancias en peso serán las siguientes:

- Cemento: $\pm$ 1% (uno por ciento)
- Árido: $\pm$ 2% (dos por ciento)
- Aditivo: $\pm$ 3% (tres por ciento)

En la cantidad de agua considerada en la dosificación de la lechada o mortero, se tendrá en cuenta el agua añadida directamente a la mezcla, el agua de los aditivos líquidos y el agua que acompaña a los áridos.

Manómetros para controlar la presión de inyección de calidad reconocida y que se comprobarán y tararán periódicamente. Los manómetros dispondrán de una membrana de protección que impida el contacto directo con la lechada o mortero de cemento.

Por lo menos se colocarán dos manómetros, uno a la salida de la bomba y otro en la boca del taladro o inyector que se inyecta.

El Contratista dispondrá de manómetros de reserva en la obra para sustituir los averiados y los que ofrezcan dudas en cuanto a su exactitud.

Dispositivos obturadores de taladro o de inyectores, cabezales y demás accesorios para realizar las inyecciones. Serán de tipos y calidades sancionados por la práctica, y sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra.

El Contratista deberá disponer los medios necesarios para evacuar los residuos de la lechada procedentes de fugas, escapes, limpiezas de conducciones y el detritus de perforación debiendo evitar que estos residuos se decanten en el suelo del tajo de trabajo, en cuyo caso habrán de ser eliminados a su costa.

El detritus de perforación, lavado del terreno o de taladros y los residuos de lechada serán canalizados hasta lugares donde puedan ser vertidos, previamente autorizados por la Dirección de Obra.

3.19.5 Inyecciones en túnel o galería

Las inyecciones en túnel o galería se efectuarán en dos fases generalizadas, con una tercera en puntos localizados, si fuese necesario.

En las inyecciones de la primera fase, las perforaciones atravesarán todo el revestimiento de hormigón de la conducción y de los manguitos o revestimientos cobertores si lo hubiese dentro del túnel, profundizando 5 cm. en el terreno.

Para esta primera fase se efectuarán series de taladros cada diez metros (10 m.). Cada serie se aplicará a una sección transversal de túnel y constará de tres taladros, situando uno de ellos en clave y los otros dos a noventa grados sexagesimales (90ᵍ) de aquél.

Se inyectarán en los taladros inferiores morteros de 600 kg. de cemento por m3 de arena hasta alcanzar y mantener durante diez minutos (10 min.) seguidos una presión de 0,75 kilopondios por cm2. Si a juicio de la Dirección de obra las presiones previstas se alcanzasen rápidamente, se efectuará una segunda inyección de lechada hasta alcanzar, y mantener durante diez minutos (10 min.) seguidos, una presión de 1,50 kilopondios por cm2.

Después de inyectados los taladros inferiores se inyectará el taladro de clave, con mortero de cuatrocientos kilogramos (400 kg.) de cemento por m3 de arena, hasta alcanzar y mantener durante diez minutos (10 min.) seguidos una presión de 3/4 de kilopondio por cm2.

Si a juicio de la Dirección de Obra, las presiones previstas se alcanzasen rápidamente, se efectuará una segunda inyección de lechada de cemento hasta alcanzar y mantener durante diez minutos (10 min.) seguidos una presión de 1,5 kilopondios por cm2.

En las inyecciones de la segunda fase las perforaciones atravesarán todo el revestimiento de hormigón y profundizarán en el terreno un metro cincuenta centímetros (1,50 m.).

Para esta segunda fase se efectuarán series de taladros de diez metros (10 m.). Cada serie se aplicará a una sección transversal del túnel que constará de cinco taladros, situando uno de ellos en clave y los otros cuatro formarán ángulos de 45 y 135 grados sexagesimales con la alineación del primer taladro.

Estas secciones de inyección se intercalarán entre las de primera fase a distancias equidistantes entre ellas.

Se empezará inyectando lechada por los taladros inferiores con una dosificación de partida, de una parte de agua por dos de cemento (A/C = 1/2), hasta alcanzar y mantener durante diez minutos seguidos, una presión de 2,5 kilopondios por cm2. A continuación se inyectará el taladro de clave en las mismas condiciones que las anteriores.

La dosificación de partida podrá dosificarse según la capacidad de absorción de material en cada taladro, siguiendo las instrucciones de la Dirección de Obra.

En los puntos en que existan filtraciones de agua, se efectuará una tercera fase de inyecciones de impermeabilización. En estos puntos se efectuará un mínimo de dos taladros, que atravesarán todo el revestimiento de hormigón sin llegar a profundizar en el terreno. Uno de los taladros se situará en el centro estimado del área de filtración, y el otro en el punto superior estimado de dicha área y a distancia no menos de treinta centímetros (30 cm.) del primero. Se aplicará el proceso de inyección prescrito para los taladros verticales de la primera fase.

En los tramos del túnel en los que exista sostenimiento previo estructural continuo de hormigón o metálico, las inyecciones de la segunda fase se iniciarán en cada perforación con una lechada fluida (una parte de cemento por una de agua), que se mantendrá durante quince minutos (15 min.) seguidos, una vez que se haya alcanzado una presión de dos kilopondios por cm2. En esta primera operación la boca del tubo o lanza de inyección no alcanzará la zona de contacto entre los dos revestimientos. Seguidamente continuará el proceso generalizado establecido para la inyección de segunda fase.

Completada la campaña de inyecciones, se hormigonarán los taladros y parte de taladros efectuados en hormigón.

Para todas las fases, la relación agua-cemento se regulará de manera que no se comuniquen taladros entre sí más de treinta metros (30 m.). Cuando en dos secciones consecutivas de inyección no se registre ninguna comunicación, se intercalará otra sección intermedia.

Las inyecciones en cada taladro se efectuarán de modo continuo hasta su conclusión. En otro caso se efectuará otro taladro a una distancia de treinta centímetros (30 cm.) del primero, retrocediendo en la dirección del eje del túnel hacia el origen de la campaña de inyecciones.

El procedimiento de inyección será con circuito de retorno, que deberá estar perfectamente montado antes de empezar las inyecciones.

Las presiones se medirán en boca de taladro.

La inyección de 1ª Fase se ejecutará después de pasados, como mínimo, quince días desde la ejecución del hormigonado de revestimiento definitivo en la sección a inyectar.

Igual o superior plazo existirá entre la ejecución de las inyecciones de 1ª y 2ª Fase.

La separación entre secciones de taladros, disposición y longitud de los mismos, los materiales y presiones de inyección para la 1ª y 2ª Fase especificadas en este punto, será de aplicación salvo modificación expresa en el P.P.T.P. Asimismo, la Dirección de Obra podrá modificar cualquiera de los anteriores conceptos durante la ejecución de los trabajos, a la vista de las características particulares del terreno.

3.19.6 Inyecciones en hincas

Las inyecciones en las hincas, tal y como se ha mencionado anteriormente, se dividen principalmente en dos tipos:

- Inyección en el espacio anular formado entre la excavación y el tubo hincado en las hincas de escudo ciego.
- Inyección en el espacio anular formado entre la camisa metálica y el tubo interior en las hincas helicoidales.

En las hincas de escudo ciego los inyectores atraviesan el espesor del tubo en su totalidad y están dispuestos, dentro de una misma sección del tubo, a 120º.

Este tipo de inyecciones se puede dividir en dos fases bien diferenciadas:

- Las inyecciones se comenzarán una vez terminada la ejecución de la hinca y por el inyector superior. Durante la inyección por el inyector superior, el resto de inyectores deberán estar abiertos. La inyección por el inyector superior durará hasta que empiece a salir la lechada por el resto de orificios.
- A partir del momento que ha empezado a salir la lechada por los otros dos inyectores se procederá a cerrar el inyector superior y a seguir inyectando por los otros dos inyectores hasta que no se admita más lechada.

En las hincas helicoidales la inyección se realiza en una única fase:

- En el caso de las hincas helicoidales la inyección se realizará desde una boquilla dispuesta en la tapa de cierre, de aguas abajo, del espacio anular entre la camisa metálica y el tubo interior. Antes de iniciar la inyección hay que colocar la tapa de cierre del espacio anular de aguas arriba y hay que asegurarse que se permite la salida del aire acumulado entre la camisa y el tubo interior mientras se realiza la inyección. La inyección terminará cuando por el orificio de salida de aire ya no sale aire si no que ya sale parte de la lechada inyectada.

Las inyecciones, en las hincas de escudo ciego, se realizarán con una dosificación de partida de una parte de agua por una de cemento (A/C = 1/1) y terminarán con una dosificación de partida de una parte de agua por dos de cemento (A/C = 1/2).

La citada dosificación podrá y deberá ajustarse según la capacidad de absorción del medio receptor, siguiendo las instrucciones de la Dirección de Obra.

Por otro lado, en el caso de las inyecciones en las hincas helicoidales la dosificación de la lechada deberá ser una parte de agua por dos de cemento (A/C = 1/2).

3.19.7 Medición y Abono

La medición y abono se realizará por metro lineal de perforación para inyección en hormigón o en roca, por tonelada de cemento realmente inyectada en lechada o mortero, y por suplemento en empleo de aditivos para inyecciones cuando sea necesario, a los precios correspondientes del Cuadro de Precios.

Por otra parte, en el caso de las inyecciones en las hincas de escudo ciego y helicoidales se abonarán por tonelada de lechada o de mortero de cemento realmente inyectada, y por suplemento en empleo de aditivos para inyecciones cuando sea necesario, a los precios correspondientes del Cuadro de Precios.

Únicamente serán de abono el mortero y la lechada que queden inyectados. Los materiales que se pierdan por obstrucción al tener que lavar la tubería o las máquinas de inyección, no serán de abono. Tampoco serán de abono la lechada o mortero que, una vez inyectados, se escapen en el interior del túnel o de la tubería.

Están incluidos en los precios de las inyecciones, la limpieza en el túnel, tubería o galería de todos los residuos producidos por la inyección al finalizar los trabajos, o cuantas veces sea necesaria dicha limpieza, a juicio de la Dirección de Obra.

3.20 PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS

3.20.1 Ejecución

Estas unidades de obra se ejecutarán de acuerdo con lo dispuesto en el CTE.

En los planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se definirán las superficies a pintar y/o revestir, así como el tipo de pintura o revestimiento.

3.20.1.1 Preparación de superficies

Antes de aplicar el recubrimiento se deberá preparar las superficies para dar cumplimiento a los siguientes objetivos:

- Remover todos los contaminantes visibles y no visibles.
- Eliminar las imperfecciones que producen aristas y vértices agudos.
- Obtener en los aceros nuevos un perfil de anclaje que asegure la buena adherencia mecánica del recubrimiento sobre la superficie protegida.

El método de limpieza utilizado deberá cumplir la legislación ambiental vigente y las especificaciones que el CABB adopte al respecto.

A continuación, se describen los principales métodos de limpieza y preparación de superficies a pintar:

- Limpieza química: El método SSPC-SP 1 o equivalente se utilizará para la eliminación preliminar de contaminantes como aceite, grasa, crudo u otros químicos que se encuentren sobre la superficie a tratar antes de iniciar la operación de limpieza con chorro abrasivo seco. Los productos desengrasantes que se utilicen para la limpieza química mediante el método SSPC-SP 1 o equivalente deberán ser biodegradables.
- Limpieza con herramienta manual: El método SSPC-SP 2 o equivalente se utilizará para la limpiar pequeñas áreas donde se tengan que eliminar el óxido, las escamas y los restos de soldadura y pintura en mal estado. Se deberá garantizar que los materiales de las herramientas no contaminen con residuos las superficies a limpiar.
- Limpieza con herramienta mecánica: Este método se utilizará en áreas de tamaño regular donde se tengan que eliminar el óxido, las escamas y los restos de soldadura y pintura en mal estado. Para esta limpieza se utilizarán cardas, cepillos, esmeriles o cualquier otra herramienta neumática, eléctrica o de trasmisión neumática. Se deberá tener cuidado de no disminuir la sección del perfil por un uso excesivo de este tipo de herramientas. La calidad de la limpieza por este método deberá ser igual a la indicada en el método SSPC-SP 3 o equivalente.
- Limpieza con chorro abrasivo: De acuerdo con la norma ISO se deberá alcanzar un grado de limpieza de superficie Sa 2 ½, cuya descripción consiste en eliminar contaminantes hasta que un 95% de una superficie de 56,25 cm2 (7,5 x 7,5 cm) esté libre de corrosión visible, escama de laminación, pintura y material extraño. El método de limpieza con chorro de arena o abrasivo a presión seco, ISO 8504, se aplicará en superficies de acero. El control de calidad de los abrasivos no metálicos empleados en la limpieza metálica deberán realizarse conforme a la ISO 11126 antes del inicio de su aplicación.

3.20.1.2 Recubrimientos galvanizados en caliente

Como norma general las estructuras de perfiles laminados tendrán una protección que consistirá en un recubrimiento galvanizado en caliente.

Todas las estructuras metálicas, y que no se hayan previsto en AISI 316L, incluyendo escaleras, plataformas de trámex de seguridad, etc. serán atornilladas y galvanizadas en caliente.

La norma que se aplicará será la ISO 1461:2010.

El recubrimiento medio mínimo será de 85 micras para una masa del recubrimiento mínima de 610 gr/m^2, para muestras sin centrifugar.

El recubrimiento medio mínimo estará comprendido entre 45 y 55 micras para una masa del recubrimiento mínimo de 395 y 325 gr/m^2 para muestras centrifugadas y piezas con roscas entre 6 y 20 milímetros o más de diámetro.

Si fuera necesario utilizar soldadura en las estructuras, será bajo la supervisión de la Dirección de Obra y como consecuencia de alguna circunstancia extraordinaria.

En tal caso se usará un revestimiento protector electroquímico a base de epoxi-cinc tras un adecuado tratamiento mecánico de limpieza del cordón de soldadura.

3.20.1.3 Pinturas anticorrosivas

En este apartado se describen las principales características y aspectos que se deben tener en cuenta a la hora de aplicar este tipo de pinturas.

Cualquier desviación del procedimiento o del material comprendidos en este artículo deberán ser aprobados por la Dirección de Obra.

La normativa aplicable será la ISO 12944-1-8:2018. Pinturas y barnices. Protección anticorrosiva de estructuras de acero por sistemas de pintura protectora.

Los recubrimientos anticorrosivos se realizarán con pinturas que no contengan pigmentos tóxicos con plomo o cromatos, que el punto de inflamación esté por encima de 21º y cuyo contenido de Compuestos Orgánicos Volátiles no sea superior a 33 kg/l.

Al igual que el caso del apartado anterior de Preparación de las superficies, la pintura anticorrosiva utilizada deberá cumplir la legislación ambiental vigente y las especificaciones que el CABB adopte al respecto.

Se iniciará el pintado de la estructura metálica una vez finalizada la limpieza de las superficies a recubrir.

La aplicación del recubrimiento no deberá superar las 4 horas cuando la superficie se encuentre en ambiente seco; si el ambiente es húmedo, el recubrimiento se deberá aplicar en el menor tiempo posible, dado que a mayor humedad más rápido se oxida la superficie. No se realizarán trabajos de limpieza ante una humedad relativa mayor de 85%.

3.20.2 Control de calidad

Una vez terminado la aplicación de la pintura y finalizado el periodo de secado y curado, el contratista efectuará las pruebas de adhesión aplicando el procedimiento A del método ASTM D-3359 o equivalente, la determinación de sólidos en volumen aplicando el método ASTM D2697 o equivalente y la determinación de la resistencia al intemperismo según el método ASRTM D-154 última revisión o equivalente.

La medición de espesores se deberá realizar en película seca aplicando el método establecido en la norma ISO 2366.

La evaluación de las pruebas y los criterios de aceptación estarán basados en las normas ASTM y serán aprobados por la Dirección de Obra.

El contratista no podrá efectuar ningún trabajo de limpieza de superficie con chorro abrasivo seco ni aplicación de recubrimiento, si la temperatura de la superficie no se encuentra por lo menos 3º C arriba del punto de rocío.

3.20.3 Medición y abono

Salvo especificación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares estas unidades se medirán y abonarán por metros cuadrados (m^2) de superficie, a los precios que figuren en el Cuadro de Precios.

En los precios se incluyen todas las operaciones, materiales y medios auxiliares precisos para la completa ejecución de la unidad de obra, incluyendo la preparación de las superficies (limpieza, chorreado, emplastecido, lijado, etc.), reparación de defectos, etc.

Esta unidad no será de abono cuando está incluida en el precio del elemento a pintar o revestir.

El Contratista habrá de presentar con anterioridad a la ejecución de las unidades de obra comprendidas en este artículo, muestras de los materiales que pretenda utilizar que, una vez aprobadas por la Dirección de la Obra, podrán ser empleados ateniéndose a las normas que ésta indicase en cada caso, sin que se motive más abono que el resultante de aplicar a la medición de las mismas de que se trate, según su definición en el Cuadro de Precios nº 1, el precio correspondiente.

3.21 PAVIMENTACIONES

3.21.1 Consideraciones generales

Para la reparación y/o reposición del pavimento en aquellas zonas urbanizadas que son afectadas por las obras, se utilizarán las unidades de obra de este apartado que correspondan, según las características de aquél, en la forma y dimensiones que se definen en los planos del Proyecto y/o Replanteo o según lo que determine para cada caso la Dirección de Obra.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias definidas en dichos planos o P.P.T.P. serán reparadas por el Contratista sin que tenga derecho a abono suplementario alguno por este concepto.

3.21.2 Capas granulares

3.21.2.1 Sub-bases granulares

3.21.2.1.1 Definición

Se define como sub-base granular la capa de material granular situada entre la base del firme y la explanada o capa anticontaminante.

3.21.2.1.2 Ejecución de las Obras

Para la ejecución de esta unidad de obra, el Contratista deberá ajustarse a las prescripciones que, al efecto, se incluyen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) art. 500.3 a 500.5.

3.21.2.1.3 Control de calidad

Antes de la ejecución:

El Contratista propondrá a la Dirección de Obra para su aprobación, la localización de yacimientos, acompañando cantidad suficiente de ensayos para demostrar su idoneidad y cubicación de cada yacimiento.

Los ensayos deberán estar realizados de acuerdo con las siguiente Normas:

- Granulometría (NLT-150/89)
- Límite líquido UNE 103103
- Límite plástico UNE 103104
- Equivalente de arena UNE 103109
- Próctor modificado UNE103105
- Los Ángeles (NLT-149/91)
- Estabilidad a los sulfatos sódico o magnésico (NLT-158/94)

Durante la ejecución:

Por cada quinientos metros cúbicos (500 m3) o fracción de material, serán exigibles:

- 1 Granulométrico (NLT-150/89
- 1 Límite líquido UNE 103103
- 1 Límite plástico UNE 103104
- 1 Próctor modificado UNE 103501
- 1 C.B.R. (tres puntos) UNE 103502

Por cada mil metros cuadrados (125 m3) o fracción de capa colocada, serán exigibles:

- 1 Densidad y humedad in situ (ASTM D 3017)

3.21.2.1.4 Medición y Abono

La sub-base granular se abonará por aplicación del precio correspondiente a los metros cúbicos (m^3) deducidos de las secciones tipo de los Planos del Proyecto, con las limitaciones máximas a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

La preparación de la superficie de la explanada o capa anticontaminante se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente al relleno compactado a cielo abierto o en zanja y, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto.

3.21.2.2 Bases granulares

3.21.2.2.1 Definición

Se define como base granular la capa de firme situada inmediatamente debajo de la mezcla bituminosa en caliente o del simple o doble tratamiento superficial y sobre la sub-base granular.

3.21.2.2.2 Ejecución de las obras

Para la ejecución de esta unidad de obra el Contratista deberá ajustarse a las prescripciones que, al efecto, se incluyen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) artículos 501.3 a 501.5.

3.21.2.2.3 Control de calidad

Antes de la ejecución:

El contratista propondrá a la Dirección de Obra para su aprobación, la localización de yacimientos, acompañando cantidad suficiente de ensayos para demostrar su idoneidad y cubicación de cada yacimiento. Los ensayos deberán estar realizados de acuerdo con las siguientes Normas:

- Granulométrico (NLT-150/89
- Límite líquido UNE 103103
- Límite Plástico UNE 103104
- Equivalente de arena UNE 103109
- Los Ángeles (NLT-149/91
- Estabilidad a los sulfatos sódico o magnésico (NLT-158/94)

Durante la ejecución:

Por cada quinientos metros cúbicos (500 m3) o fracción serán exigibles:

- 1 Granulométrico (NLT-150/89)
- 1 Límite líquido UNE 103103
- 1 Límite plástico UNE 103104
- 2 Equivalentes de arena UNE 103109
- 1 C.B.R. UNE 103502

Por cada mil metros cuadrados (125 m3) o fracción de capa colocada, serán exigibles:

- 1 Densidad y humedad in situ (ASTM D 3017)

3.21.2.2.4 Medición y Abono

La base granular se abonará por aplicación de los precios correspondientes a los metros cúbicos (m^3) deducidos de las secciones tipo de los Planos del Proyecto con las limitaciones máximas a efectos de abono que, se establecen en ellos o en el P.P.T.P.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias antedichas, serán corregidas por el Contratista sin que les sean de abono.

3.21.2.3 Base de macadam

3.21.2.3.1 Definición

Se define como macadam el firme constituido por un conjunto de áridos de granulometría discontinua, que se obtiene extendiendo y compactando un árido grueso cuyos huecos se rellenan con un árido fino, llamado recebo.

3.21.2.3.2 Ejecución de las obras

Tanto en lo referente a los materiales a emplear como a la ejecución de las obras se seguirán las prescripciones incluidas en el PG-3. art. 502.3 a 502.5

3.21.2.3.3 Control de calidad

Antes de la ejecución:

El Contratista propondrá a la Dirección de Obra para su aprobación, la localización de yacimientos, acompañando cantidad suficiente de ensayos para demostrar su idoneidad y cubicación de cada yacimiento. Los ensayos deberán estar realizados de acuerdo con las siguientes Normas:

- Árido Grueso:
  - Granulométrico (NLT-150/89)
  - Los Ángeles (NLT-149/91)
  - Estabilidad a los sulfatos sódico o magnésico (NLT-158/94)
- Recebo:
  - Granulométrico (NLT-150/89)
  - Límite líquido (UNE 103103)
  - Límite plástico (UNE 103104)
  - Equivalente de arena (UNE 103109)

Durante la ejecución:

Por cada quinientos metros cúbicos (500 m3) o fracción, serán exigibles:

- 1 Granulométrico (NLT-150/89)
- 1 Límite líquido (UNE 103103)
- 1 Límite plástico (UNE 103104)
- 2 Equivalente de arena (UNE 103109)
- 1 C.B.R. (UNE 103502)

Por cada mil metros cuadrados (125 m3) o fracción de capa colocada, serán exigibles:

1 Densidad y humedad in situ (ASTM D 3017)

3.21.2.3.4 Medición y Abono

El macadam se abonará mediante la aplicación del precio correspondiente a los metros cúbicos (m^3) deducidos de las secciones tipo de los planos del Proyecto, con las limitaciones máximas que a efectos de abono se establezcan en ellos en el P.P.T.P.

3.21.3 Riegos asfalticos

3.21.3.1 Riegos de imprimación

3.21.3.1.1 Definición

Se define como riego de imprimación la aplicación de un ligante bituminoso sobre una capa no bituminosa, previamente a la extensión sobre ésta de una capa bituminosa.

3.21.3.1.2 Ejecución de las obras

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie existente.
- Aplicación del ligante bituminoso.
- Eventual extensión de un árido de cobertura.

Se realizará según las directrices del art. 530.5 del PG-3 y con las limitaciones del art. 530.6 del mismo Pliego, empleando una maquinaria que cumpla las condiciones del Art. 530.4 del PG-3.

3.21.3.1.3 Control de calidad

Durante la ejecución serán exigibles, por cada diez toneladas (10 t.), los mismos ensayos que los indicados para los betunes fluidificados.

3.21.3.1.4 Medición y Abono

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente, y, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto.

El abono del riego como tal, se encuentra incluido en el del aglomerado asfáltico, y por lo tanto no procede su abono por separado.

3.21.3.2 Riego de adherencia

3.21.3.2.1 Definición

Se define como riego de adherencia la aplicación de un ligante bituminoso sobre una capa bituminosa previamente a la extensión, sobre ésta, de otra capa bituminosa.

3.21.3.2.2 Ejecución de las obras

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie existente.
- Aplicación del ligante bituminoso.

Los equipos empleados se ajustarán a lo establecido en el Art. 531.4 del PG-3.

En la ejecución se seguirá lo expuesto en el Art. 531.5 del PG-3 con las limitaciones del art. 531.6 del mismo PG-3.

3.21.3.2.3 Control de calidad

Durante la ejecución serán exigibles por cada diez toneladas (10 t.), los mismos ensayos que los indicados para los betunes fluidificados.

3.21.3.2.4 Medición y abono

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente; y, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto.

El abono del riego como tal se encuentra incluido en el del aglomerado asfáltico, y por tanto no procede su abono por separado

3.21.4 Tratamientos superficiales

3.21.4.1 Definición

La aplicación consecutiva de dos simples tratamientos superficiales, en general de distintas características, se denomina doble tratamiento superficial, definiéndose como simple tratamiento superficial la aplicación de un ligante bituminoso sobre una superficie seguida de la extensión y apisonado de una capa de árido.

3.21.4.2 Ejecución de las obras

Tanto en lo referente a los materiales a emplear como a la ejecución de las obras, se seguirán las Prescripciones incluidas en el PG-3. Se atendrá a las prescripciones del Art.532.5 y las limitaciones del Art. 532.6 del PG-3.

3.21.4.3 Control de calidad

Antes de la ejecución:

El Contratista propondrá a la Dirección de Obra para su aprobación la localización de yacimientos, acompañando cantidad suficiente de ensayos para demostrar su idoneidad y cubicación de cada yacimiento. Los ensayos deberán estar realizados de acuerdo con las siguientes Normas:

- Áridos:
  - Granulométrico (NLT-150/89)
  - Adhesividad (NLT-166/92)
  - Los Ángeles (NLT-149/91)
  - Equivalente de arena (UNE 103109)
  - Estabilidad a los sulfatos sódico o magnésico (NLT-158/94)

Durante la ejecución serán exigibles:

- Áridos:

Por cada veinticinco metros cúbicos (25 m3) o fracción:

- 1 Granulométrico (NLT-150/89)
- 1 Equivalente de arena (UNE 103109)

- Betunes fluidificados:

Por cada diez toneladas (10 t.), serán exigibles los mismos ensayos que los indicados para los betunes fluidificados.

3.21.4.4 Medición y Abono

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente, y, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto.

El simple y doble tratamiento superficial se abonará por aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cuadrados (m^2) deducidos de las secciones tipo de los planos del Proyecto, con las limitaciones máximas a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

3.21.5 Mezclas bituminosas

3.21.5.1 Mezclas bituminosas en frío

3.21.5.1.1 Definición

Se define como mezcla bituminosa en frío la combinación de áridos y un ligante bituminoso, para realizar la cual no es preciso calentar previamente los áridos. La mezcla se extenderá y compactará a la temperatura ambiente.

3.21.5.1.2 Ejecución de las obras

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla.
- Fabricación de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo propuesta
- Transporte de la mezcla al lugar de empleo.
- Extensión y compactación de la mezcla.

Los equipos e instalaciones empleados se atendrán a lo prescrito en el Art. a 541.4 del PG-3.

La ejecución se realizará según lo especificado en el art. 541.5 del PG-3.

3.21.5.1.3 Control de calidad

Antes de la ejecución:

El Contratista propondrá a la Dirección de Obra para su aprobación la localización de yacimientos, acompañando cantidad suficiente de ensayos para demostrar su idoneidad y cubicación de cada yacimiento.

Los ensayos deberán estar realizados de acuerdo con las siguientes Normas:

- Áridos grueso y fino:
  - Los Ángeles (NLT - 149/91)
  - Estabilidad a los sulfatos sódico y magnésico (NLT - 158/94)

- Granulométrico (NLT - 150/89)
- Equivalente de arena UNE 103109
- Coeficiente de pulido acelerado (normas NLT -174/93 y NLT 175/98)
- Índice de lajas (NLT - 354/91)
- Adhesividad árido grueso (NLT - 166/92, NLT - 162/84)
- Adhesividad árido fino (NLT - 162/84, NTL - 355/93)

- Filler:

  - Coeficiente de emulsibilidad (NLT - 180/93)
  - Densidad aparente mediante sedimentación en tolueno (NLT - 176/92)

Durante la ejecución, serán exigibles:

- Áridos:

Por cada cincuenta metros cúbicos (50 m3) o fracción:

- 1 Granulométrico (NLT - 150/89)
- 1 Equivalente de arena (NLT - 103/09)

- Betunes fluidificados:

  - 1 Destilación (NLT - 134/99)
  - 1 Viscosidad (NLT - 133/99)

- 1 Penetración (NLT - 124/99)

Por cada 700 T extendidas o por cada jornada de trabajo:

- 1 Granulométrico (NLT - 165/90
- 1 Proporción de ligante (NLT - 164/90)
- 1 Marshall (NLT - 159/86)

3.21.5.1.4 Medición y Abono

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto.

La fabricación y puesta en obra de las mezclas bituminosas en frío se abonará mediante la aplicación del precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cuadrados (m2) en función de su espesor deducidos de las dimensiones definidas en los Planos del Proyecto con las limitaciones máximas a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

3.21.5.2 Mezclas bituminosas en caliente

3.21.5.2.1 Definición

Se define como mezcla bituminosa en caliente la combinación de áridos y un ligante bituminoso, para realizar la cual es preciso calentar previamente los áridos y el ligante. La mezcla se extenderá y compactará a temperatura superior a la del ambiente.

3.21.5.2.2 Ejecución de las obras

Su ejecución incluye las operaciones siguientes;

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.

- Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla.
- Fabricación de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo propuesta.
- Transporte de la mezcla al lugar de empleo.
- Extensión y compactación de la mezcla.

Los equipos e instalaciones empleados cumplirán con el Art. 542.4 del PG-3.

Para la ejecución se seguirá lo expuesto en los art. 542.5 a 542.7, con las limitaciones del art. 542.8 del PG-3.

3.21.5.2.3 Control de calidad

Antes de la ejecución:

El Contratista propondrá a la Dirección de Obra para su aprobación la localización de yacimientos, debiendo acompañar cantidad suficiente de ensayos para demostrar su idoneidad y cubicación de cada yacimiento. Los ensayos deberán estar realizados de acuerdo con las siguientes Normas:

- Áridos grueso y fino:
  - Granulométrico (NLT-150/89)
  - Adhesividad árido grueso (NLT-166/92NLT-162/84)
  - Adhesividad árido fino (NLT-162/84NLT-355/93)
  - Equivalente de arena UNE 103109
  - Los Ángeles (NLT-149/91)
  - Estabilidad a los sulfatos sódico y magnésico (NLT-158/94)
  - Coeficiente de pulido acelerado (NLT-174/93NLT-175/98)
  - Índice de lajas (NLT-354/91)
- Filler:
  - Coeficiente de emulsibilidad (NLT-180/93)
  - Densidad aparente (NLT-176/92)

Durante la ejecución serán exigibles:

- Áridos:

Por cada cincuenta metros cúbicos (50 m3) o fracción:

- 1 Granulométrico (NLT-150/89)
- 1 Equivalente de arena (UNE 103109)
- Betunes asfálticos:

Por cada diez toneladas (10 t.) o fracción:

- 1 Penetración (NLT-124/99)
- 1 Solubilidad en tricloroetileno (NLT-130/98)

Por cada hora de trabajo:

- 1 determinación de la temperatura de los áridos y del ligante a la entrada del mezclador.
- 1 determinación de la temperatura de la mezcla a la salida del mezclador.

Por cada unidad de transporte:

- 1 Determinación de la temperatura de la mezcla al descargar la obra.

Por cada 200 t. a la salida de la planta o por cada jornada de trabajo:

- 1 Granulométrico (NLT-165/90)
- 1 Proporción de ligante (NLT-164/90)
- 1 Inmersión - compresión (NLT-162/84)
- 1 Marshall (NLT-159/86)

Por cada 700 t. extendidas o por cada jornada de trabajo:

- 1 Granulométrico (NLT-165/90)
- 1 Proporción de ligante (NLT-164/90)
- 1 Marshall (NLT-159/86)

3.21.5.2.4 Medición y Abono

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente y, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto.

La fabricación y puesta en obra de las mezclas bituminosas en caliente se abonará mediante la aplicación del precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cuadrados (m2) en función de su espesor deducidos de las dimensiones definidas en los planos de Proyecto, con las limitaciones máximas a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

El cemento a emplear como filler de aportación, está también incluido en el precio indicado.

3.21.6 Pavimentos de hormigón

3.21.6.1 Definición

Se define pavimento rígido de hormigón al constituido por losas de hormigón en masa o armado, cuya principal característica es una marcada resistencia a flexión.

3.21.6.2 Ejecución de las obras

La ejecución puede incluir las operaciones siguientes:

- Estudio del hormigón y obtención de la fórmula de trabajo
- Preparación de la superficie de apoyo del hormigón
- Fabricación del hormigón
- Transporte del hormigón
- Colocación de encofrados y/o elementos de rodadura o guiado de las máquinas
- Colocación de los elementos de las juntas
- Puesto en obra del hormigón
- Colocación de armaduras
- Ejecución de armaduras
- Realización de la textura superficial
- Acabado
- Protección del hormigón fresco y curado
- Desencofrado
- Sellado de juntas

El equipo a emplear cumplirá lo especificado en el Art. 550.6 del PG-3.

La ejecución de las obras se hará de acuerdo en el Art. 550.8 del PG-3.

3.21.6.3 Control de calidad

Se llevará a efecto de acuerdo con lo especificado en los Apartados 550.9 y 550.10 del PG-3.

3.21.6.4 Medición y Abono

El pavimento de hormigón se abonará por aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cúbicos (m3) deducidos de las secciones tipo de los Planos de Proyecto con las limitaciones a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

Dentro de dichos precios se considera incluida la parte proporcional de encofrado y desencofrado, compactación, fratasado, juntas, aditivos, y curado del hormigón.

Si fuera armado, las armaduras se medirán y abonarán por kilogramos (kg.).

3.21.7 Geotextil anticontaminante

3.21.7.1 Definición

Consiste en la colocación de una malla de polipropileno termosoldada que evita la contaminación de agregados sobre el terreno, facilitando un soporte duradero, estabilización, drenaje y mejora de la capacidad portante del suelo.

3.21.7.2 Ejecución

Cuando las características del terreno natural y las condiciones del flujo de agua hagan temer la migración de finos, se interpondrá un material geotextil adecuado entre la superficie del terreno original y el material de mejora del mismo o entre aquélla y la cuna de apoyo del tubo en caso de que ésta fuera de material granular.

La colocación de las láminas de geotextil, cuando sea necesaria, se llevará a cabo normalmente sobre la superficie del terreno con un solape comprendido entre 0,30 y 1,50 m. dependiendo de la capacidad portante del terreno. Dicho solape será el definido en los planos de Proyecto o el que, en su caso, decida la Dirección de Obra dentro de los límites fijados anteriormente.

3.21.7.3 Medición y Abono

Los geotextiles se abonarán por metros cuadrados (m2) realmente puestos en obra estando incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta ejecución (suministro de material, corte, solapes, extendido, etc.).

3.21.8 Aceras

3.21.8.1 Definición

Se define como acera para utilización de los peatones el pavimento formado por baldosas hidráulicas recibidas y asentadas con mortero y colocadas sobre una solera mínima de 0,10 m. de hormigón en masa HM-20, que se extenderá entre el bordillo y el encofrado paralelo.

3.21.8.2 Ejecución de las obras

Los 0,10 m. mínimos de hormigón en masa no se extenderán hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que se ha de asentar está debidamente compactada y con las rasantes que se indiquen en el Proyecto o Replanteo.

Sobre la solera de hormigón se dispondrá una capa de material de agarre de dos centímetros (2 cm.) de mortero, sobre ella se colocarán las baldosas hidráulicas, nivelándolas a golpes de maceta y dándoles las pendientes de desagüe. Después se pasará con una escobilla una lechada de cemento para el relleno de las juntas, que no serán superiores a cinco milímetros (5 mm).

3.21.8.3 Medición y Abono

La preparación de la superficie de la explanada se considerará incluida, en la unidad de obra correspondiente a las excavaciones en explanación o en los rellenos compactados a cielo abierto y, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto. La acera se abonará por aplicación de los precios correspondientes a los metros cuadrados (m^2) deducidos de las secciones tipo de los planos de Proyecto con las limitaciones máximas a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

3.21.9 Adoquinados

3.21.9.1 Definición

Se definen como adoquines las piedras labradas o elementos prefabricados en forma de tronco de pirámide, de base rectangular, para su utilización en pavimentos.

3.21.9.2 Ejecución de las obras

Tanto en lo referente a los materiales a emplear como a la ejecución de las obras se seguirán las Prescripciones incluidas en el PG-3 del MOPU.

3.21.9.3 Control de calidad

Dispuestas referencias, niveladas hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de diez metros (10 m), se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por dichas referencias.

La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de doce milímetros (12 mm).

La superficie acabada no deberá variar en más de cinco milímetros (5 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera, sobre todo en las inmediaciones de las juntas.

Las zonas en que no se cumplan las tolerancias antedichas, o que retengan agua sobre la superficie, deberán corregirse de acuerdo con lo que, sobre el particular, ordene el Director de Obra.

3.21.9.4 Medición y Abono

Los adoquinados se abonarán mediante la aplicación de los precios correspondientes a los metros cuadrados (m^2) de superficie de pavimento, deducidos de las secciones tipo de los planos de Proyecto con las limitaciones máximas a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

3.21.10 Bordillos

3.21.10.1 Definición

Se definen como bordillos las piezas de piedra o elementos prefabricados de hormigón colocados sobre una solera adecuada, que constituye una faja que delimita la superficie de la calzada, de la de una acera o andén.

3.21.10.2 Ejecución de las obras

Tanto en lo referente a los materiales a emplear como a la ejecución de las obras se seguirán las Prescripciones indicadas en el PG-3 del MOPU.

3.21.10.3 Control de calidad

Se cuidará que los bordillos estén enterrados al menos la mitad de su canto, así como de que las juntas estén bien rellenas de lechada.

No se aceptarán variaciones superiores a 6 mm medidos por solapo con regla de 2 m., ni cejas superiores a 4 mm, al igual que juntas superiores a 1 cm.

3.21.10.4 Medición y Abono

Los bordillos se medirán y abonarán por metros lineales (m.) deducidos de los planos del Proyecto, aplicándose los correspondientes precios del Cuadro de Precios nº 1 en función de cada tipo.

3.21.11 Cunetas

3.21.11.1 Definición

Se define como cuneta las piezas prefabricadas de hormigón colocadas sobre la cuneta excavada y preparada.

3.21.11.2 Ejecución de las obras

Las piezas se asentarán sobre un lecho de hormigón HM-20.

Las piezas que formen la cuneta se colocarán dejando un espacio entre ellas de cinco milímetros (5 mm) rellenándose posteriormente este espacio con mortero 1:2.

3.21.11.3 Control de calidad

No se aceptarán variaciones superiores a 6 mm, medidas por solapo con regla de 2 m., ni cejas superiores a 4 mm, en el caso de cunetas prefabricadas.

3.21.11.4 Medición y Abono

La cuneta se medirá por metros lineales (m) deducidos de los planos de Proyecto, abonándose mediante aplicación del precio correspondiente, estando incluido en el mismo todas las operaciones necesarias para su correcta colocación.

3.21.12 Rigolas

3.21.12.1 Definición

Se define como rigola, las piezas prefabricadas de hormigón colocadas sobre una solera adecuada o la construcción "in situ" con hormigón en masa HM-20 y paralela al bordillo.

3.21.12.2 Ejecución de las obras

Las piezas o el hormigón en masa se asentarán sobre un lecho de hormigón HM-20.

Las piezas que forman la rigola se colocarán dejando un espacio entre ellas de cinco milímetros (5 mm) rellenándose posteriormente este espacio con mortero 1:2.

3.21.12.3 Medición y Abono

La rigola se medirá por metros lineales (ml.) deducidos de los Planos del Proyecto y se abonará mediante la aplicación del precio correspondiente estando, incluidas en el mismo todas las operaciones necesarias para su correcta colocación.

3.22 INSTALACIÓN DE MECANISMOS

3.22.1 Condiciones generales

El Contratista deberá presentar tras la oferta tres (3) propuestas de suministradores de cada uno de los mecanismos, con indicación expresa de las características, detalles, materiales que los constituyen, folleto o catálogo informativo, etc., así como del programa de fabricación, procedimiento de Control de Calidad que realizará y propuesta de puntos de inspección, así como del manual de identificación.

Se deberá detallar de forma especial sí se modifican algunas de las características o materiales expresamente citados en el Pliego de Prescripciones Técnicas y en el Cuadro de Precios y las causas técnicas y/o económicas que las aconsejan.

La Dirección de Obra, una vez estudiadas las propuestas en el plazo máximo de dos meses a partir de la fecha de presentación resolverá bien aceptando una de las propuestas o indicando las modificaciones o cambios de materiales a realizar para ajustarse a las condiciones establecidas en los Pliegos de Prescripciones.

El Contratista, quedará obligado a la resolución que adopte la Dirección de Obra, sin más limitaciones que las que pudieran derivarse de la aplicación del Reglamento General de Contratos del Estado.

La resolución de la propuesta no releva al Contratista de ninguna de sus obligaciones en cuanto a los resultados de las pruebas en Fábrica o de las que se hagan al final del montaje ni en cuanto a lo que resultase del funcionamiento durante el periodo de garantía del Contrato.

Todos los gastos que se produzcan por la realización de los Controles de Calidad y ensayos que se indican serán por cuenta del Contratista.

Si en las verificaciones que realice la Dirección de Obra se detectan defectos en los elementos que componen el equipo, se producen durante la realización de las pruebas, o los equipos no cumplen las condiciones exigidas en las mismas, los gastos de viaje y estancia que se der'1ven de las nuevas comprobaciones a realizar por la Dirección de Obra durante la reparación y/o nuevas pruebas será por cuenta del Contratista.

Con anterioridad a la realización de las pruebas de presión interior y estanqueidad con la tubería instalada, el Contratista entregará dos folletos de cada uno de los mecanismos debidamente encuadernados con la portada y dimensiones que determine la Dirección de Obra.

En estos folletos se debe incluir el catálogo o planos constructivos y las instrucciones de montaje, desmontaje, pinturas empleadas, mantenimiento, etc., y en caso necesario de funcionamiento del equipo.

3.22.2 Identificación de materiales, componentes y conjuntos montados

El Contratista deberá presentar con la oferta el manual de identificación de cada uno de los fabricantes propuestos.

Este manual, describirá el procedimiento de identificación y control de los materiales, de diferentes piezas en fase de fabricación y de las ya fabricadas, de los conjuntos parcialmente montados y de los mecanismos ya terminados.

3.22.3 Protección superficial

3.22.3.1 Preparación de las superficies a proteger

Con anterioridad a efectuar el chorreado se procederá a la eliminación mediante amolado, de las rebabas, hoja y salpicaduras de soldadura y se redondearán las aristas.

Las superficies deberán estar limpias de grasa, aceite y materiales extraños, mediante el lavado con un disolvente adecuado.

Antes de proceder a la aplicación de la capa de imprimación se procederá a la preparación de la superficie de los mecanismos por chorreado hasta metal blanco, debiendo eliminarse la totalidad de las materias extrañas como son el óxido, la cascarilla, etc.

Esta preparación se realizará según la Norma Sueca S.LS. 055900 al grado Sa 3.

En las superficies inaccesibles al chorreado se procederá al rascado con rasqueta de metal duro y cepillado con cepillo de alambre según se indica en la Norma Sueca S.LS. 055900 al grado St. 3.

En cualquier caso, antes de proceder a la aplicación de la mano de imprimación, se procederá a la eliminación de los residuos de polvo con un aspirador con aire comprimido limpio y seco.

En ningún caso, entre la finalización de la limpieza y la aplicación de la mano de imprimación se deben superar las dos (2) horas.

3.22.3.2 Aplicación

Tanto la imprimación como las capas de acabado se efectuarán en un local seco, cubierto al abrigo del polvo y con la ventilación adecuada durante la aplicación y el secado.

Se tendrá especial cuidado en observar las condiciones de aplicación recomendadas por el fabricante en lo referente a la proporción de la mezcla, vida de la misma, control de las temperaturas y del grado de humedad relativa, tanto durante la aplicación como en el tiempo de curado

Igualmente se observarán, los intervalos de tiempo entre repintados recomendados por el fabricante. En caso de sobrepasarse el intervalo máximo se comunicará la rugosidad a la superficie con el fin de asegurar la adherencia entre capas.

La pintura se aplicará de forma que no se produzcan corrimientos, descuelgues, rateados, rayados, porosidades u otros defectos

Los elementos en que se aprecien estos defectos u otros que denoten la incorrecta preparación de la superficie o aplicación de la pintura serán rechazados.

El espesor de la capa seca de imprimación se medirá utilizando aparatos calibrados como el cometer o el Míkotester.

El fabricante, por medio de su departamento de Control de Calidad, realizara y certificara los ensayos de adherencia a la base y entre capas bajo los requisitos fijados en la Norma DIN 53151 con un nivel de aceptación correspondiente a un valor característico VC-2 como mínimo.

3.22.4 Pruebas de los mecanismos en general

3.22.4.1 Control dimensiona

El fabricante por medio de su departamento de Control de Calidad, efectuara y anotara en los impresos adecuados para presentar a la Dirección de Obra el control dimensional de todos los mecanismos objeto del pedido.

Las medidas se realizarán, en los siguientes puntos, poniendo especial atención a las cotas de "interfaz" con otros elementos.

Equipos con bridas: se comprobará el diámetro entre centros de taladros, alineación de taladros entre bridas opuestas, número de taladros, diámetro, diámetro interior, anchura entre bridas, concentricidad respecto a los centros de los taladros, diámetro interior en varios puntos, etc.

En los equipos en que el interior sea un anillo elástico se procederá a la verificación en varías puntos de la concentricidad del anillo con el diámetro exterior del mecanismo.

3.22.4.2 Pruebas de accionamiento o funcionamiento

En todos los equipos se comprobará el correcto funcionamiento de los accionamientos, ya sean manuales o de cualquier otro tipo.

En los impresos adecuados se anotarán para cada uno de ellos;

3.22.4.3 Tipo de mecanismo.

- Número de identificación.
- Presión nominal.
- Diámetro interior
- Maniobra realizada. Número de vueltas. Recorrido. Etc.

En el apartado correspondiente a cada mecanismo se señalará en caso necesario, el tipo de prueba a realizar y los datos de características a rellenar.

3.22.5 Pruebas de estanqueidad y de resistencia (o hidrostática)

A nivel general, salvo indicación expresa en el apartado correspondiente a cada mecanismo, el fabricante presentará certificado de las pruebas realizadas en fábrica a las presiones de prueba.

Los tiempos de duración de las pruebas serán como mínimo los siguientes:

- Prueba de resistencia o hidrostática: 5 minutos.
- Prueba de estanqueidad (en los elementos que lo precisen): 3 minutos.

3.22.6 Instalación de mecanismos

3.22.6.1 Condiciones Generales

Todos los mecanismos deben suministrarse con un "Manual de instrucciones de montaje" que deberá observarse para efectuar el mismo.

Las instrucciones que a continuación se citan se dan con carácter general y se aplicarán únicamente en el caso que no contradigan las dadas en el "Manual de instrucciones de montaje".

En determinados mecanismos, según se indica en el apartado correspondiente a cada uno de ellos, será obligada la asistencia al montaje de un experto montador de la casa suministradora, que supervise el montaje.

Algunos de estos mecanismos son, válvulas de sobrevelocidad, contadores por ultrasonidos, válvulas de regulación de presión y/o caudal y juntas antivibratorias, etc.

Antes de comenzar el montaje se limpiará toda la suciedad, polvo y partículas extrañas que puedan haberse introducido en el mecanismo durante su transporte y almacenaje.

Todos los mecanismos se comprobarán en vacío previamente a su montaje en obra.

Se evitará que la escoria y salpicadura de la soldadura caigan en el interior de los mecanismos

Las válvulas provistas de by-pass se accionarán en la misma dirección que la válvula principal.

Antes de comenzar el montaje se comprobará que la tubería esté perfectamente sujeta y alineada y que los agujeros de las bridas coinciden.

Los aprietes se realizarán por medio de llaves dinamométricas debidamente taradas.

3.22.6.2 Dimensiones de las bridas y tuberías de acoplamiento

Las bridas de los mecanismos y de las tuberías deben estar construidas bajo la misma norma.

Las bridas de los mecanismos y las contrabridas de la tubería deben de ser iguales (planas, con resalte, etc.).

Se comprobará en todos los casos que las caras de las bridas no están alabeadas por el calor de la soldadura o por golpes.

Igualmente se verificarán los diferentes diámetros de las bridas.

3.22.6.3 Puesta en posición

En principio y salvo indicación expresa en Proyecto, todas las válvulas de mariposa se colocarán de forma que el eje quede en un plano horizontal.

Salvo indicación expresa en Proyecto, las válvulas de husillo se colocarán en posición vertical.

3.22.6.4 Verificaciones antes del montaje

Se comprobará que no hay aristas vivas ni demasiado pronunciadas que puedan dañar el anillo elástico de las válvulas o la misma junta durante el montaje.

3.22.6.5 Montaje de los mecanismos entre bridas de las tuberías

Los mecanismos se centrarán presentando varios tirantes o tornillos. Los tornillos se apretarán progresivamente y en cruz.

En el caso de válvulas de mariposa, se presentarán éstas con la mariposa lo más alejada posible de la posición de cierre de forma que no pegue en las bridas de la tubería. Una vez centrado el mecanismo. se colocará la mariposa en la posición más cercana a la apertura máxima y se continuará el montaje.

Las válvulas de compuerta deben estar cerradas antes de proceder al montaje.

3.22.6.6 Control después del montaje

Los mecanismos en que sea posible, se deberán maniobrar varías veces para asegurar que no hay oposición a su correcto y total movimiento.

3.23 VÁLVULAS DE PASO O SECCIONAMIENTO

3.23.1 Montaje e instalación

El Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante debiendo observarse, en cuanto no sean contradictorias, las indicadas en el apartado 3.22 de este Pliego.

3.23.2 Medición y abono

El abono se realizará por unidades (ud.) realmente colocadas, de acuerdo con las características (P.N. y diámetro) requeridas en Proyecto.

Se considera incluido en el precio de aplicación el suministro, transporte, montaje, pintura u otro tipo de protección, juntas de estanqueidad, tornillería y todos los medios auxiliares y personal necesarios incluyendo la realización de las pruebas tanto en fábrica como en la tubería instalada.

3.24 VÁLVULAS DE RETENCIÓN

3.24.1 Montaje e instalación

El Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante debiendo observarse, en cuanto no sean contradictorias, las indicadas en el apartado 3.22 de este Pliego.

3.24.2 Medición y abono

El abono se realizará por unidades (ud.) realmente colocadas, de acuerdo con las características (P.N. y diámetro) requeridas en Proyecto.

Se considera incluido en el precio de aplicación el suministro, transporte, montaje, pintura u otro tipo de protección, juntas de estanqueidad, tornillería galvanizada o inoxidable y todos los medios auxiliares y personal necesarios incluyendo la realización de las pruebas tanto en fábrica como con la tubería instalada.

3.25 VÁLVULAS DE CONTROL

3.25.1 Montaje e instalación

El Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante debiendo observarse, en cuanto no sean contradictorias, las indicadas en el apartado 3.22 de este Pliego.

3.25.2 Medición y abono

El abono se realizará por unidades (ud.) realmente colocadas, de acuerdo con las características (P.N. y diámetro) requeridas en Proyecto.

Se considera incluido en el precio de aplicación el suministro, transporte, montaje, pintura u otro tipo de protección, juntas de estanqueidad, tornillería galvanizada o inoxidable y todos los medios auxiliares y personal necesarios incluyendo la realización de las pruebas tanto en fábrica como con la tubería instalada.

3.26 VÁLVULAS DE AIREACIÓN

3.26.1 Montaje e instalación

El Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante debiendo observarse, en cuanto no sean contradictorias, las indicadas en el apartado 3.22 de este Pliego.

3.26.2 Medición y abono

El abono se realizará por unidades (ud.) realmente colocadas, de acuerdo con las características (P.N. y diámetro) requeridas en Proyecto.

Se considera incluido en el precio de aplicación el suministro, transporte, montaje, pintura u otro tipo de protección, juntas de estanqueidad, tornillería galvanizada o inoxidable y todos los medios auxiliares y personal necesarios incluyendo la realización de las pruebas tanto en fábrica como con la tubería instalada.

3.27 CARRETES DE DESMONTAJE

3.27.1 Montaje e instalación

El Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante debiendo observarse, en cuanto no sean contradictorias, las indicadas en el apartado 3.22 de este Pliego.

3.27.2 Medición y abono

El abono se realizará por unidades (ud.) realmente colocadas, de acuerdo con las características (P.N. y diámetro) requeridas en Proyecto.

Se considera incluido en el precio de aplicación el suministro, transporte, montaje, pintura u otro tipo de protección, juntas de estanqueidad, tornillería y todos los medios auxiliares y personal necesarios incluyendo la realización de las pruebas tanto en fábrica como en la tubería instalada.

3.28 ESTABILIZADORES DE FLUJO

3.28.1 Montaje e instalación

El Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante debiendo observarse, en cuanto no sean contradictorias, las indicadas en el apartado 3.22 de este Pliego.

3.28.2 Medición y abono

El abono se realizará por unidades (Ud.) realmente colocadas, de acuerdo con las características (P.N. y diámetro) requeridas en Proyecto.

Se considera incluido en el precio de aplicación el suministro, incluso bridas, transporte, montaje, pintura u otro tipo de protección, juntas de estanqueidad, tornillería en inoxidable y todos los medios auxiliares y personal necesarios incluyendo la realización de las pruebas tanto en fábrica corno con la tubería instalada.

3.29 COMPENSADORES DE DILATACIÓN

3.29.1 Montaje e instalación

El Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante debiendo observarse, en cuanto no sean contradictorias, las indicadas en el apartado 3.22 de este Pliego.

3.29.2 Medición y abono

El abono se realizará por unidades (Ud.) realmente colocadas, de acuerdo con las características (P.N. y diámetro) requeridas en Proyecto.

Se considera incluido en el precio de aplicación el suministro, transporte, montaje, pintura u otro tipo de protección, juntas de estanqueidad, tornillería y todos los medios auxiliares y personal necesarios incluyendo la realización de las pruebas tanto en fábrica como con la tubería instalada.

3.30 JUNTAS ANTIVIBRATORIAS

3.30.1 Montaje e instalación

El Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante debiendo observarse, en cuanto no sean contradictorias, las indicadas en el apartado 3.22 de este Pliego.

3.30.2 Medición y abono

El abono se realizará por unidades (Ud.) realmente colocadas, de acuerdo con las características (P.N. y diámetro) requeridas en Proyecto.

Se considera incluido en el precio de aplicación el suministro, transporte, montaje, pintura u otro tipo de protección, juntas de estanqueidad, tornillería galvanizada y todos los medios auxiliares y personal necesarios incluyendo la realización de las pruebas tanto en fábrica como con la tubería instalada.

3.31 CLAPETAS DE DESCARGA

3.31.1 Montaje e instalación

El Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante debiendo observarse, en cuanto no sean contradictorias, las indicadas en el apartado 3.22 de este Pliego.

3.31.2 Medición y abono

El abono se realizará por unidades (Ud.) realmente colocadas, de acuerdo con las características (diámetro) requeridas en Proyecto.

Se considera incluido en el precio de aplicación el suministro, transporte, montaje, pintura u otro tipo de protección, juntas de estanqueidad, tornillería y todos los medios auxiliares y personal necesarios incluyendo la realización de las pruebas tanto en fábrica como con la tubería instalada.

3.32 BOCAS DE RIEGO

3.32.1 Montaje e instalación

El Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante debiendo observarse, en cuanto no sean contradictorias, las indicadas en el apartado 3.22 de este Pliego.

3.32.2 Medición y abono

El abono se realizará por unidades (Ud.) realmente colocadas, de acuerdo con las características (P.N. y diámetro) requeridas en Proyecto.

Se considera incluido en el precio de aplicación el suministro de la arqueta de fundición y de la boca de riego, los materiales y mano de obras necesarios para la ejecución de la arqueta en ladrillo macizo, el recibido de la arqueta, raseo, etc., el transporte, montaje, pintura, juntas, tornillería galvanizada, etc. y todos los medios auxiliares y personal necesarios, incluyendo la realización de las pruebas tanto en fábrica como con tubería instalada.

3.33 HIDRANTES

3.33.1 Montaje e instalación

El Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante debiendo observarse, en cuanto no sean contradictorias, las indicadas en el apartado 3.22 de este Pliego.

3.33.2 Medición y abono

El abono se realizará por unidades (Ud.) realmente colocadas, de acuerdo con las características, número de tomas, y diámetro de las mismas.

Se considera incluido en el precio de aplicación el suministro, transporte, montaje, pintura u otro tipo de protección, juntas de estanqueidad y todos los medíos auxiliares y personales necesarios, incluyendo la realización de las pruebas, tanto en fábrica como en obra.

3.34 LIMPIADOR BASCULANTE

3.34.1 Definición

Se trata de elementos capaces de realizar una limpieza automática de los tanques de retención de aliviaderos y estaciones de bombeo.

La limpieza de la cámara de retención y canales de los tanques de tormenta y estaciones de bombeo se llevan a cabo una vez se han vaciado los mismos, para evitar que la sedimentación acumulada provoque malos olores y que su limpieza sea más complicada.

3.34.2 Ejecución de las obras

Los volteadores se colocarán por medio de soportes y podrán ser fijados a la pared posterior, a la losa superior o a los muros laterales, en función del diseño del tanque.

El volteador deberá ser colocado sobre el máximo nivel de agua esperado, por encima de la cota de alivio.

El llenado de los volteadores se empezará con la activación de las electroválvulas (en corriente alterna a 24V). Al llenarse y voltear, el dispositivo actúa sobre un final de carrera, que permite conocer el número de limpiezas efectuadas en cada canal.

El sistema de limpieza, es decir las electroválvulas, podrán funcionar en:

- Automático:
  - Cuando el agua entra en el tanque de retención, tanto la sonda como la boya de mínimo detectan llenado (al menos parcial) y se interpreta que en cuanto sea posible habrá que vaciar el volteador y limpiar el tanque.
  - Cuando se vacía el tanque y la sonda y/o la boya de mínimo indican “tanque vacío”, se espera un tiempo (configurable) para asegurar el vaciado total del canal de salida y, una vez transcurrido ese tiempo, se iniciará la secuencia de limpieza.
  - Se deberá establecer por programa la realización de un número de limpiezas (dos en principio, pero que se será programable) de cada canal si los hubiera, para lo que se establecerá un contador de limpiezas por canal, si hubiera más de uno.
  - El sistema abrirá la electroválvula del volteador, se llenará de agua, volteará y limpiará el canal. El volteador actuará sobre el final de carrera, que indicará que el canal ya se ha limpiado una vez y se cerrará la electroválvula. Si hubiera más de un canal se repetirá esta operación en el resto de canales. Una vez realizada la primera limpieza se procederá a iniciar el segundo ciclo de limpieza.
  - Se realizarán tantos ciclos como se haya programado y cuando se finalicen el sistema esperará un tiempo (configurable) para asegurar que el canal se ha vaciado totalmente, se comprobará que el nivel (sonda y boya) es cero.
- Manual:
  - En manual puede ordenarse, desde Puesto de Control Local o desde un sinóptico, el llenado del volteador, independientemente de si el tanque está lleno o vacío, aunque lo normal sería hacerlo con el tanque vacío.

3.34.3 Tolerancias

En tubos y accesorios, normalizadas según DIN 2462 / DIN 2463.

3.34.4 Medición y abono

Las unidades se abonarán por unidad ejecutada según el cuadro de precios nº1 entendiéndose incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta instalación.

Además, en el precio estará incluido el suministro, montaje, pruebas y demás materiales necesarios, como cojinetes, contrapesos, soportes, tornillería, perfilería, y arandelas en AISI 316L para su completo montaje. También se considerará incluido el montaje del circuito completo de agua limpia para el llenado de los volteadores, desde la toma hasta el volteador.

El abono de esta unidad se realizará, de acuerdo al régimen de pagos excepcional establecido en el capítulo 3.1 apartado 3.1.5.5 del presente Pliego de prescripciones Técnicas, o, en su caso, de acuerdo al régimen que se detalle, de manera específica para el contrato, en el Apartado “Régimen de pagos” del Pliego de Prescripciones Técnicas de la licitación.

3.35 COMPUERTAS DESLIZANTES

3.35.1 Pruebas de accionamiento

El fabricante, por medio de su departamento de Control de Calidad comprobará que se efectúa el proceso de accionamiento mecánico en toda su carrera y se comprobará igualmente el fácil manejo de la compuerta deslizante y su acoplamiento.

En las compuertas con indicación mecánica de posición se verificará que la marca para la posición final se ajusta según la carrera de la compuerta.

3.35.2 Control de calidad

La Dirección de Obra asistirá a la realización de los siguientes controles.

- Líquidos penetrantes y/o partículas magnéticas
- Ultrasonidos y/o radiografías
- Pruebas de accionamiento

3.35.3 Montaje e instalación

El Contratista procederá al montaje en obra de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante y con las siguientes, siempre que no sean contradictorias.

3.35.3.1 Montaje de las compuertas de tipo pared

Se prestará especial atención a los tornillos de anclaje del marco de la compuerta, que deberán situarse en los huecos ya previstos en la obra civil.

Los carriles guía de prolongación irán atornillados al marco y nunca soldados, con tal precisión, que existirá una continuidad con éste, sin que se produzca ningún escalón.

A fin de evitar una falta de estanqueidad en la compuerta, ésta deberá colocarse en el espacio previsto para ello en la obra de hormigón. En caso de no coincidencia entre lo necesario y lo previsto, deberá actuarse sobre la obra de hormigón, nunca sobre la compuerta. Durante el montaje, y para que no se afecte a su estanqueidad, ésta deberá montarse con el tablero completamente cerrado, estando las cuñas de presión de las ruedas guía, los ganchos de presión de la parte superior del tablero y de la parte inferior del marco, apretadas a tope.

Se presentará especial atención, a que exista entre el muro de hormigón y el gancho de presión de la parte superior del tablero, la holgura suficiente para que no se vea afectado su funcionamiento.

La holgura que hay que dejar en cada caso será la fijada por el suministrador de la compuerta.

Se presentará especial atención al montaje de los sistemas de accionamiento. El mecanismo accionador, el husillo, y el husillo de prolongación se montarán alineados verticalmente con respecto a la compuerta. Una vez alineados se fijará el mecanismo de accionamiento y las guías al muro de hormigón mediante los correspondientes elementos de sujeción.

Una vez alineados, se procederá al encofrado y relleno, cuidando de que las superficies de trabajo y las ruedas no se ensucien con el hormigón.

Posteriormente, se limpiarán todos los husillos, guías y mecanismos antes de engrasarlos. Se ajustará a continuación el indicador de posición con las posiciones reales de la compuerta. La misma operación de

comprobación se efectuará con los interruptores finales de carrera, del limitador de par, y la dirección de marcha. Esta última operación se efectuará con la compuerta ligeramente abierta.

Una vez efectuadas estas operaciones se procederá al pintado final de la unidad.

3.35.3.2 Montaje de las compuertas de tipo canal

Se instalarán las compuertas estando éstas en posición cerrada, en el espacio previsto para ello en la obra de hormigón. Con esto se pretende que no se vea afectada la estanqueidad de la unidad.

Los marcos se sujetarán al hormigón mediante tornillos de anclaje que deberán situarse en los huecos ya previstos en la obra civil.

El montaje de los sistemas de accionamiento se llevará a cabo con especial atención, el mecanismo accionador, el husillo, y el husillo de prolongación se montarán alineados verticalmente con respecto a la compuerta.

Una vez alineados, se procederá al encofrado y relleno de hormigón, cuidando especialmente que las superficies de trabajo y las ruedas no se ensucien de hormigón.

Los husillos, guías y mecanismos de accionamiento, antes de engrasarlos, deben de limpiarse. Se ajustará el funcionamiento del indicador de posición, y se comprobará el funcionamiento de los interruptores fin de carrera, del limitador de par, y el del sentido de dirección de marcha del motor.

3.35.4 Asistencia técnica obligada del fabricante

El Contratista compromete a la asistencia técnica al montaje de personal responsable del fabricante para garantizar el correcto montaje del equipo.

Una vez finalizado el montaje verificará la instalación y entregará al Contratista una nota dando su conformidad a la instalación o indicando las anomalías encontradas y que deban ser corregidas. Copia de este informe se entregará a la Dirección de Obra.

3.35.5 Medición y abono

Las unidades se abonarán por unidad ejecutada según el cuadro de precios nº1 entendiéndose incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta instalación. Se considera incluido en el precio de aplicación el suministro, transporte, montaje, pintura u otro tipo de protección, juntas de estanqueidad, tornillería y todos los medios auxiliares y personal necesarios incluyendo la realización de las pruebas tanto en fábrica como con la tubería instalada.

El abono se realizará en la unidad descrita en el cuadro de precios y será objeto, de acuerdo al régimen de pagos excepcional establecido en el capítulo 3.1 apartado 3.1.5.5 del presente Pliego de prescripciones Técnicas, o, en su caso, de acuerdo al régimen que se detalle, de manera específica para el contrato, en el Apartado “Régimen de pagos” del Pliego de Prescripciones Técnicas de la licitación.

3.36 PANTALLAS DEFLECTORAS

3.36.1 Definición

Se trata de elementos capaces de realizar una limpieza automática de los tanques de retención de aliviaderos y estaciones de bombeo.

La limpieza de la cámara de retención y canales de los tanques de tormenta y estaciones de bombeo se llevan a cabo una vez se han vaciado los mismos, para evitar que la sedimentación acumulada provoque malos olores y que su limpieza sea más complicada.

3.36.2 Ejecución de las obras

Deberá estar colocada de manera que deje pasar el agua por su parte inferior hacia la cámara de alivio, de manera que impida que los flotantes que arrastra flotando la corriente de agua consigan pasar a dicha cámara, quedando retenidos por la propia pantalla.

Para su correcto funcionamiento se deben respetar las distancias mínimas con el muro de alivio, en función de la lámina de alivio que se tenga para caudal máximo justificada en el dimensionamiento hidráulico y verificada por el fabricante. Respetando estas premisas se evitará el efecto succión por debajo de la pantalla y dará tiempo a que los sólidos semipesados sedimenten y no escapen al cauce, e incluso que parte de los sólidos semi-flotantes, puedan ser capturados dentro del depósito.

3.36.3 Tolerancias

En tornillería y accesorios, normalizadas según DIN.

3.36.4 Medición y abono

Las unidades se abonarán por unidad ejecutada según el cuadro de precios nº1 entendiéndose incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta instalación.

Además, en el precio estará incluido el suministro, montaje, pruebas y demás materiales necesarios, como tornillería, perfilería, soportación y arandelas en AISI 316L para su completo montaje.

3.37 TRAMEX PRFV

3.37.1 Definición

Un trámex es una superficie estable creada a partir de pletinas, colocadas paralela y perpendicularmente en posición vertical. Es decir, un entramado formado por la unión de las pletinas creando una superficie homogénea, lisa y estable.

3.37.2 Ejecución de las obras

En el caso de montaje de trámex en huecos se deberá realizar de manera que la superficie superior del trámex quede totalmente enrasada con la superficie contigua, de tal manera que no quede ningún resalto ente ambas superficies.

En el resto de montajes, el trámex formará parte de una estructura, la cual se deberá ejecutar siguiendo los planos e instrucciones de diseño y montaje de la estructura previamente establecidas.

3.37.3 Tolerancias

Longitud ± 1 mm.

Anchura ± 1 mm.

Espesor ± 2 mm.

Alabeo < 10 mm/m.

Coeficiente seguridad carga dinámica: 2 respecto carga estática.

Deflexión: <6 mm o extensión libre dividida por 200.

La tolerancia máxima del saliente entre las pletinas transversales separadoras y las pletinas portantes o el marco perimetral es menor a 1,5 mm.

3.37.4 Medición y Abono

Las unidades se abonarán por unidad ejecutada según el cuadro de precios nº1 entendiéndose incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta instalación.

Además, en el precio estará incluido el suministro, montaje, pruebas y demás materiales necesarios, como perfilería, tornillería, y arandelas en AISI 316L para su completo montaje.

3.38 BOMBAS HIDRÁULICAS

3.38.1 Definición

Se llama bomba a la máquina que accionada mediante cualquier tipo de energía (eléctrica, motor de combustión interna, etc.) modifica la energía total H de un fluido transformando la energía mecánica en energía de movimiento o/y de altura de un caudal de fluido.

3.38.2 Ejecución de las obras

Ejecución de la cimentación

- La ejecución de la cimentación se realizará en hormigón armado y se diseñará de forma que el centro de gravedad de la masa del sistema máquina-cimentación coincida con el de la superficie de contacto de la base con el suelo.
- La profundidad de la cimentación por debajo rasante será como mínimo de 50cm.
- La cuantía mínima de armadura de la cimentación será superior a 30Kg/m^3 de hormigón, equivalente a una malla cúbica de barras de 10mm de diámetro con una separación de 25cm en las tres direcciones.
- La presión neta sobre el terreno no excederá del 50% de la especificada neta en el informe del suelo. La misma reducción se aplicará sobre la capacidad portante de los pilotes en caso de que se requieran.
- Las cimentaciones tendrán una dimensión mínima de 300mm superior a la de la bancada metálica de la bomba en cualquier dirección horizontal.

Transporte y manipulación del equipo

- El transporte de los equipos y su manipulación se estará regido por la norma ISO 5199:2002

Puesta en marcha del equipo

- Antes de la puesta en marcha del equipo deberá comprobarse la nivelación de la bancada.
- Se cementarán los intersticios de la bancada metálica con mortero de alta resistencia tipo GROUT.
- Se comprobará la alineación del acoplamiento con la instalación llena a temperatura de trabajo en aplicación de la norma ISO 1910-1.
- Se comprobará que las tuberías no ejercen tensiones sobre la bomba.

3.38.3 Medición y abono

Las unidades se abonarán por unidad ejecutada según el cuadro de precios nº1 entendiéndose incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta definición e instalación (ingeniería de detalle, transporte, acopio, descarga, montaje, conexionado, pruebas, puesta en marcha y cualesquiera otras para que el equipo entre en funcionamiento con total garantía).

El abono de esta unidad se realizará, de acuerdo al régimen de pagos excepcional establecido en el capítulo 3.1 apartado 3.1.5.5 del presente Pliego de prescripciones Técnicas, o, en su caso, de acuerdo al régimen que se detalle, de manera específica para el contrato, en el Apartado “Régimen de pagos” del Pliego de Prescripciones Técnicas de la licitación.

3.39 INSTRUMENTACIÓN

3.39.1 Definición

Engloba los instrumentos necesarios para llevar a cabo operaciones de mantenimiento mediante lecturas directas o indirectas de nivel, caudal, presión, Ph, O_2, SS, NO_3… para su consignación en la instalación.

3.39.2 Ejecución de las obras

Con carácter general se seguirán las instrucciones de cada fabricante cuyas especificaciones cumplan lo estipulado en este pliego para la ejecución del montaje de la instrumentación. En particular:

Sondas de nivel

A la hora de elegir el equipo de medida y su ubicación más adecuada hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

Rango de medida y precisión:

- En las boyas se podrá variar el rango de medida alargando o acortando el cable entre la boya y la sujeción del interruptor de nivel.
- En las boyas la longitud mínima de cable será de 10 metros.
- Las sondas de medición capacitivas cableadas totalmente aisladas no pueden medir en la zona del peso tensor. Por eso la zona de medición de la sonda de medición termina en el borde superior del peso tensor.
- Las sondas de medición capacitiva de varilla totalmente aisladas no pueden medir en los primeros 20 milímetros de la punta.
- Las sondas de medición por ultrasonidos tendrán un rango de medida comprendido entre 5 y 15 metros y una precisión como mínimo del 0,15% del rango de medida o bien +-10 mm.
- Las sondas de medición hidrostáticas tendrán una precisión en términos de desviación de medida del 0,2%.
- Las sondas capacitivas tendrán una precisión de proceso de 1 a 64 bar en un rango de medida de 6 m.
- Las sondas de tipo radar alcanzarán en un rango de medida hasta 30 metros una precisión de +-2 mm.

Vibraciones:

- Vibraciones y sacudidas extremas próximas al equipo de medida (producidas por ejemplo por agitadores o corrientes turbulentas) pueden provocar que los electrodos del equipo de medida vibren también. Ello produciría una solicitación elevada del material en el cordón de la soldadura superior.

Ubicación:

- El equipo de medida se colocará fuera de la corriente de llenado, en un punto del depósito donde no puedan surgir influencias perturbadoras, evitando así que se produzcan mediciones erróneas.
- Sondas de nivel capacitivas:
  - El equipo de medida deberá ir montado lo más vertical o paralelo posible al electrodo opuesto.
  - En el caso de tanques de formas asimétricas se producirán valores de nivel no lineares a causa de las diferentes distancias hacia la pared del depósito. Es por ello que se deberá emplear un

equipo de medida de varilla doble, un tubo de envoltura o se deberá linealizar la señal de medición.
- El equipo de medida no podrá tocar ninguna estructura o pared del depósito durante el funcionamiento. En el caso de emplear versiones cableadas largas, éstas pueden tocar la pared del depósito en caso de movimiento del agua, por lo que se deberá fijar adecuadamente el equipo de medida; por medio de una rosca, ya integrada en el peso tensor, para el alojamiento de un anillo de anclaje.
- También se deberá colocar un muelle tensor que evite cargas de tracción y que el cable del equipo de medida esté demasiado estirado.
- En el caso de depósitos de fondo cónico se intentará colocar el equipo de medida en el centro del depósito, ya que así será posible la medición hasta el fondo del depósito.

- Sondas de nivel ultrasonidos:
  - El equipo de medida deberá estar separado por lo menos 200 milímetros de las paredes del depósito.
  - Se deberá compensar mediante un ajuste adecuado los posibles ecos que pudieran aparecer si se coloca el sensor en depósitos con bóvedas o esquinas redondeadas.
  - En el caso de depósitos de fondo cónico se intentará colocar el equipo de medida en el centro del depósito, ya que así será posible la medición hasta el fondo del depósito.
  - Se definirá la tubuladura de forma que la parte inferior del transductor sobresalga como mínimo 10 milímetros.
  - En el caso de ser requerido llenar el depósito casi completamente se podrá montar el sensor con un espejo de desviación de material resistente a la corrosión.
  - Se tendrá en cuenta que las estructuras internas no se crucen con los impulsos ultrasónicos a la hora de elegir la posición del sensor.
  - Se podrá colocar el sensor de medición en un tubo vertical o se podrá emplear un sensor con microonda guiada en el caso de que el agua a medir tenga espumas y/o en el caso de que aparezcan corrientes fuertes de aire en el interior del depósito.

- Sondas de nivel tipo radar
  - El equipo de medida deberá estar separado por lo menos 200 milímetros de las paredes del depósito.
  - El montaje no debe realizarse demasiado cerca de la entrada del producto al depósito, ya que en tal caso podría resultar perturbada la señal de radar.
  - En depósitos con llenado por arriba, la posición de montaje óptima es orientada al frente del llenado. Si el llenado es lateral, la posición de montaje óptima es al lado del mismo llenado.
  - En caso de montaje en tubuladura, la tubuladura tiene que ser lo más corta posible y el extremo de la misma tiene que ser redondeado. De este modo se mantienen reducidas las reflexiones de interferencia producidas por la tubuladura.
  - En caso de un silo cilíndrico con salida cónica, el montaje se realiza a entre un tercio y la mitad del radio del depósito desde fuera.
  - La ubicación del sensor de radar no se cruzará con las estructuras internas del depósito.
  - En caso de una conexión roscada, el borde de antena tiene que sobresalir como mínimo 5 mm (0,2 in) de la tubuladura.

- Sondas de tipo hidrostático:
  - Montar el equipo alejado de la corriente de llenado o la zona de vaciado de producto
  - Montar el equipo protegido contra golpes de ariete de un agitador
  - El equipo de medida no podrá tocar ninguna estructura o pared del depósito durante el funcionamiento. En el caso de emplear versiones cableadas largas, éstas pueden tocar la pared

del depósito en caso de movimiento del agua, por lo que se deberá fijar adecuadamente el equipo de medida; por medio de una rosca, ya integrada en el peso tensor, para el alojamiento de un anillo de anclaje.

- También se deberá colocar un muelle tensor que evite cargas de tracción y que el cable del equipo de medida esté demasiado estirado.
- En el caso de depósitos de fondo cónico se intentará colocar el equipo de medida en el centro del depósito, ya que así será posible la medición hasta el fondo del depósito.

Tipo de depósito:

- En el caso de tratarse de un depósito metálico habrá que asegurar que la conexión mecánica de la sonda de medición con el depósito se encuentre conectada con conductividad eléctrica, para asegurar suficiente acometida a tierra. Para ello se deberá emplear sellos conductores tales como cobre, plomo, etc. ya que medidas de aislamiento como la envoltura de rosca con cinta de teflón, pueden interrumpir la conexión eléctrica necesaria en el caso de depósitos metálicos. Por ello se conectará a tierra la sonda de medición en el depósito o se empleará material de sellado conductor.
- En caso de depósitos no conductores, se deberá disponer por separado el segundo polo del condensador. Por ello se empleará una sonda de varilla doble o se montará un tubo de envoltura.

Medidores de caudal

El fabricante, por medio de su departamento de Control de Calidad, efectuará las pruebas de funcionamiento y control del tarado y anotará en el protocolo correspondiente los datos del ensayo realizado que posteriormente se entregará a la Dirección de Obra con el resto de la documentación.

Los caudalímetros serán entregados con verificación primitiva, que exige delegación de industria, como comprobación de que han pasado una serie de ensayos y están en condición para su uso.

Con carácter general, el Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante

Los caudalímetros se conectarán a la tubería mediante bridas, según la Norma UNE-EN 1092-1:2008+A1:2015: “Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero”.

Para su instalación será necesario disponer de tramos rectos de longitud suficiente aguas arriba y aguas debajo de los mismos, para obtener un perfil óptimo del líquido y así el error de medición este dentro del margen admitido por el fabricante.

En el caso de los caudalímetros electromagnéticos, las longitudes mínimas de tramos rectos serán:

- Tramo recto de entrada: L > 5 DN
- Tramo recto de salida: L > 3 DN

En el caso de los caudalímetros por ultrasonidos, estas longitudes mínimas serán función del elemento perturbador dispuesto.

Componente previo a caudalímetro	Tramo recto de entrada	Tramo recto de salida
Válvula compuerta totalmente abierta	10 DN	5 DN
Válvula mariposa totalmente abierta	10 DN	5 DN
Válvula compuerta parcialmente abierta	50 DN	5 DN
Válvula mariposa parcialmente abierta	50 DN	5 DN
Válvula de retención	50 DN	5 DN

Componente previo a caudalímetro	Tramo recto de entrada	Tramo recto de salida
Reducción	10 DN	5 DN
Ampliación	15 DN	5 DN
Pieza en T con desviación de caudal	10 DN	5 DN
Pieza en T con desviación de caudal	25 DN	5 DN
Pieza en T con aportación de caudal	50 DN	5 DN
Bomba	100 DN	5 DN
Curva simple en mismo plano	20 DN	5 DN
2 Curvas en mismo plano	25 DN	5 DN
2 Curvas en diferente plano	40 DN	5 DN

3.39.3 Tolerancias

CAUDALÍMETROS

El rango de medida de los contadores está determinado por la Directiva MID 2014/32/UE estableciéndose la ratio entre el valor del caudal permanente (Q3) y el del caudal mínimo (Q1). El contador podría medir hasta el caudal máximo (Q4) por cortos periodos de tiempo sin producirse el deterioro del mismo. El Error Máximo Permitido, positivo o negativo, en volúmenes entre el caudal de transición (Q2) (incluido) y el caudal de sobrecarga (Q4) sería del 2% con una temperatura de agua ≤ 30 ° C. El Error Máximo Permitido, positivo o negativo, en volúmenes entre el caudal de mínimo (Q1) y el caudal de transición (Q2) (excluido) sería del 5%.

MANÓMETROS

- Precisión: Mas- menos 2% del final de la escala.
- Fondo de escala: Ajustado para que la presión de trabajo se sitúe en un 25% de la escala.

MEDIDOR DE CAUDAL

- Convertidor de señal
- Precisión: ≤ 0.2 % valor instantáneo.

MEDIDOR DE CAUDAL DE AIRE

- Precisión: + 2 % del valor medido + 0,5 % del fondo de escala.

MEDIDORES DE O2

- Precisión medida de oxígeno: + 0,5 % del fondo de escala

MEDIDORES DE TEMPERATURA

- Precisión medida temperatura: + 0,1 º C.

MEDIDORES DE pH

- Resolución de medida: pH 0,01.

MEDIDORES DE POTENCIAL REDOX

- Transmisor:
- Precisión: ≥ 1 Mv.

3.39.4 Medición y abono

Las unidades se abonarán por unidad realmente colocada según el cuadro de precios nº1, de acuerdo con las características (PN. y diámetro) requeridas en Proyecto y entendiéndose incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta instalación.

Además, en el precio estará incluido el suministro, montaje, calibración, pruebas (fábrica y obra) y demás materiales necesarios, como juntas, soportes, tornillería, perfilería, y arandelas en AISI 316L para su completo montaje.

El abono de esta unidad se realizará, de acuerdo al régimen de pagos excepcional establecido en el capítulo 3.1 apartado 3.1.5.5 del presente Pliego de prescripciones Técnicas, o, en su caso, de acuerdo al régimen que se detalle, de manera específica para el contrato, en el Apartado “Régimen de pagos” del Pliego de Prescripciones Técnicas de la licitación.

3.40 VENTILACIÓN

3.40.1 Definición

Conjunto de tecnologías utilizadas para renovar el aire eliminando la presencia de calor, polvo, humo, gases, condensaciones, olores, etc. en los lugares de trabajo, que pueden resultar nocivos para la salud de los trabajadores y perjudiciales para la vida útil de los equipos y maquinaria.

3.40.2 Ejecución de las obras

- Ventiladores centrífugos

El ventilador se colocará apoyado sobre doble bancada metálica compuesta de bastidor y contrabastidor con sistema silent blocks de EPDM para paliar la vibración generada por el motor.

Tanto en su boca de aspiración como de impulsión se colocarán embridados sendos manguitos antivibratorios de PVC flexible con alma en PP con el mismo fin de evitar vibraciones. Estos manguitos estarán provistos de aros anticolapso que evitarán posibles deformaciones consecuencia de presiones negativas elevadas.

Se posibilitará la salida del drenaje del equipo mediante tubería de PVC con llave de corte dirigida a la red de recogida de la sala donde se encuentre ubicado.

- Ventiladores axiales

Los ventiladores axiales se comunicarán con el exterior mediante cajón con lamas antirretorno y silenciador tubular acústico construido en PP de atenuación sonora de 12dB(A) injertado en el tubo de aspiración.

- Tuberías de ventilación

Las uniones entre diferentes tramos de tubería se realizarán mediante soldadura por electrofusión, garantizando la estanqueidad de todas ellas.

Los cambios de dirección a lo largo del tramado de tubería se realizarán evitando perdidas de carga elevadas mediante soldadura de 3 gajos más 2 semigajos de tubo.

La tubería se soportará mediante cunas de apoyo sobre soporte en acero AISI316 o material plástico. Todo el sistema fijación entre bridas y de los equipos a puntos fijos se realizará en INOX316.

- Elementos de regulación del caudal y accesorios

Para conductos de diámetros menores de DN400 y en el caso de válvulas manuales estarán injertadas en los conductos (salvo si se encuentran conectadas al manguito antivibratorio del ventilador que lo harán mediante brida. En el caso de conductos de diámetro superior se fijarán a éste mediante brida.

Para válvulas actuadas, la fijación al conducto se realizará mediante brida cualquiera que sea el diámetro del mismo.

3.40.3 Medición y abono

Tanto los ventiladores centrífugos como los axiales se abonarán por unidades totalmente instaladas.

En el caso de los ventiladores centrífugos, el precio incluirá el bastidor de soporte y los manguitos antivibratorios de impulsión y aspiración descritos, así como las tolvas de transformación necesarias para su conexionado a la tubería general.

En el caso de los ventiladores axiales, el precio incluirá tanto su suministro como la colocación del ventilador en el tubo.

El silenciador tubular se abonará como unidad completa totalmente instalada.

El cajón acústico con la rejilla acústica correspondiente también se abonará como unidad completa independiente totalmente instalada.

Para uno y otro tipo de ventiladores las unidades se abonarán por unidad ejecutada según el cuadro de precios nº1 entendiéndose incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta definición e instalación (ingeniería de detalle, transporte, acopio, descarga, montaje, conexionado, pruebas, puesta en marcha y cualesquiera otras para que el equipo entre en funcionamiento con total garantía).

El abono de esta unidad se realizará, de acuerdo al régimen de pagos excepcional establecido en el capítulo 3.1 apartado 3.1.5.5 del presente Pliego de prescripciones Técnicas, o, en su caso, de acuerdo al régimen que se detalle, de manera específica para el contrato, en el Apartado “Régimen de pagos” del Pliego de Prescripciones Técnicas de la licitación.

Las tuberías de ventilación se abonarán por ml atendiendo a los diferentes diámetros colocados. Quedarán incluidos en el precio el suministro y colocación o ejecución de la tubería con la parte proporcional de codos, soportaciones, reducciones, T, rejillas de reparto y aspiración, injertos, tornillería y demás elementos auxiliares.

Los elementos de regulación del caudal y accesorios se abonarán por unidades totalmente instaladas para cualquier diámetro.

3.41 ACTUADORES

3.41.1 Definición

Un actuador es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o "actuar" otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo del origen de la fuerza el actuador se denomina "neumático", "hidráulico" o "eléctrico".

3.41.2 Ejecución de las obras

Las condiciones de ejecución serán las establecidas por cada fabricante cumpliendo las prescripciones establecidas en este pliego (capítulos 2 y 3) y en el P.P.T.P del proyecto.

3.41.3 Tolerancias

Los criterios para la recepción y validación del material serán los establecidos en las respectivas UNE-EN 15714:2010 partes 1 a 4 según proceda.

3.41.4 Medición y abono

Las unidades se abonarán tal y como se establezca en cuadro de precios nº1 entendiéndose incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta instalación.

Además, en el precio estará incluido el suministro, montaje, calibración, pruebas (fábrica y obra) y demás materiales necesarios para su completo montaje.

El abono de esta unidad se realizará, de acuerdo al régimen de pagos excepcional establecido en el capítulo 3.1 apartado 3.1.5.5 del presente Pliego de prescripciones Técnicas, o, en su caso, de acuerdo al régimen que se detalle, de manera específica para el contrato, en el Apartado "Régimen de pagos" del Pliego de Prescripciones Técnicas de la licitación.

3.42 MOTORES ELÉCTRICOS

3.42.1 Definición

Esta especificación cubre el diseño y construcción de los motores eléctricos de Baja Tensión, que se precisan para accionar el equipo mecánico usado en este Proyecto, y forma parte integral de todas las requisiciones a las que se adjunta.

Estarán de acuerdo con las siguientes normas:

- Reglamento Electrotécnico Español.
- Normas UNE.
- Directiva 2005/32/CE, de eficiencia energética en motores eléctricos sobre la que se asienta la Norma IEC 60034-30 y define las siguientes clases de eficiencia eléctrica IE (International Efficiency) 1 a 4.

Los motores con potencias nominales comprendidas entre 0,75 KW y 375 KW, deben cumplir el nivel de eficiencia eléctrica IE3 o el nivel de eficiencia IE2 si trabaja accionado por un convertidor de frecuencia. El ámbito de aplicación de la norma es:

- Motores eléctricos de inducción trifásicos, de una velocidad única de 50 y 60 Hz.
- Que tengan de 2 a 6 polos.
- Que se alimente de una tensión nominal de hasta 1000 V.
- Con un tipo de carga S1 (servicio continuo) o S3 (servicio periódico intermitente) con un factor de duración cíclico del 80% o superior.
- Recomendaciones de la CEI, que no hayan sido cubiertas por las anteriores.

3.42.2 Ejecución de las obras

3.42.2.1 Condiciones generales

La instalación eléctrica de fuerza y alumbrado se conectará a una red de corriente alterna trifásica con neutro, tensión 380 V. entre fases y 220 V. entre fase y neutro, y frecuencia 50 Hz.

La fuente de corriente alterna puede ser:

- Un grupo electrógeno formado por un motor Diesel y un alternador.
- La red de la Compañía suministradora de Energía Eléctrica.

3.42.2.2 Reglamentos y normas aplicables

El diseño, materiales, fabricación, inspecciones, montaje, pruebas y licenciamiento de la instalación y sus correspondientes equipos y componentes satisfarán las ordenanzas de las Administraciones del Estado, de la Comunidad Autónoma y del Municipio, y en particular:

- El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones complementarías MIBT.
- Las normas tecnológicas de la edificación relativas a alumbrado, baja tensión, fuerza y puesta a tierra.
- Normas UNE requeridas en los reglamentos, instrucciones y normas tecnológicas antes citadas.
- Normas de la Compañía Suministradora de Energía Eléctrica.

3.42.2.3 Instalación de fuerza a motores

Se emplearán cajas de conexión en todas y cada una de las derivaciones.

Las acometidas a los equipos en instalación superficial se realizarán bajo tubo flexo.

Los motores tienen que ser de fácil accesibilidad para todos los trabajos de mantenimiento.

El aire de refrigeración no debe tener impedimentos físicos en su circulación.

Si después del montaje del motor no fuera bien legible la placa de características, hay que ponerle una segunda placa en una zona que permita su fácil lectura.

Si un sentido de giro falso pudiera conducir a un perjuicio, se tendrá que marcar de forma claramente visible el sentido nominal de giro en el motor.

El arranque de los motores se podrá efectuar de forma manual desde conmutador ubicado en cuadro eléctrico o cuando estos se ubiquen remotamente desde botonera situada al pie del motor.

La botonera a pie de motor será de tipo de caja estanca de fundición de Al, con un grado de protección IP65. Tendrá selector O (parada), M (manual), A (automático) para instalaciones de tratamiento y EBAR, y selector O (parada), L (local), R (remoto) para elevadoras de agua potable y regenerada, así como pulsador de parada de emergencia y serán instaladas sobre soportes del tipo Consorcio de Aguas.

3.42.3 Tolerancias

Los criterios para la recepción y validación del material serán los establecidos en las respectivas UNE-EN citadas en este pliego de prescripciones relativo a motores eléctricos (capítulos 2 y 3) junto al P.P.T.P del proyecto...

3.42.4 Medición y abono

Las unidades se abonarán por unidad ejecutada según el cuadro de precios nº1 entendiéndose incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta instalación.

Además, en el precio estará incluido el suministro, montaje, pruebas y demás materiales necesarios.

El abono de esta unidad se realizará, de acuerdo al régimen de pagos excepcional establecido en el capítulo 3.1 apartado 3.1.5.5 del presente Pliego de prescripciones Técnicas, o, en su caso, de acuerdo al régimen que se detalle, de manera específica para el contrato, en el Apartado “Régimen de pagos” del Pliego de Prescripciones Técnicas de la licitación.

3.43 FILTROS

3.43.1 Definición

Los filtros son elementos que comúnmente se instalan en las conducciones, aguas arriba de los mecanismos, para evitar lleguen a estos, elementos extraños (piedras, plásticos, herramientas, etc.) que los deterioren o impidan su buen funcionamiento. Son de aplicación habitual en redes de distribución de abastecimiento de agua a poblaciones y pueden ser en "Y" o en cesta.

El cuerpo del filtro tendrá su correspondiente tapa que permita la retirada de la malla para su inspección, limpieza y/o sustitución, así como purgador de fondo y manómetros delante y detrás del filtro.

3.43.2 Ejecución de las obras

El Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante debiendo seguir, en cuanto no sean contradictorias, las indicadas en este Pliego o en el P.P.T.P del Proyecto. El aseguramiento de la calidad se realizará en los términos establecidos en capítulo 2 de este pliego.

3.43.3 Tolerancias

Para este apartado se seguirá lo indicado en UNE-EN 545:2011: Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.

Para tubos y accesorios, normalizadas según DIN 2462 / DIN 2463.

3.43.4 Medición y abono

Las unidades se abonarán por unidad ejecutada según el cuadro de precios nº1 entendiéndose incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta instalación.

Además, en el precio estará incluido el suministro, montaje, pruebas y demás materiales necesarios, como juntas, pintura, medios auxiliares tornillería, perfilería, y arandelas en AISI 316L.

El abono de esta unidad se realizará, de acuerdo al régimen de pagos excepcional establecido en el capítulo 3.1 apartado 3.1.5.5 del presente Pliego de prescripciones Técnicas, o, en su caso, de acuerdo al régimen que se detalle, de manera específica para el contrato, en el Apartado "Régimen de pagos" del Pliego de Prescripciones Técnicas de la licitación.

3.44 ACUMULADORES HIDRONEUMATICOS-ANTIARIETES

3.44.1 Montaje e instalación

El Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante debiendo observarse, en cuanto no sean contradictorias, las indicadas en el apartado 3.22 de este Pliego.

3.44.2 Medición y abono

El abono se realizará por unidades (Ud.) realmente colocadas, de acuerdo con las características (P.T. y capacidad) requeridas en Proyecto.

Se considera incluido en el precio de aplicación el suministro, transporte, montaje, pintura u otro tipo de protección, juntas de estanqueidad, tornillería y todos los medios auxiliares y personales necesarios incluyendo la realización de las pruebas tanto en fábrica como con la tubería instalada.

3.45 POLIPASTOS Y PUENTES GRÚA

3.45.1 Definición

Son mecanismos de elevación a instalar en salas donde sea necesario efectuar trabajos de desplazamiento lineal, los polipastos, y bien de barrido superficial, los puentes grúas.

Los siguientes apartados tienen por objeto informar al Contratista sobre el tipo, características generales, bases de cálculo y ejecución material sin eximirle en modo alguno de la obligación de cumplir con lo prescrito en la normativa vigente.

3.45.2 Ejecución de las obras

3.45.2.1 Envío a obra

El transporte debe ser realizado por transportistas cualificados. No se debe situar ninguna otra mercancía encima de los polipastos que están siendo enviadas en sus jaulas o cajas correspondientes. Durante el transporte las mercancías deben ser cuidadosamente protegidas contra la lluvia. Cuando el transporte sea por barco las mercancías deben estar fuera del alcance de salpicaduras de agua. Si hay que transportar vigas largas usando camiones articulados se recomienda que las vigas no sean colocadas bajo tensión transversal o lateral durante el transporte.

3.45.2.2 Embalaje/desembalaje

Para evitar pérdidas de aceite o averías en los componentes eléctricos durante el transporte se deben respetar las señales de posición marcadas en las cajas.

Abrir cuidadosamente por la parte superior de la caja y elevar las mercancías verticalmente con gran cuidado después de haberlas sujetado con los ganchos cuidadosamente.

3.45.2.3 Instrucciones de montaje

El polipasto será fijado a la estructura que lo soportará mediante tornillos de calidad, grado 8.8, apretados con el par de apriete indicado en la tabla.

Polipasto	M 8.8 Ø mm	Par mN
B; C	14	135
DB	16	210
DB; E	18	290

3.45.2.4 Instalación eléctrica

Comprobar que el polipasto está conexionado a la misma tensión y frecuencia que la red eléctrica a la cual se va a conectar.

Para el buen funcionamiento eléctrico, la caída de tensión (e) debe ser menor que el 5% de la tensión de la red. La sección del conductor de protección (Sp) debe ser como mínimo igual a la sección del

conductor de alimentación (S) si S<16mm, o Sp=16mm si 16<S<35 mm. También puede realizar la determinación de la sección del conductor utilizando la siguiente formula:

$$s = \frac{\sqrt{3}}{\gamma * e} * l * I * \cos\varphi$$

e = caída de tensión máxima (3% U), en V

I = 5* In motor elevación + ΣIn resto de motores

l = longitud sencilla de la línea, en m

µ= conductividad: 56 para Cu, 35 para Al

s= sección del conductor, en mm2

3.45.2.5 Riesgos que deben ser evitados en la instalación

- Nunca instalar el polipasto en soportes improvisados o caminos de rodadura inadecuados.
- Nunca colocar conexiones eléctricas provisionales que no aseguran ni un equilibrado de las fases ni una correcta puesta a tierra de la misma.
- Nunca usar el polipasto con líneas eléctricas que no estén en debidas condiciones; cables empalmados o reparados.
- Si los carritos portacables no deslizan correctamente pueden producirse cortocircuitos que son siempre no deseados.
- Nunca usar el polipasto con cables que estén retorcidos, aplastados o con hilos rotos.
- Nunca usar ganchos estropeados, abiertos o sin lengüeta de seguridad que aseguren la eslinga o que no estén bien sujetos con su tuerca o sistema de fijación.
- Nunca usar el polipasto con frenos desgastados o estropeados.
- Nunca usar el polipasto con botoneras rajadas, rotas, cajas de aparellaje abiertas o con la puerta estropeada.
- En épocas de heladas, verificar que no se ha formado hielo ni en el cursor ni en el cable de elevación. Si hubiese hielo hay que deshacerlo antes de poner en marcha el polipasto. Conviene hacer alguna maniobra en vacío antes de realizarlas con carga.

3.45.2.6 Uso del polipasto y medidas de seguridad

Después de que el polipasto ha sido colocado y probado se recomienda actuar de acuerdo con las siguientes instrucciones:

- El polipasto nunca será utilizado para levantar cargas superiores a las indicadas en la placa de características.
- Las cargas serán siempre levantadas verticalmente, nunca en ángulo
- Nunca deje cargas suspendidas por un tiempo superior al estrictamente necesario para las operaciones o sin atención del operador.
- Apriete los botones de la botonera firmemente y evite impulsos repetidos que lo único que hacen es estropear los contactores del equipo eléctrico, desgastar el freno y envejecer el motor.
- Nunca permanezca o camine alrededor de cargas suspendidas y especialmente bajo ellas.
- Ninguna inspección, reparación o mantenimiento será llevada a cabo sin desconectar el interruptor principal de la corriente para dejar a la grúa completa y eléctricamente aislada.

- Los finales de carrera deben ser usados como emergencia, no de forma habitual. Deben estar aproximadamente a 0.3 o 0.5 metros de la parte más saliente del polipasto y el final de carrera inferior se ajustará para que el gancho se separe de 0.2 a 0.3 metros del suelo, cuando el gancho esté en su posición más baja, y por lo menos deberán quedar tres espiras de cable arrollados en el tambor.

3.45.2.7 Comprobaciones durante la puesta en marcha

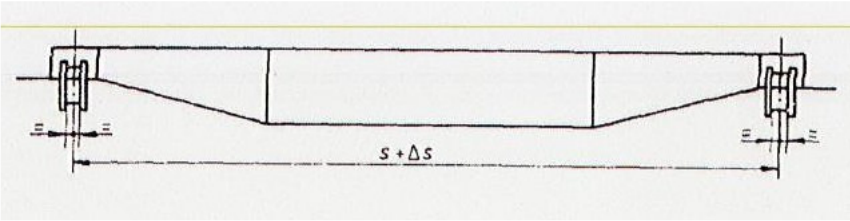
- Verificar que las características del interruptor automático y el diferencial son las apropiadas para la potencia instalada del equipo.
- Verificar sección de hilo conductor y la del de protección son las adecuadas para la potencia instalada del equipo.
- Comprobar que las fases se han conexionado en la secuencia correcta.
- Verificar que el camino de rodadura está perfectamente soldado sin desviaciones.
- Comprobar tolerancias en luz, paralelismo y cotas.
- Comprobar que no hay obstáculos en el camino de rodadura estando este limpio sin pintura o engrase. Topes colocados y finales de carrera conectados.

3.45.3 Tolerancias

Se comprobará el cumplimiento de UNE 58128:1987 Aparatos de elevación. Grúas puente y pórtico. Tolerancias de los caminos de rodadura.

Las tolerancias aplicadas en este capítulo responden a un aparato de elevación nuevo. Si en el curso de la utilización, estas tolerancias son superadas en un 20% se deberá proceder a una realineación de la vía. Si el comportamiento durante la traslación queda notablemente afectado, puede ser necesario realinear la vía, aún sin haber sobrepasado el citado 20%.

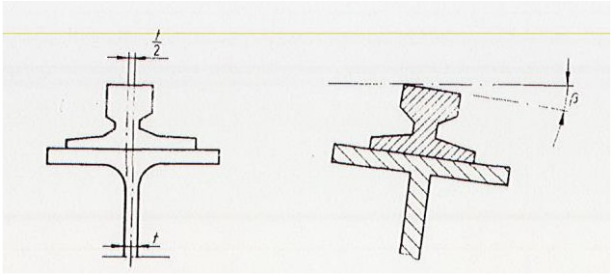
- La tolerancia máxima, s, de la luz s, expresada en metros es la siguiente:
  - Para s<10 m: s=+-3 mm
  - Para s>10 m: s= +- (3+0.25 x (s-10)) mm, con un máximo de +-15 mm.



- Se supone que cuando el carro está situado en el centro de la luz, la deformación de las dos vías es prácticamente igual.
- La tolerancia máxima admisible de la parte superior del carril es de +-10 mm con relación a su altura teórica. La altura teórica es, bien la posición horizontal a la curva teórica de la contraflecha, caso de haber sido aplicada. La posición en altura de los dos carriles puede presentar una diferencia de 10 mm. La curvatura, en sentido longitudinal, en cualquier punto del tramo de un tramo de 2 m de longitud no debe superar 2 mm.
- En la longitud total del carril la tolerancia máxima con relación a una recta es de +-10 mm. La desviación máxima del eje longitudinal de carril es de 1 mm cada 2 m.

Las tolerancias que se indican a continuación son de aplicación tanto al camino de rodadura del carro como al del aparato de elevación:

- El eje del carril no deberá separarse del eje del alma de la viga carrilera en más de la mitad del espesor de alta de esta. Una tolerancia mayor podría admitirse en el caso de que pudiera garantizarse la Resistencia necesaria del alma de la viga.
- La inclinación de la superficie de rodadura del carril no debe superar los valores dados a continuación, con relación a la posición teórica.
  - Longitudinalmente tanβ < 0,003
  - Transversalmente tanβ < 0.005



3.45.4 Medición y abono

Las unidades se abonarán por unidad ejecutada según el cuadro de precios nº1 entendiéndose incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta instalación.

Además, en el precio estará incluido el suministro, montaje, pruebas y demás materiales necesarios para su completo montaje.

El abono de esta unidad se realizará, de acuerdo al régimen de pagos excepcional establecido en el capítulo 3.1 apartado 3.1.5.5 del presente Pliego de prescripciones Técnicas, o, en su caso, de acuerdo al régimen que se detalle, de manera específica para el contrato, en el Apartado “Régimen de pagos” del Pliego de Prescripciones Técnicas de la licitación.

3.46 SISTEMAS DE AIRE COMPRIMIDO

3.46.1 Definición

El aire comprimido es un elemento habitual en instalaciones industriales. Normalmente se emplea para obtener trabajo mecánico lineal o rotativo, asociado al desplazamiento de un pistón o de un motor neumático. En otras ocasiones, se emplea para atomizar barnices, pinturas u otros residuos que de otra forma son difíciles de movilizar.

Estos equipos tienen una función característica en el control de procesos más que de potencia debido a la precisión en el accionamiento de sus componentes. Por otra parte, el aire comprimido usado en ellos ha de tener unos requisitos mínimos de calidad por lo que se disponen elementos adicionales para bajar el contenido de humedad en cualquier lugar de la red con el fin de evitar la presencia de condensados. Además, las impurezas del aire deberán ser menores que 0.1g/Nm3 y hasta un tamaño de 3 g/Nm3 siendo necesarios filtros a la entrada y salida de compresores y puntos de consumo.

3.46.2 Ejecución de las obras

Las condiciones de ejecución serán las establecidas por cada fabricante cumpliendo las prescripciones establecidas en este pliego (capítulos 2 y 3) y en el P.P.T.P del proyecto.

3.46.3 Tolerancias

Los criterios para la recepción y validación del material serán los establecidos en los citados reales decretos 2060/2008 y 709/2015 y las normas UNE-EN respectivas que en ellos se citan.

3.46.4 Medición y abono

Las unidades se abonarán tal y como se establezca en cuadro de precios nº1 entendiéndose incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta instalación, puesta en marcha y pruebas.

3.47 SEÑALIZACIÓN

3.47.1 Señalización vial

3.47.1.1 Tipos/clasificación

- Marcas viales:

Se define como marca vial, a aquella guía óptica situada sobre la superficie del pavimento, formando líneas o signos, con fines informativos y reguladores del tráfico.

- Señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes

Se definen como señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes, el conjunto de elementos destinados a informar, ordenar o regular la circulación del tráfico por carretera, en los que se encuentran inscritos leyendas o pictogramas. La eficacia de esta información visual dependerá además de que su diseño facilite la comprensión del mensaje y de su distancia de visibilidad, tanto diurna como nocturna.

- Captafaros retrorreflectantes de señalización horizontal

Se define como captafaro retrorreflectante aquel elemento de guía horizontal que refleja la luz incidente por medio de retrorreflectores para advertir, guiar o informar a los usuarios de la carretera.

- Elementos de balizamiento retrorreflectantes

Los elementos de balizamiento retrorreflectantes son los dispositivos de guía óptica para los usuarios de las carreteras, capaces de reflejar por medio de reflectores, la mayor parte de la luz incidente, procedente generalmente de los faros de los vehículos.

Dichos elementos, que pueden tener distinta forma, color y tamaño, se instalan con carácter permanente sobre la calzada o fuera de la plataforma, sobre otros elementos adyacentes a la misma, como muros o paramentos de túneles, así como sobre otros equipamientos viales, como pretiles y barreras de seguridad.

- Barreras de seguridad

Se definen como barreras de seguridad a los sistemas de contención de vehículos que se instalan en las márgenes de las carreteras. Su finalidad es proporcionar un cierto nivel de contención a un vehículo fuera de control.

3.47.1.2 Ejecución

En este apartado regirá lo dispuesto en Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes PG3.

3.47.1.3 Medición y abono

En este apartado regirá lo dispuesto en Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes PG3.

3.47.2 Señalización de conducciones

3.47.2.1 Descripción

Deberá señalizarse todas las conducciones que queden enterradas tras las obras tanto aquellas que contengan fluidos como las compuestas por cables eléctricos con objeto de alertar sobre su existencia y prevenir accidentes provocados por afecciones posteriores a otras obras.

3.47.2.2 Ejecución

La banda de señalización se colocará en toda la longitud de la tubería de forma que la lectura de la información transmitida no tenga lugar a dudas.

3.47.2.3 Medición y abono

El abono de esta unidad estará incluido en el precio de la colocación de la tubería.

3.47.3 Señalización de salas y riesgos de la instalación

3.47.3.1 Descripción

El contratista debe señalizar las diferentes salas que componen las instalaciones construidas para su identificación.

Si alguna de las mencionadas salas presentara en su interior riesgos para los trabajadores encargados de los trabajos de su explotación y/o mantenimiento recogidos en el Plan de Seguridad y Salud, deberá incluir en la señalización estos riesgos así como las medidas preventivas correspondientes para evitarlos o atenuarlos.

La señalización a colocar deberá estar de acuerdo a las recomendaciones dadas por el promotor atendiendo a las costumbres de la Entidad.

3.47.3.2 Ejecución

Las señales de riesgos de la instalación se colocarán siempre en sitios de buena visibilidad generalmente a la entrada del recinto para evitar la exposición de los trabajadores en todo momento.

El lugar de ubicación de las señales será indicado y/o aprobadas por la dirección de las obras.

3.47.3.3 Medición y abono

El abono de esta constituirá una unidad específica dentro del capítulo del Estudio de Seguridad y Salud de la obra.

3.47.4 Identificación de tuberías

3.47.4.1 Descripción

Deberán señalizarse todas las conducciones aéreas que contengan fluidos con objeto de alertar sobre su existencia y naturaleza y prevenir accidentes.

La identificación se realizará mediante el pintado de la misma en el RAL normalizado en las instalaciones de la Entidad que el Director de las obras proporcionará cuando sea necesario.

3.47.4.2 Ejecución

Se colocará mediante pegatinas de color también normalizado el nombre del fluido que la tubería transporta, el sentido del flujo y si es posible el destino del mismo.

Se colocará una pegatina cada vez que la tubería cambie de habitáculo y en cada bifurcación.

3.47.4.3 Medición y abono

El abono de esta unidad estará incluido en el precio de la colocación de la tubería.

3.47.5 Identificación de máquinas

3.47.5.1 Descripción

Deberán identificarse todas las máquinas colocadas con el objeto de facilitar las labores de mantenimiento y explotación.

3.47.5.2 Ejecución

La identificación de cada máquina se realizará mediante etiquetado en una parte claramente legible adecuada en cada caso.

El nombre de la máquina que aparezca en la etiqueta de identificación deberá coincidir con aquel que aparezca en la protección del CCM correspondiente y en todos los documentos generados durante las obras (memoria de funcionamiento, etc.)

3.47.5.3 Medición y abono

El abono de esta unidad estará incluido en el precio de la colocación de la máquina.

3.48 CABLES DE ALTA TENSIÓN

3.48.1 Condiciones de suministro y almacenaje

Todos los cables se enviarán a obra en bobinas normalizadas y debidamente protegidas con duelas. Las bobinas serán transportadas al lugar del tendido, cuidando que no sufran deterioros, ni sea dañado el cable contenido en las mismas. En las bobinas especiales que contengan longitudes >1100 m, la protección de los cables en las mismas se realizará de forma adecuada de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

En caso de tener que almacenar las bobinas, no se apilarán de forma que las alas/platos de unas puedan clavarse en las duelas de las otras.

No se quitarán las duelas de protección o las protecciones especiales hasta el momento en que vaya a realizarse el tendido.

Las duelas se quitarán extrayendo las fijaciones del ala/plato de la bobina.

3.48.2 Condiciones de tendido

Antes de iniciar el tendido de un cable se comprobará la limpieza de las proximidades de la bobina y puntos por donde debe transcurrir el cable, con el fin de evitar posibles daños.

Antes de tender los cables por las canalizaciones, el Contratista procederá a la limpieza de los tubos, pasando cepillos de cerdas duras de forma que se garantice que no queden en el interior de los mismos, sustancias extrañas. Una vez realizada la limpieza se pasarán testigos o mandrinos para asegurar que los tubos no se encuentran aplastados.

Los cables se desenrollarán de la bobina estando estas sobre útiles apropiados que le permitan girar sobre su eje.

Se situará el personal necesario a lo largo del tendido, especialmente en las zonas más difíciles, como son las arquetas de cambio de dirección, con objeto de comprobar el correcto desplazamiento del cable.

Con objeto de facilitar el desplazamiento del cable dentro del tubo se permitirá el uso de productos como polvo de talco, siempre y cuando éstos no ataquen o dañen la cubierta exterior del cable.

El tendido de los cables se hará con sumo cuidado, con medios adecuados al tipo de cable, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces perjudiciales que pudieran deteriorar la cubierta de protección y las tracciones exageradas.

El cable no estará sometido a radios de curvatura inferiores a los que se indican a continuación:

- Durante la operación de tendido, el radio de curvatura será, al menos, de 15 veces el diámetro exterior del cable.
- Una vez colocado, el radio de mínimo de curvatura será de 10 veces el diámetro exterior del cable más el diámetro del conductor.

Durante la operación de tendido se empleará un dinamómetro de tiro continuo, con objeto de no superar la tensión de tiraje máxima: 3 kg/mm2 para conductores de aluminio.

Los cambios de dirección en las arquetas o cámaras se producirán sobre rodillos, con objeto de evitar radios de curvatura inferiores a los admisibles. Además, se garantizará el empleo del número suficiente de rodillos para que la presión radial sobre el cable no sea superior a la máxima admisible y recomendada por el fabricante.

No se colocarán cables durante las heladas, ni estando éstos demasiado fríos, debiendo, por lo menos, permanecer doce horas en almacén a 20 grados centígrados antes de su colocación, sin dejarlos a la intemperie más que el tiempo preciso para su instalación.

Los conductores de cada circuito estarán convenientemente identificados en todo su recorrido, incluyendo: a la entrada/salida de las celdas de media/alta tensión, en el interior de las celdas, debajo de los conectores acodados, en los pasos de muro y en todas las arquetas. Esta identificación se realizará con manguitos termoretráctiles de los siguientes colores: verde para la fase R, amarillo para la fase S y marrón para la fase T.

Los cables se instalarán en los conductos utilizando guías adecuadas y no sometiendo los cables a tensiones ni rozaduras que puedan perjudicar el aislamiento y cubierta de los mismos.

En las canalizaciones entubadas, una vez terminado el tendido de los cables, se procederá al taponamiento de todos y cada uno de los tubos ocupados que constituyen la canalización, de forma que se evite la entrada de roedores, aguas fangosas o materias extrañas por el interior de los mismos. El taponamiento se realizará con espuma de poliuretano tipo EP-750 y aplicador AMEP.

Durante el tendido de los cables sobre las bandejas se verificará que los tornillos de unión de bandejas y soportes estos tienen la cabeza hacia el interior, (cabeza gota de sebo), con objeto de evitar el dañado de las cubiertas de los cables.

Una vez tendidos los cables por las canalizaciones enterradas, bandejas en locales técnicos, tubos DIN2440 desde la arqueta a pie de torre y fijación mediante grapas adecuadas a la torre final de línea se protegerán las puntas de los cables con capuchones termoretráctiles hasta la ejecución de los terminales acodados en las celdas y Elasticfit de exterior en las torres final de línea.

Los cables de un mismo circuito se montarán sobre la bandeja formando una terna, en contacto mutuo, y estarán sujetas entre sí y a la bandeja mediante bridas. Las bridas se montarán a una interdistancia aproximada de 70 cm.

Cada una de las ternas que forman los circuitos de acometida estará separada en la bandeja, de otros circuitos o conductores, el espacio de un diámetro equivalente de la terna.

La realización de empalmes requerirá la aprobación expresa del Director de Obra o cuando la longitud del cable supere los 1.150 metros.

Las pantallas de los cables serán puestas a tierra en ambos extremos en cada celda de MT y cuando la longitud del cable supere los 2.000 metros.

Los conductores de cada circuito estarán identificados a la entrada de las celdas, en el interior de las celdas debajo de los conectores acodados y en las arquetas. Esta identificación se realizará con manguitos termoretráctiles de los siguientes colores: verde para la fase R, amarillo para la fase S y marrón para la fase T.

Para la confección de kit terminales de MT se seguirán las instrucciones de montaje que facilita el fabricante con cada kit terminal.

La instalación y conexionado de los terminales de MT será realizada utilizando las herramientas y medios auxiliares, como cintas, recomendados por el fabricante de los terminales.

3.48.3 Ensayos

Una vez terminado el tendido e instalación de los empalmes y terminales, el cable será sometido a un ensayo de rigidez dieléctrica.

Antes de empezar la prueba, se asegurará que ambos extremos de los cables estén sueltos y aislados, de forma que la tensión aplicada no dañe al personal y a los aparatos.

La prueba será efectuada a la temperatura ambiente con corriente alterna y una curva sinusoidal de 25 a 100 ciclos ambos inclusive.

El valor de la tensión aplicada será el doble de la tensión nominal del sistema más 1000 voltios. La tensión irá aumentando gradualmente y mantenida al valor máximo durante 1 minuto.

Después de aplicada la tensión de prueba, se medirá la resistencia de aislamiento entre conductores y entre éstos y la pantalla. El valor mínimo de la resistencia de aislamiento será de 12 MΩ como mínimo.

Una vez finalizada la prueba, y conectado el cable, se comprobará la adecuada conexión a tierra de las pantallas.

Se inspeccionará la cubierta de los cables, los posibles daños mecánicos, en los puntos donde los cables salen de los tubos.

Estarán identificadas además con colores:

(1) Fase R o U o “0” Verde

(2) Fase S o V o “4” Amarillo

(3) Fase T o W o “8” Marrón.

Ensayos individuales:

- Medida de la resistencia eléctrica del conductor.
- Ensayo de tensión del aislamiento.
- Ensayo de descargas parciales.
- Ensayo de tensión de la cubierta exterior Spark-Test.

Ensayos especiales (Sobre una muestra)

- Examen del conductor
- Control dimensional

Una vez terminado el tendido e instalación de los empalmes y terminales, el cable será sometido a un ensayo de rigidez dieléctrica (ensayo único para terminal y cables).

Antes de empezar la prueba, se asegurará que ambos extremos de los cables estén sueltos y aislados, de forma que la tensión aplicada no dañe al personal y a los aparatos.

La prueba será efectuada a la temperatura ambiente con corriente alterna y una curva sinusoidal de 25 a 100 ciclos ambos inclusive.

El valor de la tensión aplicada será el doble de la tensión nominal del sistema más 1000 voltios. La tensión irá aumentando gradualmente y mantenida al valor máximo durante 1 minuto.

Después de aplicada la tensión de prueba, se medirá la resistencia de aislamiento entre conductores y entre éstos y la pantalla. El valor mínimo de la resistencia de aislamiento será de 12 MΩ como mínimo.

Una vez finalizada la prueba, y conectado el cable, se comprobará la adecuada conexión a tierra de la pantalla.

Se inspeccionará la cubierta de los cables, los posibles daños mecánicos, en los puntos donde los cables salen de los tubos.

3.48.4 Medición y abono

Los cables eléctricos se medirán por metro lineal, totalmente instalado, incluyendo accesorios de fijación y montaje, inspecciones y pruebas. El precio incluye el suministro, bobinas de transporte, medios auxiliares de tendido, transporte a obra, limpieza y acondicionamiento de canalizaciones existentes, tendido, fijación de cables en ternas cuando corresponda mediante bridas, inspecciones y pruebas, retirada de bobinas a fábrica y restos de montaje y en general todos aquellos trabajos no indicados que sean necesarios para la correcta ejecución y terminación de esta unidad de obra.

Los cables eléctricos se abonarán por metro lineal, según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto, incluyendo la parte proporcional de tendido, pequeño material y conexionado.

En cuanto a los terminales de los cables de media tensión, se medirán en unidades por cada extremo del cable, siempre totalmente instalados y en funcionamiento, incluyendo todos los accesorios, mano de obra y pruebas necesarias.

3.49 CABLES DE BAJA TENSIÓN

3.49.1 Condiciones de suministro y almacenaje

Todos los cables se enviarán a obra en bobinas normalizadas y debidamente protegidas con duelas.

- 4 veces su diámetro para diámetros exteriores <25mm,
- 5 veces su diámetro para diámetros exteriores entre 25mm y 50mm,
- 6 veces su diámetro para diámetros exteriores >50mm.

Tampoco se enrollarán con diámetros más pequeños que el de la capa inferior asentada sobre bobina de fábrica.

No se colocarán cables durante las heladas, ni estando éstos demasiado fríos, debiendo, por lo menos, permanecer doce horas en almacén a 20 grados centígrados antes de su colocación, sin dejarlos a la intemperie más que el tiempo preciso para su instalación.

Se deberán etiquetar las mangueras, indicando el circuito al cual pertenecen. La identificación de los conductores se realizará de acuerdo con la norma UNE 21.089.

3.49.2 Condiciones de tendido

Las líneas tendidas a los distintos receptores serán de una sola pieza, no permitiéndose empalme alguno.

Para realizar el tendido de los cables, se emplearán útiles para el desenrollado de las bobinas, las cuales estarán instalados sobre dichos útiles que le permitan girar sobre su eje, en cualquier caso, se seguirán las indicciones de los fabricantes para realizar el tendido.

Se situará el personal necesario a lo largo del tendido, especialmente en las zonas más difíciles, como son las arquetas de cambio de dirección, con objeto de comprobar el correcto desplazamiento del cable.

En caso de que sean necesarias se emplearán cabrestantes y poleas para realizar el tendido de los cables, éstas se emplearán siempre según las recomendaciones del fabricante, de cara a evitar dañar los cables.

Los aislamientos de la instalación deberán ser los reglamentados en función de la tensión del sistema.

Los cables para cada uno de los distintos sistemas de alimentación, estarán convenientemente identificados y separados en el trazado, de manera que sean fácilmente localizables.

Los cables estarán canalizados en bandejas o en tubos, según los sistemas previstos en la instalación. No se permitirá más de un nivel de cables en cada bandeja, debiendo ir correctamente peinados uniendo las ternas de cada circuito.

Las secciones serán las indicadas en el Proyecto. Cualquier cambio de sección de conductores deberá ser aprobado por el Director de Obra.

Se utilizarán colores de cubiertas normalizados. Los cables correspondientes a cada circuito se identificarán convenientemente en el inicio del circuito al que corresponde y durante su recorrido, cuando las longitudes sean largas o cuando por los cambios de trazado, sea difícil su identificación. Para ello, se utilizarán cinta aislante de colores (marrón, negro, gris y azul) para identificar las fases en el caso de unipolares de aislamiento 0,6/1kV, y etiquetas y otros elementos de identificación adecuados para identificar el circuito. El marcado de los cables se realizará como máximo cada 2 metros, o en su defecto a la distancia que fije la dirección de obra, en el caso de que el tendido en bandeja y en cada arqueta.

Dicho marcado se realizará indicando el circuito al cual pertenecen, con idéntica nomenclatura a la utilizada en los esquemas eléctricos desarrollados de la instalación.

Todas las puntas de cable serán identificadas de forma clara e indeleble, que no se perderá al desconectar los mismos.

Este marcado de los cables no se perderá al desconectar los mismos y el etiquetado deberá ser realizado de manera informática, a través de impresoras láser o LED ultravioleta, evitando los textos escritos "a mano", en cualquier caso, el resultado será resistente a la abrasión y altamente indeleble.

Se usarán preferentemente manguitos de señalización en los que se inserta la etiqueta.

Las etiquetas serán de policarbonato (PC), aptas para una temperatura de servicio de -40 hasta 120 ºC y no contendrán ni siliconas ni halógenos.

Para las mangueras y cables que salgan de los cuadros se emplearán placas rotuladas amarradas a los cables, éstas estarán formadas por una tira plástica con dos aberturas a través de las cuales se amarrará al cable por medio de 2 bridas, la etiqueta será blanca y de tamaño suficiente para albergar el texto de identificación de cable, en la cual se incluirá el origen y destino del cable, así como un texto identificativo que se le haya dado en los esquemas, dicho texto será de color negro. Todos los componentes serán libres de halógenos o siliconas.

Las bridas empleadas deberán ser de poliamida (material U60X o similar) o de polipropileno en el caso de cámaras húmedas en instalaciones de saneamiento. En cualquier caso serán de alta resistencia a la tracción (conforme a norma EN 62275), rango de temperatura de uso de -40ºC a 105ºC, de material aislante sin halógenos especiales para ambientes químicos corrosivos.

Todas las puntas de los cables incluirán terminales contráctiles en frio y premoldeados. El aislamiento de los terminales para cables será de material elastómero, resinas sintéticas. Los terminales se deberán suministrar completos con todos sus accesorios de montaje.

Los empalmes y conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones, por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Los conductores de sección superior a 6 mm² deberán conectarse por medio de terminales adecuados, cuidando siempre de que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

En general, para la instalación de conductores se seguirán las normas indicadas en el reglamento de baja tensión y la norma UNE 211435.

3.49.3 Ensayos

Se comprobará que llevan marcado en el cable el nombre del fabricante, su designación y el año de fabricación.

Todos los materiales utilizados presentarán certificados de conformidad con normas UNE que correspondan a las exigencias del proyecto.

Se realizarán los siguientes ensayos.

- Ensayo de rigidez dieléctrica de los aislamientos.
- Medida de la resistencia del aislamiento.
- Medida de la resistencia eléctrica de los conductores.

La tensión de prueba de los cables 750 V será de 500Vcc - 1 min y los de 0,6/1kV de cable de 1.000Vcc - 1 min.

La resistencia mínima de aislamiento, a la tensión de prueba será de 2MΩ para los cables de 0,6/1 kV y 1 MΩ para los de 750V.

De todos estos ensayos se entregarán como mínimo una copia por ensayo con: la realización de pruebas realizadas, resultados de las mismas, dosieres, elementos de medición y sus calibraciones, y toda la documentación necesaria para acreditar el paso favorable que deberá ser aprobada por la dirección de obra.

3.49.4 Medición y abono

Los cables eléctricos se medirán por metro lineal, totalmente instalado, incluyendo accesorios de fijación, montaje, identificación y conexionado. El precio incluye el suministro, bobinas de transporte, medios auxiliares de tendido, transporte a obra, limpieza y acondicionamiento de canalizaciones existentes, tendido, inspecciones y pruebas, y en general todos aquellos trabajos no indicados que sean necesarios para la correcta ejecución y terminación de esta unidad de obra.

Estarán incluidos también en la partida de metro lineal los terminales necesarios para la correcta instalación del cable, atendiendo a la sección y le método de conexión del mismo, incluyendo pequeño material y la instalación de terminales termoretráctiles.

Los cables eléctricos se abonarán por metro lineal, según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto para cada tipo y sección de los cables.

3.50 CABLES DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

3.50.1 Condiciones de suministro y almacenaje

Todos los cables se enviarán a obra en bobinas normalizadas y debidamente protegidas con duelas.

Tampoco se enrollarán con diámetros más pequeños que el de la capa inferior asentada sobre bobina de fábrica.

No se colocarán cables durante las heladas, ni estando éstos demasiado fríos, debiendo, por lo menos, permanecer doce horas en almacén a 20 grados centígrados antes de su colocación, sin dejarlos a la intemperie más que el tiempo preciso para su instalación.

3.50.2 Condiciones de tendido

Para realizar el tendido de los cables, se emplearán útiles para el desenrollado de las bobinas, las cuales estarán instalados sobre dichos útiles que le permitan girar sobre su eje, en cualquier caso, se seguirán las indicciones de los fabricantes para realizar el tendido.

Se situará el personal necesario a lo largo del tendido, especialmente en las zonas más difíciles, como son las arquetas de cambio de dirección, con objeto de comprobar el correcto desplazamiento del cable.

En caso de que sean necesarias se emplearán cabrestantes y poleas para realizar el tendido de los cables, éstas se emplearán siempre según las recomendaciones del fabricante, de cara a evitar dañar los cables.

Los cables de instrumentación serán multipolares, flexibles, con buenas características de EMC, con tensión nominal de aislamiento 300/500V cumpliendo con la normativa UNE 50288, y se utilizará para el intercambio de señales analógicas y digitales entre los equipos en la planta y los equipos de control.

En la cubierta exterior estará marcada con la identificación del fabricante, rango de tensión, tipo de aislamiento y calidad del conductor. Esta identificación estará repetida sucesivamente a lo largo de la longitud del cable instalado.

Se empleará cable apantatallado RC4Z1-k para señales analógicas, mangueras multihilo de tipo de RZ1-k para entradas o salidas digitales o instrumentación. En ningún caso se emplearán hilos de una misma manguera para señales de entras y salidas digitales, siempre se emplearán mangueras separadas.

Las mangueras multihilo serán específicas para el control, siendo los hilos del interior de color negro e identificados con números.

En el caso de los variadores, arrancadores u otros equipos que generen ruido electromagnético, para el cableado de sus señales de entradas y salidas se emplearán mangueras multihilo apantalladas tipo VC4V-K.

3.50.3 Ensayos

Se requerirá la presentación de certificados de cumplimiento de la normativa referenciada en este pliego de prescripciones

3.50.4 Medición y abono

Los cables de control e instrumentación se medirán por metro lineal, totalmente instalado, incluyendo accesorios de fijación, montaje, identificación y conexionado. El precio incluye el suministro, bobinas de transporte, transporte a obra, limpieza y acondicionamiento de canalizaciones existentes, tendido,

inspecciones y pruebas, y en general todos aquellos trabajos no indicados que sean necesarios para la correcta ejecución y terminación de esta unidad de obra.

Los cables de control se abonarán por metro lineal, según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto para cada tipo y sección de los cables.

3.51 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS ENTERRADAS

3.51.1 Condiciones generales de ejecución

Estarán constituidos por tubos de Polietileno (PE) de doble capa corrugada exteterior, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de los tubos serán las indicadas en el apartado de tubos.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de la tubular. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no. Deberán respetarse de igual manera los radios mínimos de curvatura especificados por el fabricante conforme a la Norma 50086-2-4. Lo ángulos en los cambios de dirección serán de apertura mayor que 120º.

Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias cada aproximadamente 35 metros atendiendo a la norma Iberdrola MT 2.03.21. En la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad y además deberá permitir las operaciones de tendido de los tubos y cumplir con las condiciones de paralelismo, cuando la haya. La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,60 m en acera o tierra, ni de 0,80 m en calzada. Si la canalización se realizara con medios manuales, debe aplicarse la normativa vigente sobre riesgos laborales para permitir desarrollar el trabajo de las personas en el interior de la zanja.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. Sobre esta capa de arena y a 0,10 m del firme se instalará una cinta de polietileno a todo lo largo del trazado del cable, para la señalización de la existencia de cables eléctricos subterráneos. Cuando el número de líneas sea mayor se colocarán más cintas señalización de tal manera que se cubra la proyección en planta de los tubos.

Los cables de control, red multimedia, etc. se tenderán en un ducto (multitubo con designación MTT 4x40). Este se instalará por encima de los tubos, mediante un conjunto abrazadera /soporte, ambos fabricados en material plástico. A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control incluido en paso por las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

El relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, para este rellenado se utilizará todo-uno, zahorra o arena. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón no estructural H 125 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realzar la apertura.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. Al objeto de impedir la entrada de agua, suciedad y material orgánico, los extremos de los tubos deberán estar sellados. Los tubos que se coloquen como reserva deberán estar provistos de los tapones que les correspondan.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

Las canalizaciones a realizar constarán de tantos tubos como sean necesarios para satisfacer el diámetro exterior marcado en la tabla 9 del apartado 1.2.4 de la ITC-BT 21 del reglamento de baja tensión.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm^2)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	≤ 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	--

Para más de 10 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección ocupada por los conductores.

El recorrido de la canalización, los detalles de las secciones y arquetas se recoge en sus respectivos planos.

Conversiones aéreo-subterráneas

Las tres fases del cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irán protegidas con un tubo de acero galvanizado, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas. El interior del tubo será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable averiado.

El tubo de acero galvanizado, se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua, y se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo por encima del nivel del terreno 2,5 m mínimo. El diámetro del tubo será como mínimo de 1,5 veces el diámetro de la terna de cables.

Derivaciones

No se admitirán derivaciones en T ni en Y.

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

Cruzamientos

Calles, caminos y carreteras

En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc., deberán seguirse las instrucciones fijadas en el apartado anterior relativas a la disposición, anchura y profundidad para canalizaciones entubadas. Los tubos de la canalización deberán estar hormigonados en toda su longitud.

Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Con otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión.

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica, será de 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esa distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubos de resistencia a la compresión de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 200 mm, un impacto de energía de 40 J.

La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 m.

Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 200mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1 m.

Con conducciones de alcantarillado

Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior, aunque si se puede incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos) siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 200 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

Con depósitos de carburante

Los cables se dispondrán dentro de tubos de suficiente resistencia siempre que cumplan con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten para un diámetro de 200 mm, un impacto de energía de 40 J y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo.

Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos de A.T. deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

Otros cables de energía

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 200mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

Canalizaciones de agua

La distancia tanto en plano vertical como en horizontal entre las canalizaciones eléctricas y de agua será la definida por el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia atendiendo a las características de cada obra, pudiéndose exigir distancias mínimas superiores y criterios más exigentes que los definidos en el reglamento, en cualquier caso, siempre se respetará los mínimos definidos en el reglamento.

Esta distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 200mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

Depósitos de carburantes

Los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo.

Arquetas y Marcos para canalizaciones subterráneas

Las arquetas serán realizadas de acuerdo al Anexo 5 de la norma MT 2.03.21 de Iberdrola.

3.51.2 Ensayos

Una vez terminada la ejecución de la canalización y se haya procedido a la limpieza interior de los tubos, se procederá al paso de testigos o mandrinos para asegurar que los tubos no se encuentran aplastados u obstruidos.

Estos testigos serán acordes a la sección interior del tubo o sistema equivalente y deberán de pasarse por todos los tubos que formen el prisma, el paso deberá de producirse sin atascos ni tirones.

En caso de no pasar, correrá a cargo del contratista el realizar las catas y reparaciones oportunas hasta conseguir que pase el testigo.

Se realizará un informe que será entregado a la dirección de obra para acreditar el paso favorable de las pruebas de paso de testigo, dicho informe deberá de ser aprobado por la dirección de obra.

3.52 BANDEJAS

3.52.1 Condiciones de suministro y almacenaje

Cada caja llevará marcados, de forma indeleble y bien visible, los datos siguientes:

- Marca comercial.
- Referencia.
- Cantidad.
- Dimensiones.
- Código de fabricación.
- Referencia de las marcas de calidad.

Almacenaje: En lugar protegido contra los impactos, la lluvia, la humedad y los rayos del sol y sin contacto directo con el suelo.

3.52.2 Condiciones de instalación

Las canalizaciones se instalarán siguiendo los planos de canalizaciones del proyecto. Antes de la instalación de las canalizaciones, se deberán presentar para su aprobación por la Dirección de Obra los planos necesarios para definir correctamente la situación y formación de todos los puntos de apoyo de la bandeja, anclajes de tubos, así como las piezas especiales que sean necesarias. Nunca las bandejas deben ser ocupadas por más del 80% de su capacidad.

Los empalmes de bandeja nunca deben estar separados de los soportes más de 1/10 de la longitud o separación de dichos soportes.

Una vez instaladas las bandejas y antes de colocar los cables, la Dirección de obra podrá pedir una prueba de carga de las mismas para comprobar su seguridad. Para admitir el peso de acuerdo a la capacidad de cada bandeja, las flechas anteriormente indicadas pueden alcanzar valores superiores, aunque nunca deberán superar los 10 mm.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de 3 cm, por lo menos.

El montaje de las bandejas se realizará nivelándolas convenientemente y enrasándolas de forma que la disposición longitudinal de un conjunto de bandejas quede al mismo nivel y en línea recta, utilizándose soportes adecuados para montaje vertical u horizontal.

Las bandejas metálicas se pondrán a tierra en los extremos conectándose a las mallas de tierra enterradas y se garantizará la continuidad entre las diferentes secciones de las bandejas.

3.52.3 Ensayos

La Dirección de Obra comprobará que los materiales son de fabricante conocido, realizando una inspección visual, para comprobar que se trata de material de nuevo uso. El material será suministrado acompañado de los documentos que acrediten al menos el ensayo de espesor en micras del galvanizado en el caso de las bandejas.

La recepción de las canalizaciones, se hará comprobando que cumplen las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las especificaciones técnicas del CABB, en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en las correspondientes normas u disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

3.52.4 Medición y abono

Las bandejas se medirán por metro lineal, totalmente instalado, incluyendo accesorios, estructura de fijación y montaje.

Las bandejas se abonarán por metro lineal, según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto para cada tipo y anchura.

3.53 TUBOS PARA CONDUCCIONES ELÉCTRICAS

3.53.1 Condiciones de montaje

Las canalizaciones entubadas se instalarán siguiendo los planos de canalizaciones del proyecto. Antes de la instalación de las canalizaciones, se deberán presentar para su aprobación por la Dirección de Obra, los planos necesarios para definir correctamente la situación y formación de todos los anclajes de tubos, así como las piezas especiales que sean necesarias. Los tubos nunca deben estar ocupados por más del 50% de su capacidad interior cuando lleven un circuito, 33% cuando lleven 2, 40% cuando lleven 3-4, y 33% cuando lleven 5 o más circuitos.

Separación con otros servicios

Las instalaciones de cables subterráneos de AT deben cumplir las condiciones que puedan imponer otros Organismos Competentes afectados, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de AT.

- Paralelismo. Es el caso cuando la canalización discurre sensiblemente paralela a la de otros servicios, pudiendo ser tanto en sentido horizontal como vertical. La separación mínima requerida será la siguiente:
  - Líneas de alta o baja tensión: 25 cm. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales resistentes a la propagación de la llama, con una resistencia a la compresión de 450 N y una energía de impacto para uso normal según se establece en la norma UNE 61386. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1m.
  - Cables de telecomunicaciones: 25 cm. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales resistentes a la propagación de la llama, con una resistencia a la compresión de 450 N y una energía de impacto para uso normal según se establece en la norma UNE 61386.
  - Canalizaciones de agua, gas, etc.: 25 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, la canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias, constituidos por materiales resistentes a la propagación de la llama, con una resistencia a la compresión de 450 N y una energía de impacto para uso normal según se establece en la norma UNE 61386.
  - Canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar): 100 cm. g)
- Cruces. La separación mínima requerida será la siguiente:
  - Calles y carreteras: Los cables se colocarán en el interior de tubos hormigonados en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,50 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial
  - Líneas de alta o baja tensión: 25 cm. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales resistentes a la propagación de la llama, con una resistencia a la compresión de 450 N y una energía de impacto para uso normal según se establece en la norma UNE 61386. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1m.
  - Con cables de telecomunicación: 25 cm. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales resistentes a la propagación de la llama, con una resistencia a la

compresión de 450 N y una energía de impacto para uso normal según se establece en la norma UNE 61386. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1m.

- Canalizaciones de agua, gas, etc.: 25 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otras a una distancia superior a 1 m del punto de cruce.
- Conducciones de alcantarillado: Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas.
- No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de una adecuada resistencia mecánica.
- Depósitos de carburante: Los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo.

3.53.2 Condiciones de suministro y almacenaje

Todas las partidas de tubos deberán presentar certificados de cumplimiento de la normativa vigente que les afecta y especificada en las características técnicas. El material no presentará ningún tipo de defecto de fabricación.

Rígidos

Se comprobará que todos los tubos, curvas, etc. lleguen a obra roscados y con las especificaciones que se le han exigido en el tubo, así como las correspondientes tuercas y contratuercas.

Flexibles

El material no presentará ningún tipo de síntomas de rigidez o fragilidad. Llegarán a obra en rollos.

3.53.3 Ensayos

La Dirección de Obra comprobará que los materiales son de fabricante conocido, realizando una inspección visual, para comprobar que se trata de material de nuevo uso.

La recepción de las canalizaciones, se hará comprobando que cumplen las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las Especificaciones técnicas del CABB, en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en las correspondientes normas u disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

3.53.4 Medición y abono

Los tubos se medirán por metro lineal totalmente instalado, incluyendo accesorios de fijación y montaje. Los tubos se abonarán por metro lineal, según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto para cada tipo y diámetro de tubo.

3.54 PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

3.54.1 Introducción

La Puesta en Servicio es la fase comprendida por la Etapa Documental y de Legalización, Etapa de Puesta en Marcha y Pruebas de rendimiento, donde se detallan las diferentes fases del proceso, una vez finalizado el montaje mecánico, eléctrico, electrónico, así como concluida la etapa de introducción de los programas de software en todos los sistemas, incluido redes de comunicación.

Las diferentes fases detalladas anteriormente deberán ser realizadas por el Contratista, previa entrega de la instalación al Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia (CABB), siendo el objetivo de esta fase la entrega de una instalación operacional, teniendo en cuenta la seguridad de las personas, así como de los sistemas en los que se va a operar.

Las pruebas se deberán de realizar de acuerdo a las instrucciones individuales incluidas en los manuales de los fabricantes, pruebas realizadas en fábrica y certificados de cumplimiento.

Aquellos equipos que, por su complejidad, vinculación con garantías y/o cumplimiento de cualquier tipo de legislación, o función crítica en los procesos en los que se han instalado, serán probados conjuntamente con el representante designado por el fabricante, de acuerdo a sus propios protocolos. Estos equipos deben ser identificados con la suficiente antelación, al objeto de planificar la asistencia de los recursos apropiados y verificar los protocolos de pruebas a aplicar.

Si por cualquier causa imputable al Contratista, no procediese a realizar la recepción de la obra, se suspenderá ésta y se señalará un plazo prudencial para subsanar y corregir los defectos o fallos en el caso de que fueran fácilmente corregibles. Si los defectos o fallos fueran graves y/o de trascendencia, se elaborará el informe preceptivo correspondiente que se comunicará al Contratista para su cumplimiento obligatorio o, en su caso, para la rescisión del contrato.

Durante dicho periodo, la Dirección de Obra (DO) del CABB solicitará las exigencias de pruebas necesarias. Se deberá de tener durante la realización de las mismas el apoyo del personal de explotación a la vigilancia de maniobras y verificaciones, sin ninguna responsabilidad y siempre bajo la tutela del Contratista, quien estará obligado a enseñar a utilizar directa o indirectamente el modo de explotación de la instalación al personal del Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia por un periodo de tiempo acordado con éste durante la realización de las Pruebas.

3.54.2 Etapa documental y de legalización

Un mes antes de la finalización del periodo de construcción y montaje, el Contratista deberá de entregar el Programa de Puesta en Servicio, en el cual se deberá de indicar las fechas de entrega de los diferentes documentos que comprende el Programa. Éste deberá de contemplar al menos los siguientes puntos:

Programa de Puesta en Servicio

- Legalización de las instalaciones.
- Conexión del suministro de energía.
- Solicitud de Testigo para la integración en el sistema de control central.
- Presentación de la Documentación de Explotación y Mantenimiento.
- Acta de Inicio de los Trabajos de Puesta en Marcha.
- Integración en el sistema de control central.
- Acta de Finalización de los Trabajos de Puesta en Marcha.
- Plan de Pruebas de Rendimiento.
- Acta de Inicio de Pruebas de Rendimiento.

- Acta de Finalización de Pruebas de Rendimiento.

Una vez entregado el Programa de Puesta en servicio, se dará paso a la firma del "Acta de Finalización del periodo de construcción y montaje".

A continuación, se tramitará por parte del Contratista la Legalización de las instalaciones y la conexión del suministro de energía, además de la Energización de los sistemas eléctricos tanto de alta como de baja tensión, verificando los circuitos de control, enclavamientos y dispositivo de disparo, así como de la eficacia de la instalación a tierra.

Por último, el Contratista solicitará a la DO la "Solicitud testigo para la integración en sistema de control".

A continuación, se indica la Documentación necesaria a presentar por el Contratista previa a la Etapa de Puesta en marcha:

- Características técnicas de las obras
  - Descripción técnica
  - Memoria de funcionamiento
  - Diagramas de flujo
  - Planos descriptivos generales
- Equipamiento electromecánico
  - Listado y fichas de equipos mecánicos y de instrumentación
  - Manuales de instrucciones de máquinas, equipos de trabajo e instrumentación.
  - Mecanismos
  - Instalaciones especiales
- Instalación eléctrica y de control
  - Baja tensión
  - Alta tensión
  - Esquemas eléctricos
  - Cuaderno de tareas
  - Programación PLC
- Delimitación de redes e incorporaciones
  - Planos de planta generales
  - Fichas de inspección de los pozos de registro
- Legalización de las instalaciones
- Plan de mantenimiento
- Planos

3.54.3 Etapa de puesta en marcha

Comprende las operaciones necesarias para conseguir el funcionamiento estable de la instalación, entendiendo como aquel en el cual todos los elementos funcionan en la forma prevista. Para ello se realizarán las pruebas necesarias con el objeto de verificar el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el Proyecto.

Esta Etapa comienza con la firma del "Acta de Inicio de los Trabajos de Puesta en Marcha".

La Etapa de la Puesta en Marcha deberá de comprender al menos las siguientes fases:

- <u>Verificación de construcción:</u>

Verificación y comprobación de las condiciones de instalación, así como del montaje de los equipos electromecánicos.

- Pruebas preoperacionales en vacío

Actividad a realizar en aquellos equipos donde no se haya podido aplicar o no se disponga de fluido de proceso.

Éstas incluyen:

- Pruebas en vacío de los motores.
- Pruebas y ajustes de los componentes individuales instalados en los equipos e instrumentos, así como la verificación contra el SCADA del sistema de control.

- Puesta en carga

Su función es probar los equipos con agua limpia, fluidos de proceso o gases, con el objeto de realizar una Puesta en marcha en carga de los equipos. Para ello:

- Realizar una correcta limpieza y llenado de tuberías, evitando en la medida de lo posible la utilización de reactivos de proceso sustituyéndolos por agua como fluido seguro.
- Operación de los equipos en un modo cercano a su punto de diseño, comprobando su correcto funcionamiento y cumplimiento de puntos de trabajo garantizados.
- Comprobación de ausencia de problemas durante las fases de arranque y paradas, así como durante un periodo largo de trabajo.

Una vez concluida esta Etapa, la Dirección de Obra del CABB, solicitará las pruebas necesarias de comprobación de la Puesta en Marcha, con la ayuda del personal de explotación, los cuales apoyarán la vigilancia de maniobras y verificaciones, sin ninguna responsabilidad y bajo la tutela del Contratista, quien estará obligado a enseñar a utilizar directa o indirectamente el modo de explotación de la instalación al personal del CABB.

3.54.3.1 Control de modificaciones temporales

Se entiende por modificación temporal una alteración o incorporación de componentes en disposiciones diferentes a las previstas en proyecto como disposición final y necesaria para realizar las actividades programadas de pruebas.

Las modificaciones temporales de los componentes de la instalación son necesarias para facilitar las pruebas durante el periodo de Puesta en Marcha. Estas modificaciones deben ser claramente identificadas, documentadas y controladas para asegurar el adecuado restablecimiento del sistema a su configuración prevista y para notificar al personal su existencia.

Estas modificaciones pueden ser:

- Cambios en la configuración de la instalación.
- Alteración de la lógica de operación de componentes incluyendo puentes eléctricos y protecciones quitadas, tanto con soporte físico como con soporte lógico.
- Instalación temporal de material o partes de un componente.
- Intercambios de piezas de componentes intercambiables, siempre que sea temporal.
- Otras modificaciones.

La Dirección de Obra será la única autorizada para iniciar o restablecer una modificación temporal. Para alteraciones que puedan afectar a garantías, deberán ser aprobadas por el Contratista, previa aprobación de la Dirección de Obra.

Ni la Dirección de Obra, ni el Contratista podrán autorizar modificaciones temporales que pudieran:

- Amenazar la seguridad del personal.
- Deformar o alterar componentes de modo permanente.
- Operar equipos más allá de sus límites operacionales del diseño.
- Afectar a garantías sin las aprobaciones oportunas.

Una modificación temporal se considerará restablecida cuando esté de acuerdo con la última revisión de planos o documentos del proyecto. Lo cual puede cumplirse en ambos sentidos, bien ajustando la modificación física a los planos o viceversa.

Las modificaciones temporales deberán quedar perfectamente señalizadas y etiquetadas, así como registradas en el Acta de Finalización de los Trabajos de Puesta en Marcha.

La Etapa de Puesta en Marcha finalizará, con la firma del "Acta de Finalización de los Trabajos de Puesta en Marcha".

3.54.4 Etapa de pruebas de rendimiento

Esta Etapa consiste en la validación final de las variables de diseño fijadas en el proyecto con respecto a automatismos, consumos eléctricos, presiones, rendimientos del proceso de depuración (gas, líquido y sólido), caudales de agua residual y de aire entre otros, con los fluidos de diseño y/o sus correspondientes productos químicos. El personal de la explotación del CABB apoyará la vigilancia de maniobras y verificaciones, sin ninguna responsabilidad y siempre bajo la tutela del Contratista.

El Contratista previo al inicio de las Pruebas de Rendimiento deberá de entregar el Plan de Pruebas de Rendimiento, en el cual deberán de quedar perfectamente registrados los parámetros de operación y funcionamiento de los diferentes procesos de tratamiento implementados, así como la verificación de los rendimientos y garantías conforme al diseño de la instalación y de los documentos contractuales asociados.

Para poder realizar adecuadamente esta fase el Contratista deberá de disponer de:

- Permisos necesarios.
- Procedimientos.
- Registro de toma de datos y control de proceso.
- Repuestos.
- Consumibles.

A continuación, se indica una serie de parámetros mínimos que se han de incluir en el Plan de Pruebas de Rendimiento. Estos parámetros podrán sufrir modificaciones si así lo considera la Dirección de Obra.

AGITADOR

- Potencia
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

ALTERNADOR

- Intensidad nominal
- Tensión de alimentación
- Frecuencia de trabajo
- Potencia
- Máximo de RPM
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

ARRANCADOR ESTÁTICO

- Tensión nominal eficaz
- Tensión en continuo máxima.
- Tensión inicial
- Rampa aceleración
- Rampa deceleración
- Potencia nominal
- Intensidad nominal
- Intensidad máxima en 60 s.
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

BOMBAS

- Presión de trabajo
- Caudal nominal
- Rendimiento volumétrico
- Temperatura de fluido máxima
- Altura de elevación máxima
- Potencia absorbida
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

CINTA TRANSPORTADORA

- Potencia
- Caudal nominal
- Velocidad
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

COMPRESOR

- Presión nominal
- Potencia motor
- Caudal nominal
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

CAUDALÍMETRO

- Caudal máximo
- Caudal mínimo
- Temperatura de trabajo
- Precisión
- Presión nominal
- Consumo eléctrico

DOSIFICADOR EN POLVO

- Caudal máximo
- Caudal mínimo
- Potencia

- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

EXTRACTOR

- Intensidad máxima admisible
- Potencia instalada
- Caudal máximo
- Eficiencia
- Potencia absorbida
- Presión de aire
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

FILTROS

- Caudal nominal
- Pérdida de carga inicial
- Pérdida de carga final
- Temperatura de trabajo máxima
- Presión de trabajo
- Velocidad de filtración
- Consumo aire comprimido
- Presión aire de limpieza
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

FILTRO PRENSA

- Presión de filtración
- Potencia motor traslado placas
- Potencia motor central hidráulica
- Caudal
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

GRUPO ELECTRÓGENO

- Potencia nominal
- Potencia máxima
- Revoluciones motor
- Tensión de alimentación
- Frecuencia de trabajo
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

GRUPO HIDRÁULICO

- Caudal máximo
- Presión de trabajo máxima
- Potencia del motor
- Caudal mínimo
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

GRUPO DE PRESIÓN

- Caudal máximo
- Potencia
- Presión de trabajo máxima
- Altura manométrica
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

INTERCAMBIADOR

- Presión de trabajo
- Temperatura de trabajo mínima
- Temperatura de trabajo máxima
- Rendimiento
- Potencia mínima
- Potencia máxima
- Caudal fluido (max/min) 1
- Caudal fluido (max/min) 2
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

MEZCLADOR

- Caudal nominal
- Potencia motor
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

MOTOR

- Potencia
- Tensión de alimentación
- Revoluciones
- Rendimiento
- Temperatura de ambiente máxima
- Intensidad nominal
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

PISTÓN HIDRÁULICO

- Presión nominal
- Presión de trabajo máxima
- Velocidad de carrera

REDUCTOR

- Velocidad de entrada
- Velocidad de salida

SACO FILTRANTE

- Pérdida de carga

SECADOR

- Caudal nominal
- Perdida de carga
- Presión de trabajo

SEPARADOR ARENAS

- Capacidad entrada de líquido
- Consumo
- Capacidad extracción sólidos
- Rendimiento separación arena
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

SOPLANTE

- Volumen de fluido aspirado
- Presión absoluta de aspiración
- Presión absoluta de impulsión
- Presión diferencial
- Potencia nominal motor
- Temperatura de aspiración
- Temperatura de impulsión
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

TORNILLO SIN FÍN

- Potencia motor
- Revoluciones motor
- Revoluciones tornillo
- Caudal máximo
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

TRITURADOR

- Potencia
- Velocidad de ejes de corte
- Capacidad
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

TURBINA

- Potencia entregada
- Presión de entrada
- Temperatura de vapor de entrada
- Velocidad de giro
- Presión de vapor de escape
- Potencia instalada
- Temperatura de trabajo
- Velocidad de rotación
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

TURBO SOPLANTE

- Caudal aspirado mínimo
- Caudal aspirado máximo
- Presión aspiración
- Presión descarga máxima
- Temperatura de aspiración mínima
- Temperatura de aspiración máxima
- Potencia absorbida
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

VÁLVULAS

- Presión de trabajo
- Temperatura de trabajo
- Caudal

VENTILADOR

- Velocidad
- Intensidad
- Potencia motor
- Caudal máximo
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro.

Mediante la firma del "Acta de Inicio de Pruebas de Rendimiento", se dará paso a esta Etapa.

El resultado negativo de algunas de las pruebas dará lugar a la reiteración de la misma prueba tantas veces cuantas considere necesaria la Dirección de Obra, y en los lugares elegidos por ésta, hasta comprobar si la prueba negativa afectaba a una zona parcial susceptible de reparación, o reflejaba defecto de conjunto que motivase la no admisión en su totalidad de la instalación comprobada. En el supuesto caso de que las pruebas dieran negativas, no se procedería a la firma del acta de Finalización de Pruebas de Rendimiento ni a la recepción de las obras.

En caso de avería o parada de algún elemento de la Instalación, la Dirección de Obra decidirá, en función del tipo de circunstancia, si el plazo de comprobación del rendimiento debería comenzar desde el principio o pudiera ser acumulado.

El CABB tendrá acceso a la información técnica y podrá realizar cuantos ensayos e hipótesis de funcionamiento estime oportunos, como verificación de un correcto funcionamiento de la instalación.

El Contratista repondrá o modificará, a su costa, aquellos equipos o piezas necesarias para superar las pruebas citadas.

Una vez finalizada las Pruebas de rendimiento de la instalación, el Contratista deberá entregar a la Dirección de Obra una serie de documentos que puedan justificar las pruebas realizadas, y de esta forma transferir la obra a la Dirección de Explotación y Gestión de activos del CABB, así como la siguiente documentación técnica:

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

- Control de calidad Obra civil
  - Control de Calidad del Hormigón
  - Control de Calidad de barras de acero corrugado

- Control de Calidad de tuberías de hormigón
- Control de Calidad de tuberías de PE
- Control de Calidad de tuberías de fundición
- Pruebas de estanqueidad e inspecciones con cámara
- Control de Calidad de materiales de relleno
- Certificados de Calidad de elementos de acero inoxidable
- Fichas de inspección de pozos de registro

- Control de calidad del equipamiento Mecánico y Eléctrico
  - CCM
  - PLC
  - Equipos electromecánicos
  - Instrumentación
  - Mecanismos
  - Instalaciones especiales

Mediante la firma del "Acta de Finalización de las Pruebas de Rendimiento" se dará por concluida esta Etapa.

3.54.5 Medición y abono

El periodo de Puesta en Servicio será variable en función del tipo de instalación. Durante estas pruebas, Explotación como Gestión de Activos del CABB, podrán estar presentes recibiendo la información necesaria, para su posterior explotación y mantenimiento de la Planta.

La Puesta en Servicio, la cual comprende, entrega de la Documentación y Legalización de la instalación, así como la Puesta en marcha y Pruebas de Rendimiento, se abonará en unidades independientes dentro del capítulo denominado Puesta en Servicio del presupuesto del proyecto, salvo contradicción del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

El abono completo del equipamiento de las instalaciones puede estar pendiente de los resultados obtenidos en esta fase según lo dispuesto en cada caso por los subcapítulos correspondientes del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales y por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

3.55 CARPINTERIA METÁLICA Y CERRAJERÍA

3.55.1 Barandillas

3.55.1.1 Definición

La forma y dimensiones de estas unidades se definirán en los planos de detalle o P.P.T.P.

3.55.1.2 Ejecución

La ejecución de esta unidad, tal como se expresa en su definición del Cuadro de Precios nº 1, comprende todos los trabajos, medios y materiales precisos para su completa realización, incluso la pintura aplicada de acuerdo con las prescripciones establecidas en el presente Pliego.

3.55.1.3 Medición y Abono

Esta unidad se medirá y abonará mediante la aplicación de los precios correspondientes a los metros lineales (m) realmente colocados en obra.

3.55.2 Cadenas de seguridad

3.55.2.1 Definición

La forma y dimensiones de estas unidades se definirán en los planos de detalle o P.P.T.P.

3.55.2.2 Ejecución

La ejecución de esta unidad, tal como se expresa en su definición del Cuadro de Precios, comprende todos los trabajos, medios y materiales precisos para su completa realización.

No se empleará yeso para recibir los elementos de anclaje.

3.55.2.3 Medición y Abono

Esta unidad se medirá y abonará mediante la aplicación de los precios correspondientes a los metros lineales (m) realmente colocados en obra.

3.55.3 Escaleras

3.55.3.1 Definición

La forma y dimensiones de estas unidades se definirán en los planos de detalle o P.P.T.P.

3.55.3.2 Ejecución

La ejecución de esta unidad, tal como se expresa en su definición del Cuadro de Precios, comprende todos los trabajos, medios y materiales precisos para su completa realización.

No se empleará yeso para recibir los elementos de anclaje.

3.55.3.3 Medición y Abono

Esta unidad se medirá y abonará mediante la aplicación del precio correspondiente a los metros lineales (m) realmente colocados en obra.

3.55.4 Carpintería metálica

3.55.4.1 Condiciones generales de ejecución

Las piezas, perfiles, etc., antes de ser colocadas recibirán la aprobación del Director de Obra.

Las tolerancias admisibles en la colocación de elementos son las siguientes:

- Aplomo de elementos verticales:
  - ± 2 mm para altura máxima de 3 m.
  - ± 3 mm para altura superior a 3 m.
- Nivel de los elementos horizontales:
  - ± 1,5 mm hasta 3 m. de longitud
  - ± 2 mm hasta 5 m. de longitud
  - ± 2,5 mm hasta 5 m. de longitud en adelante
- Holgura máxima entre elementos fijos y elementos móviles 10 mm.

No se empleará yeso para recibir los elementos de anclaje.

En todo lo no indicado expresamente en el presente Pliego o P.P.T.P. se seguirá CTE.

3.55.4.2 Medición y Abono

Salvo indicación en contrario en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, los elementos objeto del presente apartado se medirán en metros cuadrados (m^2) de superficie realmente cerrada.

El abono se realizará mediante aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios.

En dichos precios se consideran incluidos todos los materiales, medios auxiliares y trabajos necesarios para la completa finalización de las unidades de obra correspondientes.

3.56 PROTECCIÓN E INTEGRACIÓN AMBIENTAL

3.56.1 Medidas de protección-prevención

3.56.1.1 Jalonado temporal de protección

3.56.1.1.1 Definición y condiciones generales

Definición

Esta unidad tiene por objeto delimitar el perímetro de actividad de obra mediante un jalonamiento temporal, de forma que el tráfico de maquinaria, las instalaciones auxiliares y caminos de obra se ciñan obligatoriamente al interior de la zona acotada.

Condiciones generales

La ejecución de la unidad de obra incluye las operaciones siguientes:

- Replanteo del jalonamiento
- Suministro y transporte a la obra de los materiales necesarios
- Colocación de los soportes y cinta de señalización
- Revisión y reposición sistemática del jalonamiento deteriorado
- Retirada del mismo a la terminación de las obras

El jalonamiento temporal de protección estará constituido por soportes de angular metálico de treinta milímetros (30 mm) y un metro de longitud, estando los veinte centímetros (20 cm) superiores cubiertos por una pintura roja y los treinta centímetros (30 cm) inferiores clavados en el terreno. Estos soportes, colocados cada ocho metros (8 m), se unirán entre sí mediante una cinta de señalización de obra, atada bajo la zona pintada del angular metálico.

El jalonamiento temporal reforzado estará constituido por soportes metálicos de cuarenta milímetros (40 mm) y dos metros de longitud, anclados a bases de hormigón. Estos soportes se colocarán cada tres metros y medio, se unirán entre sí mediante malla electrosoldada de un metro y ochenta y cinco centímetros de altura.

3.56.1.1.2 Ejecución

El jalonamiento se instalará siguiendo el límite de expropiación para el trazado y reposiciones de servidumbres, así como en el límite de las zonas de ocupación temporal, incluyendo préstamos, vertederos, instalaciones y caminos de acceso. Siguiendo las indicaciones del Técnico de Seguimiento Ambiental en Obra, se jalonarán asimismo las zonas a proteger, tales como las de vegetación de mayor valor, yacimientos arqueológicos, etc.

Será competencia de la Dirección de Obra la determinación de zonas nuevas que deban jalonarse, a fin de señalizar la prohibición de acceso por parte de la maquinaria o incluso del personal que intervenga en la ejecución de las obras.

El jalonamiento deberá estar totalmente instalado antes de que se inicien las tareas de desbroce o de cualquier otro movimiento de tierras. El contratista será responsable del adecuado mantenimiento del mismo hasta la emisión del Acta de recepción de las obras, y de su desmantelamiento y retirada posterior.

3.56.1.1.3 Medición y abono

Estas unidades se medirán y abonarán al precio indicado en el cuadro de precios para las unidades correspondientes. Se medirán y abonarán por metros linéales (ml), realmente ejecutados.

Los precios incluyen, el suministro de los materiales, el replanteo y ejecución del jalonamiento, su mantenimiento y retirada al finalizar las obras.

3.56.1.2 Riego antipolvo

3.56.1.2.1 Definición y alcance

Se define como riego antipolvo el aporte artificial de agua, sobre las superficies afectadas por la obra (viales, explanadas de acopios, etc…) cuya misión es evitar la resuspensiónde las partículas de polvo acumuladas, durante los periodos secos, como resultado del tránsito de obra, y por tanto, contribuir a la protección de la atmosfera.

Se podrán realizar de manera manual , con manguera,o con camión cisterna.

3.56.1.2.2 Ejecución de las obras

En la ejecución de los riegos se tendrá especial cuidado en no dificultar la seguridad vial por lo que, en el caso de que el vehículo-cisterna deba ocupar la calzada o arcenes, deberá procederse a una señalización suficiente que alerte a los usuarios de la vía de que se están realizando trabajos en la misma. Se evitará en todo momento que el agua de riego moje la calzada.

Salvo en aquellas zonas provistas de bocas de riego o cualquier sistema de riego por aspersión, goteo, etc., el agua de riego se aplicará mediante manguera por impulsión desde cisterna.

La aplicación con manguera ha de realizarse de modo que:

- No se origine un lavado del suelo.
- No se produzcan erosiones en el terreno.
- No se hagan aflorar a la superficie los fertilizantes.
- No se descalcen las plantas ni se deteriore su alcorque.

Para todo lo cual se ajustarán convenientemente la presión, caudal, dirección del chorro y distancia de la boca de la manguera a la superficie a regar.

Los daños causados por una aplicación indebida del agua de riego serán a cuenta del Contratista y deberán ser subsanados seguidamente por él. De modo particular, el deterioro del alcorque de las plantas como consecuencia del riego exige su inmediata reposición a las correctas condiciones de forma.

Corresponde exclusivamente al Contratista conseguir el lugar y condiciones de suministro del agua para riego, así como el pago de la misma.

3.56.1.2.3 Medición y abono

Los riegos se abonrán con las unidades contemadas para tal fin en el Cuadro de Precios Nº1 del proyecto.

En el caso de riego mediante cisterna, se abonará por hora de camnión cisterna, includo en dicha hora el coste del conductor.

3.56.1.3 Gestión de residuos

3.56.1.3.1 Definición

Residuo de construcción y demolición: cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de «Residuo» incluida en el artículo 3.a) de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, se genere en una obra de construcción o demolición.

3.56.1.3.2 Gestión

Los residuos inertes de construcción y demolición deberán segregarse durante su generación, localizando contenedores adecuados para su acopio en diferentes partes de la obra.

El contratista deberá establecer en obra los medios necesarios para garantizar la ausencia de mezcla de estos materiales con residuos peligrosos; así como la inaccesibilidad pública a estos depósitos, en caso de que no pueda garantizarse la no-utilización de estos contenedores por parte del público, deberán trasladarse diariamente a gestor autorizado de residuos.

Estos residuos deberán ser gestionados independientemente por la empresa adjudicataria a través de gestor autorizado, garantizando un medio de transporte inscrito en el registro de transportistas autorizados para traslado de este tipo de residuos.

En cualquier caso, la actividad del contratista debe garantizar el cumplimiento de la legislación en materia de residuos, dando cumplimiento a lo establecido en el *DECRETO 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.*

3.56.1.3.3 Medición y abono

Estas unidades se medirán y abonarán al precio indicado en el cuadro de precios para las unidades correspondientes. Se medirán y abonarán por metros cúbicos(m^3) o toneladas (tn), realmente gestionados.

Los precios de aplicación en la Gestión de Residuos serán los definidos en el Cuadro de Precios Nº1 del proyecto.

3.56.1.4 Punto limpio

3.56.1.4.1 Definición y alcance

El objeto del Punto Limpio es adecuar una zona señalizada dentro de la obra para el acopio y almacenamiento temporal de los distintos tipos de residuos generados en la obra y gestionados por el contratista, que deberá incluir un tejado, cubeto retentor de fugas, y depósitos estancos y abiertos en numero suficiente para los distintos tipos de residuos previstos .

Se trata de un emplazamiento aislado de las aguas de lluvia y las aguas de escorrentía, y con capacidad de contención de forma que cualquier vertido que se produzca en su interior pueda ser recogido con seguridad para el medioambiente, sin que se transmita al suelo o a las aguas.

3.56.1.4.2 Ejecución de las obras

El punto limpio deberá ejecutarse considerando el plan de obra en el que se establezcan los parques de maquinaria, áreas de acopio, zonas de paso y otras instalaciones auxiliares, proponiéndose su localización de acuerdo con el estudio de impacto ambiental, y la mejor accesibilidad para su utilización desde las zonas de posible generación de los residuos.

Esta instalación se ejecutará íntegramente en el primer mes desde la emisión del acta de replanteo, debiéndose mantener en adecuadas condiciones a lo largo de toda la duración de la obra: en esto se incluirá su limpieza, la integridad del aislamiento, la integridad del cierre, y cualquier otro aspecto que influya en su funcionalidad.

Finalmente se desmontará antes de la entrega de la obra, tras la autorización por escrito del Técnico de Seguimiento Ambiental en Obra, reutilizándose los postes, el vallado, los depósitos y los carteles, y gestionando como residuos los materiales de hormigón demolido.

Finalmente se reintegrará la zona en el entorno, aportando tierra vegetal y realizando las siembras y plantaciones que sean precisas.

3.56.1.4.3 Control de calidad

Se comprobará antes de la ejecución del punto limpio:

- La idoneidad de la propuesta de localización;

Se comprobará durante su ejecución:

- La solidez de los elementos que la forman,
- La accesibilidad,
- Otras características establecidas en este artículo (contenido, protección y señalización)

Se comprobará tras su ejecución:

- El mantenimiento de su funcionalidad,
- El mantenimiento de la correcta señalización exigible,
- El estado de limpieza,
- La presencia de todos los elementos que la integran,

Se comprobará antes de la entrega de la obra:

- La demolición efectiva de los materiales de hormigón y la gestión de sus constituyentes residuales
- La no permanencia de los elementos constituyentes o residuos en la parcela.
- La integración ambiental mediante tierra vegetal, siembras y plantaciones en el área afectada.

3.56.1.4.4 Medición y abono

La medición se hará por unidad (ud.) realmente ejecutada en obra.

3.56.1.5 Barrera de retención de sedimentos

3.56.1.5.1 Definición

El principal objetivo de esta medida consiste en reducir la carga de finos de las aguas de escorrentía previa a su incorporación a cauce o sistema de saneamiento, y así evitar afecciones a la calidad de las aguas por aporte de sólidos en suspensión.

Esta medida consiste en la colocación de barreras de retención de sedimentos provisionales, que se mantendrán durante el tiempo que duren las obras en el entorno del cauce.

Para la colocación de estas barreras se deberá tener en cuenta la morfología del terreno, de tal modo que toda el agua de escorrentía que se genere durante el trascurso de la obra en dirección a cauce o sistema de saneamiento, sea filtrada previamente por la barrera.

Las barreras de retención de sedimentos pueden ser de dos tipos:

- Barreras formadas por una lámina de geotextil,
- Barreras formadas por una lámina de geotextil y balas de paja.

En ambos casos, estas deberán colocarse de forma que se cree una barrera longitudinal continua, la cual deberá quedar perfectamente fijada al terreno.

3.56.1.5.2 Materiales

En el caso de las barreras formadas por láminas de geotextil, los materiales necesarios serán;

- Estacas de madera u otro material resistente con dimensiones 10 x 10 cm y 2 m de alto o al menos 50 cm más altas que la lámina de geotextil.
- Lámina de polipropileno (no tejido) de una anchura mínima de 50 cm y densidad 200g/m^2.
- Grapas de cable de acero de al menos 1,6 mm de grosos y de al menos 4,5 cm de longitud.
- Cable de diámetro de 3,1 mm.

En el caso de barreras formadas por láminas de geotextil y balas de paja, adicionalmente serán necesarios lo siguientes materiales:

- Balas de paja de 0,40 x 0,50 x 1 m,
- Estacas de madera u otro material resistente con dimensiones 10 x 10 cm y 2 m de alto.

3.56.1.5.3 Ejecución

La instalación de las barreras de retención se realizará preferentemente de manera paralela al cauce. En cualquier caso, las barreras se colocarán interceptando el flujo de tierras hacia el cauce o sistema de saneamiento.

En primer lugar será necesario nivelar la zona posterior donde se pretende instalar la barrera, para evitar pendientes hacia el elemento que se pretende proteger. De esta manera se provee un área amplia donde almacenar sedimentos y escorrentías.

La barrera deberá ir enterrada los primeros 20 cm, para resistir el empuje de las aguas para lo que es necesario excavar una zanja.

Es necesario prever un acceso suficiente para realizar las tareas de limpieza y mantenimiento de las zonas donde se acumulen los sedimentos.

Los pasos de ejecución de las barreras compuesta por láminas de geotextil son:

- Cavar una zanja a lo largo de toda la zona donde se instalará el geotextil. Esta zanja deberá tener una sección de 10 cm de ancho por 25 cm de alto.
- Colocar las estacas de madera, separadas entre si por una distancia máxima de 2 m y enterradas un mínimo de 30 cm.
- Instalar el geotextil y sujetarlo a las estacas de madera mediante grapas (o amarrarlo si las estacas son metálicas).
- Minimizar el número de empalmes. Si los empalmes son necesarios, sujetar firmemente a los postes y sobreponerlo hasta el siguiente poste, de acuerdo con los planos.
- Rellenar la zanja con suelo compactado.

Los pasos de ejecución de las barreras compuesta por láminas de geotixil y balas de paja son:

- En primer lugar, se debera ejecutar la instalacion de la lámina de geotextil atendiendo a los pasos antes comentados.
- Para la colocalcion de las balas de paja se debera realizar previamente un explanamiento del terreno, con el objetivo de que estas queden al menos 5 cm enterradas en el terreno.

- Las balas de paja deberan se colocadas de manera longitudinal, formando una barrera continua y deberán colocarse en la parte anterior (según la direccion del flujo del agua de escorrentía) de la lámina de geotextil.
- Las balas de paja deberán quedar fijadas al terreno mediante estacas de madera. Se usarán dos estacas de madera por bala de paja, una de ellas deberá perforar la bala de paja de manera perperdicular y enterrada al menos 50 cm. La otra estaca deberá colocarse inclinada hacia la bala de paja adyacente, de esta manera, se conseguirá que las balas de paja queden fijidas unas a otras y al mismo tiempo al terreno.

Tras la finalización de las obras, se retirarán los materiales y la zona afectada por la instalación de la barrera será reintegrada en el medio, de manera acorde con el resto del proyecto. Al menos se realizará la descompactación de los materiales, el aporte de la tierra vegetal que sea precisa, y una siembra.

La instalación de las barreras de retención se realizará preferentemente de manera paralela al cauce. En cualquier caso, las barreras se colocarán interceptando el flujo de tierras hacia el cauce o sistema de saneamiento.

En primer lugar será necesario nivelar la zona posterior donde se pretende instalar la barrera, para evitar pendientes hacia el elemento que se pretende proteger. De esta manera se provee un área amplia donde almacenar sedimentos y escorrentías.

La barrera deberá ir enterrada los primeros 20 cm, para resistir el empuje de las aguas para lo que es necesario excavar una zanja.

Es necesario prever un acceso suficiente para realizar las tareas de limpieza y mantenimiento de las zonas donde se acumulen los sedimentos.

La ejecución de la unidad de obra incluye las operaciones siguientes:

- Replanteo de la alineación de la barrera
- Excavación y adecuación del terreno previas a la colocación, si fuese necesario
- Colocación de balas de paja necesarias para proteger los cauces
- Colocación de estacas de sujeción de la bala de paja al terreno
- Reposiciones mensuales durante el tiempo que duren las obras
- Cualquier otra operación, maquinaria o material necesario para su correcta instalación o mantenimiento.

3.56.1.5.4 Medición y Abono

La ejecución de las barreras de retención de sólidos a base de balas de paja se medirá por unidad de longitud (m) realmente ejecutada.

Se abonará aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios.

3.56.1.5.5 Control y supervisión

Control de la correcta ejecución de la zanja en consonancia con la anchura de las balas de paja, y control del correcto anclaje de las balas con el fin de que la propia escorrentía superficial no las arrastre

3.56.1.6 Balsa de decantación

3.56.1.6.1 Definición

Se define como balsa de decantación, aquel dispositivo capaz de retener los sólidos en suspensión arrastrados por las aguas de obra, tanto de escorrentía, como de agotamiento o de ejecución de hincas o pantallas, de manera que no lleguen a los cauces próximos o a redes del CABB cercanas.

3.56.1.6.2 Materiales

La presente unidad comprende:

- Replanteo.
- Excavación y refino del fondo.
- Extendido de lámina de arcilla.
- Instalación de lámina PEAD.
- Instalación de arqueta de control.
- Conexión a la red de drenaje o cauce próximo.
- Cualquier otra operación necesaria para el correcto mantenimiento y funcionamiento de la balsa durante las obras.

3.56.1.6.3 Ejecución

Al objeto de evitar la obturación de las redes de drenaje existentes y la contaminación de los cauces públicos por la llegada a ellos de residuos sólidos provenientes de los trabajos de movimiento de tierras, se hade proyectar una serie de medidas con el fin de evitar la citada situación.

En general consisten en:

- Construcción de una balsa de decantación temporal previa a la anterior zona de vertido definitivo.
- Realización de zanjas o conducciones provisionales de recogida de aguas que conduzcan las aguas de escorrentía interior a la balsa.

3.56.1.6.4 Medición y Abono

El abono de las balsas de decantación se realizará por Unidad totalmente ejecutada, con los precios inluidos en el Cuadro de Precios Nº1.

3.56.1.6.5 Control y supervisión

Todo el material será de primera calidad y adecuados a la función que desarrollen.

Cada componente deberá contar con su correspondiente sello de calidad oficial.

El adjudicatario, antes de instalar los materiales, los someterá a la aprobación del Técnico de Seguimiento Ambiental en Obra.

3.56.1.7 Balsa de limpieza de hormigoneras

3.56.1.7.1 Definición

Se entiende por punto de limpieza de hormigoneras aquella zona habilitada para que las hormigoneras realicen la limpieza de las canaletas, a fin de evitar vertidos indiscriminados por la obra y poder controlar y gestionar las aguas de limpieza, que poseen pH elevado.

3.56.1.7.2 Materiales

Comprende:

- La excavación de una fosa.
- Recubrimiento con lámina de PEAD aislante.
- La gestión de las aguas de limpieza por gestor autorizado.
- Picado.
- Tratamiento por gestor autorizado, del residuo y desmantelamiento o reutilización del material extraído en la propia obra, y recuperación del área afectada.

3.56.1.7.3 Ejecución

- Consistirá en una balsa excavada en tierras, el dimensionamiento quedará en función del espacio libre disponible en la obra y la frecuencia de lavado de hormigoneras máximo que se prevea, de fácil acceso para las hormigoneras.
- Las aguas de limpieza se recogerán periódicamente y se gestionarán por gestor autorizado.
- También periódicamente se retirará el hormigón acumulado en la balsa, que será gestionado así mismo por un gestor autorizado o se procederá a su reutilización en la propia obra.

3.56.1.7.4 Medición y Abono

El abono de las balsas de limpieza de hormigoneras se realizará por Unidad totalmente ejecutada, con los precios inluidos en el Cuadro de Precios Nº1.

3.56.1.7.5 Control y supervisión

Todo el material será de primera calidad y adecuados a la función que desarrollen. Cada componente deberá contar con su correspondiente sello de calidad oficial.

No existirán plastas de hormigón a lo largo de la obra fuera de las zonas habilitadas al efecto. En el caso de localizar una hormigonera realizando un lavado fuera de la fosa, se procederá a la toma de sus datos para realizar un aviso, y si se repite el hecho para proceder a multar a la subcontrata.

Se deberá proceder a la demolición de las instalaciones y a la posterior restauración de las condiciones del terreno previas a la instalación de la misma.

Se determinarán puntos de limpieza debidamente establecidos para la limpieza de las canaletas de las hormigoneras. Estos puntos de limpieza deben de estar controlados, de manera que no exista afección alguna al dominio público hidráulico

El adjudicatario, antes de instalar los materiales, los someterá a la aprobación del Técnico de Seguimiento Ambiental en Obra.

3.56.1.8 Lavarruedas

3.56.1.8.1 Definición

En todas las salidas/entradas, de la zona de obras a la red viaria de uso general se dispondrán sistemas de lavado de ruedas que permitan la eliminación de los residuos adheridos a las ruedas de los vehículos.

La unidad comprende la instalación completa terminada y funcionando del dispositivo lavarruedas, disponiendo el mismo de las siguientes características:

- Ser dispositivos automáticos, dotados de un depósito de agua reciclable, y un sistema de conducciones que conduzcan el agua a presión.
- Que pueda ser utilizado por todos los vehículos de la obra.
- Que estén conectados a sistemas de captación o de sedimentación de sólidos para evitar el vertido directo a los cauces del territorio. Estos sistemas de captación deben ser accesibles y los lodos eliminados de forma periódica.
- Que tenga un dispositivo de concentración de las grasas y aceites, para que puedan ser gestionados de forma independiente como residuos peligrosos.
- Debe tener un tamaño suficiente para permitir el paso de cualquier vehículo o maquinaria a la obra.
- Debe contar con dispositivos para evacuación del agua si fuese necesario.

Esta unidad incluye toda obra civil necesaria para la instalación, las acometidas de energía y agua que se precisen, así como la adecuada retirada periódica y gestión tanto de los lodos que se generen en el proceso de lavado, como de los aceites y grasas que puedan recogerse.

Se incluyen todas las operaciones de mantenimiento necesarias, así como el desmantelamiento posterior y la recuperación del área afectada para devolverla al estado.

3.56.1.8.2 Materiales

- Ud. de dispositivo lavarruedas automático,
- Depósito de agua reciclable.
- Dispositivos de decantación de sólidos.
- Captación independiente de grasas y aceites, gestión completa de residuos y lodos.
- Totalmente instalado y funcionando.
- Incluso montaje y obra civil.
- Acometidas de energía y agua.
- Mantenimiento durante el periodo de las obras.
- Desmantelamiento y recuperación de la zona afectada a la conclusión de éstas.
- Cualquier otra operación adicional necesaria.

3.56.1.8.3 Ejecución

Dado que la componente principal de esta unidad de obra es la instalación industrial, el resto de la obra deberá ajustarse a ella, basándose en el diseño indicado en planos.

3.56.1.8.4 Medición y Abono

El abono de los lavaruedas se realizará por Unidad totalmente ejecutada, con los precios inluidos en el Cuadro de Precios Nº1.

3.56.1.8.5 Control y supervisión

Cada componente deberá tener su correspondiente sello o certificado de calidad oficial. Se comprobará por parte del Técnico de Seguimiento Ambiental en Obra los siguientes aspectos:

Tras su ejecución:

- Ejecución adecuada del lavadero de ruedas de acuerdo con el plano de detalle.
- Colocación del balizamiento y orientación del lavadero para garantizar su uso por parte de los vehículos.
- Señalización de la obligación del uso por parte de vehículos y maquinaria móvil.

- Mantenimiento del lavadero y limpieza periódica del fondo.

Tras la finalización de su uso, antes de la recepción de la obra

- Completa retirada y relleno del hueco.
- Integración ambiental de la zona afectada mediante aporte de tierra vegetal y siembras.

3.56.1.9 Sistema de tratamiento de aguas de obra (STAO)

3.56.1.9.1 Definición

El sistema de tratamiento de aguas de obra (STAO) es un sistema temporal de obra, cuyo principal objetivo es el tratamiento de las aguas, provenientes de las obras con alto contenido en partículas finas en suspensión. El fin último es reducir o evitar afecciones a la calidad de las aguas por aporte de sólidos en suspensión.

Su funcionamiento se basa en procesos de filtración y sedimentación de las partículas presentes en el agua. Para facilitar ambos procesos, se pueden añadir sustancias floculantes que facilitan la agregación de las partículas formando flóculos de mayor tamaño.

El sistema está compuesto por un conjunto de elementos, cuya configuración debe adaptarse a las condiciones particulares de cada obra; particularmente a la carga de finos prevista, y al caudal de agua que se prevé tratar.

El STAO es un sistema modular, que puede tener las siguientes configuraciones:

- Configuración 1: Zanja de tratamiento (ZT).
- Configuración 2: Zanja de tratamiento (ZT)+ Sistema activo de tratamiento (SAT).

Zanja de tratamiento

La zanja de tratamiento permite tratar el agua, mediante decantación y filtración, antes de su vertido, cuando las cantidades de agua y su contenido en sedimentos no son muy elevados, y no es necesario el sistema activo de tratamiento.

El agua se incorporará a la zanja mediante bomba de achique procedente de la zona de trabajo, o en su caso, del sistema de tratamiento activo.

La zanja de tratamiento consiste en una zanja con una pendiente hacia el cauce que está dividida transversalmente por septos fabricados con rollos de fibra, que generan estanques de decantación sucesivos.

El agua pasa de un estanque al siguiente hasta llegar al río a través de los rollos de fibra (agua clarificada por filtración), o sobre estos (agua clarificada por sedimentación) cuando el flujo del agua supera la capacidad del estanque.

La zanja tendrá sección trapezoidal de dimensiones similares en toda su longitud. Los taludes laterales de la zanja tendrán pendiente 2H:1V, y la máxima pendiente longitudinal será del 2%. Dependiendo del caudal esperado, se ajustarán las dimensiones de la zanja de acuerdo con el plano de detalle.

La longitud de la zanja deberá prolongarse, o incorporarse módulos de Sistema Activo de Tratamiento si no se consigue alcanzar los niveles de clarificación suficientes (<50NTU). En previsión de necesidades posibles durante la ejecución de los trabajos, se dispondrá de terrenos adicionales para prolongar la longitud de la zanja.

La zanja incorporará en la superficie del primer tramo (la zona de llegada de las aguas) de 5 m de longitud de lámina impermeable de 5 mm, anti-punzonamiento. En el resto de la superficie, se colocará una doble capa de malla de tejido 100% natural (fibra de coco o fibra de yute), con una densidad mínima

de 700 gr/m^2. Este tejido estará sujeto a la superficie de la zanja con piquetas en U (4 Ud./m^2) que deberá espolvorearse previamente a su puesta en funcionamiento con floculante en polvo. El tipo de floculante deberá seleccionarse atendiendo a las características del agua, y tipología del suelo del que derivan los sólidos en suspensión.

Los rollos de fibra con los que se separan las presas, tienen el objetivo de separar y retener las partículas floculadas en suspensión, y reducir al mínimo la cantidad de sólidos en suspensión el agua. Los rollos de fibra serán de 40 cm de diámetro, y estarán formados por tejido natural (fibra de coco o fibra de yute). Los rollos estarán hincados 10 cm en el terreno, y fijados mediante redondos de acero o estacas de madera no tratada, de forma que puedan soportar velocidades de flujo de agua superiores a 2,5 m/s, y pendientes superiores a 2H:1V.

Los rollos de fibra contendrán, bien en su interior o ancladas en su parte posterior, pastillas de floculante de rápida reacción y específico para el tipo de suelo y aplicación.

Sistema activo de tratamiento (SAT)

Si la zanja de tratamiento es insuficiente para reducir el contenido en sólidos del agua, se podrá añadir un sistema activo de tratamiento (SAT). El sistema activo de tratamiento está compuesto a su vez por dos sistemas:

- Sistemas de dosificación,
- Sistema de agitación.

El agua de obra es bombeada al sistema de dosificación, donde el agua entrará en contacto con el floculante. Este sistema impulsará el agua hasta el sistema de agitación, donde el agua y floculante se mezclarán y homogenizarán.

El sistema de dosificación tiene el objetivo de captar el agua a tratar y dirigirlo, después de un tratamiento previo, al sistema de agitación. El sistema de dosificación está compuesto por unidades; cada una de estas unidades consiste en un tubo de PVC 200 mm diámetro y 1800 mm de longitud, con capacidad de tratar hasta 10 l/s de caudal. Cada unidad de dosificación estará equipada con una parrilla interior preparada para incorporar hasta 4 bloques de polímero sólido de lenta disolución y con acoples tipo *camlock* para una fácil y rápida apertura y acceso a su interior.

Las unidades de dosificación deben estar conectadas mediante manguera, tanto con la zona de captación del agua a tratar, como con el sistema de agitación y entre las propias unidades. Para esto, las unidades deben estar equipadas con conexión de manguera flexible 80/100 mm de diámetro y con capacidad de trabajar con una presión máxima de 6 bar.

El objetivo del sistema de agitación es la homogenización y mezcla del floculante con las aguas turbias mediante giros y constricciones. Esto se consigue mediante ampliaciones del tamaño de la tubería, las cuales provocan turbulencias y alteran los gradientes de velocidad y flujo, proporcionando mezclas radiales y axiales.

Este sistema deberá estar compuesto por un bastidor de acero inoxidable y tubo floculador, de PVC, de flujo forzado. Dependiendo del caudal, se incorporará una o varias unidades. Cada unidad tendrá dimensiones 2500 x 500 x 1000 mm, y tendrá una capacidad de caudal de entre 4-6 l/s. Estará conectado en línea con el sistema de dosificación, ser compacto y, sin partes móviles ni requerimientos de energía externa. También deberá estar equipado con 3 puntos de inyección y 2 válvulas de muestreo.

3.56.1.9.2 Materiales

Los materiales necesarios para la aplicación del presente sistema son:

Sistema activo de tratamiento

- Sistema de impulsión: conformado por una bomba de impulsión de 5 cv para alimentacion del sistema con el agua residual a tratar. Incluye guarda motor, botonera para funcionamiento manual y automático, sistema de boya y 20 metros de cable eléctrico.
- Mangeras de conexión: mangera felexible de 80/100 mm de diametro, capacidad de trabajo a una presión máxima de 6 bar y caudal de hasta 10 l/s.
- Unidades de dosificación de 200 mm de diámetro y 1800 mm de longitud: diseñados para introducir floculante en la linea de impulsion, con capacidad para alberagar 4 pastillas de floculante. Cada unidad deberá tener una capacidad de tratamiento de entre 4 – 15 l/s.
- Sistema de agitación; compueso por bastidor de acero inoxidable y tubo floculador de flujo forzado de PVC, con capacidad de caudal de entre 4 – 6 l/s. Equipado con 3 puntos de inyección y dos valvulas de muestreo.
- Pastillas floculantes de lenta disolución de 4,5 kg la unidad, formadas por polimero aniónico en forma sólida. Cada pastilla deberá poseer certificados, bajo norma ANSI/NSF, de no peligrosidad y tóxicidad para el medioambiente. El tiempo de reacción deberá ser inferior a 20 segundos y deberá producir un sobrenadante casi trasparente. Para la selección del floculante, también se deberá tener en cuenta las caracteristicas del agua a tratar y la tipología del suelo.

Zanja de tratamiento

- Lámina impermeable, resistente a punzamiento y de al menos 5 mm de espesor, para recubrir la primera zona de la zanja de tratamiento.
- Malla de tejido natural: de al menos 700 gr/m^2, tamaño de cuadrícula de 20 mm x 20 mm y 8-10 mm de espesor, fijado al terreno mediente grapas.
- Dique natural filtrante: Compuesto por rollo de fibra orgánico fabricado 100% en fibras naturales muy compactado de 3 m de longitud, 40 cm de diámetro y 11,5 kg/ml de relleno de fibras.
- Dique natural filtrante: compuesto por rollos de fibra fabricado 100% de fibras naturales (fibra de yute o fibra de coco), de 3 m de longitud, 30 cm de diámetro y 6 kg/ml de relleno de fibras o compost.
- Polímero en polvo, de rápida reacción, seleccionado atendiendo a las caracteristicas del agua a tratar y tipología del suelo, con certificados de no peligrosidad y toxicidad para el medioambiente, bajo norma ANSI/NSF.
- Polimero en bloque. Pastilla, de 4,5 kg, de polímero aniónico, de rápida reacción, seleccionado atendiendo a las caracteristicas del agua a tratar y tipología del suelo. Con certificado de no peligrosidad y tóxicidad para el medioambiente, bajo norma ANSI/NSF. Cada pastilla debe tener capacidad para tratar entre 700 y 1.800 m^3 de agua.
- Redondo de acero, con dimensiones 19 mm de sección y 1.5 metros de longitud.

3.56.1.9.3 Ejecución

La instalación del sistema de tratamiento de aguas de obra se realizará respetando la vegetación de ribera y otros valores naturales que puedan estar presentes en la zona, y ocupando el mínimo espacio necesario.

Previo a la ejecución del presente sistema, el contratista deberá revisar tanto los cálculos como la información del proyecto, con el objetivo de optimizar al máximo el sistema. Esta revisión deberá ser aprobada por la Dirección Facultativa.

La selección de los polímeros se hará mediante la realización de pruebas de sedimentación de aguas y suelos de la zona con diferentes polímeros.

Es necesario que el sistema sea fácilmente accesible para poder realizar las labores de mantenimiento que sean necesarias.

Los pasos para la ejecución del presente sistema son:

Sistema activo de tratamiento

- Suministro e instación de las unidades de dosificación, incluyendo la incorporación en su interior de las pastillas de floculante. Es recomendable que las unidades se instalen sobre un terreno llano.
- Conexión de las unidades de dosificación entre sí y con la zona de achique de agua a tratar.
- Suministro e instalación de sistema de agitación. Es recomendable que el sistema de agitación se instale sobre un terreno llano.
- Conexión del sistema de agitación, mediante manguera, con unidad de dosificación.
- Instalación de zona de incorporación del sistema a la zanja de tratemiento.

Zanja de tratamiento

- La zanja de tratamiento se ejecutará preferentemente de forma perpendicular al cauce, puesto que la parte posterior de la zanja deberá incorporar el agua tratada a cauce.
- Excavación de la zanja, con seccion trapezoidal con una anchura de 3 metros, taludes 2H:1V y pendiente no superior a 2%.
- Instalación de la lámina impermeable, recubriendo los primeros metros de la zanja.
- Instalación de doble capa de manta de fibra natural, que recubirá la total longitud de zanja que no ha sido cubierta por la lámina permeable. La manta deberá quedar perfectamente estirada, sin presentar arrugas, y anclada al terreno mediente grapas.
- Dosificación homogénea de polímero en polvo sobre la manta de fibra natural.
- Colocación de diques naturales (rollos de fibra) cada 2-5 metros, perfectamente fijados al terreno, de manera que el todo el agua fluya a tráves del dique. La fijación al terreno se realizará mediante estacas de madera no tratada, que perforarán los rollos de fibra de manera perpedicular y enterrada al menos 1 metro en el terreno natural. Los extremos del rollo de fibra deberán situarse, al menos, a 20 cm de sobre el vertedero del rollo de fibra, para evitar que el agua no fluya por los laterales de los rollos de fibra hacia el siguiente estanque.
- En caso de que los rollos no contengan los floculantes en su interior, se deberán colocar en la parte posterior de los diques.
- Instalación de zona de incorporación de agua a cauce, compuesta por elementos que eviten la erosión del terreno.

3.56.1.9.4 Medición y abono

La medición y abono se realizarán por mes completo en el que el sistema de tratamiento y sus instalaciones auxiliares hayan estado en funcionamiento. El pliego de prescripciones particulares y los cuadros de precios deberán especificar la capacidad de tratamiento y/o número de unidades de tratamiento a disponer en cada caso.

3.56.2 Actuaciones encaminadas a la integración ambiental

3.56.2.1 Revegetación

3.56.2.1.1 Preparación del terreno

3.56.2.1.1.1 Definición

Una vez realizada la actuación previa de creación de un mejor estrato de acogida para la revegetación se procederá a la preparación del terreno, para las labores de plantación, mediante operaciones de apertura de hoyos de forma mecanizada, subsolado lineal por curvas de nivel con posterior formación de rellanos y, por apertura de hoyos de forma manual.

A continuación se describen la forma de realizar las diferentes preparaciones del terreno y con que tipo de unidad de actuación se corresponde

3.56.2.1.1.2 Ejecución de las obras

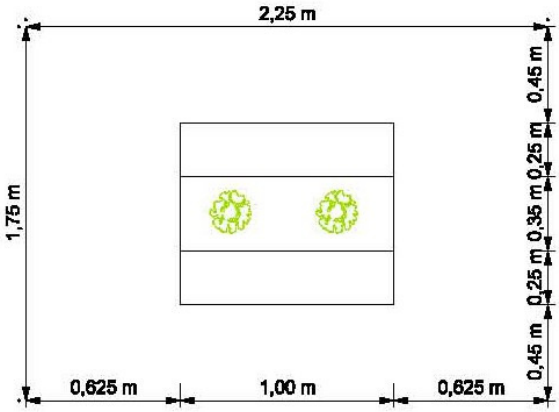
Apertura manual de hoyos

La apertura manual puede llegar a constar de dos fases, en el caso de requerirse un acondicionamiento previo de banqueta y posterior formación de hoyo

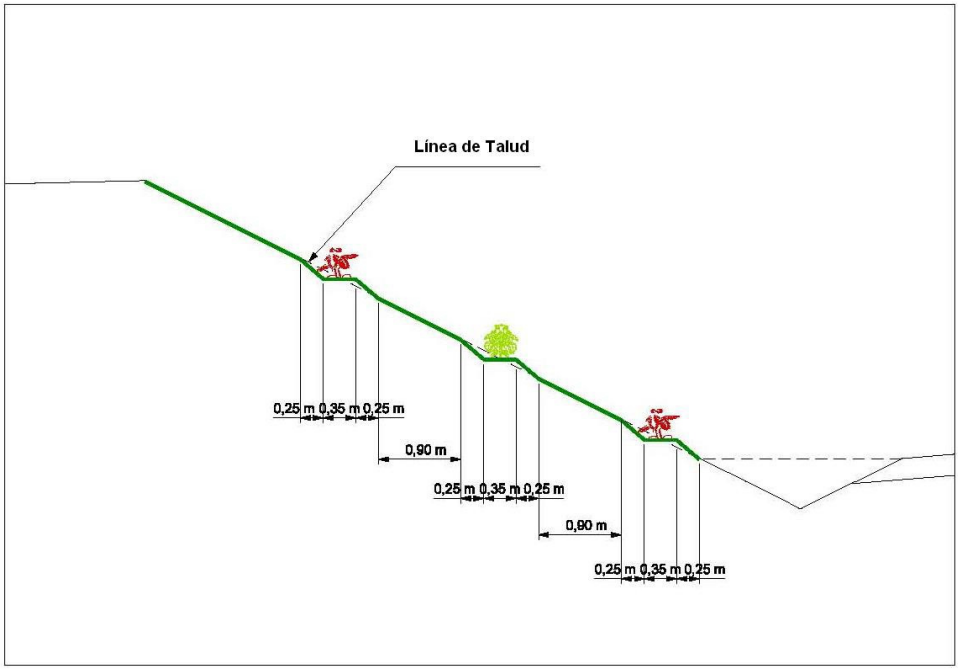
Acondicionamiento de banquetas en Talud

Esta operación se realizará en taludes (tanto terraplenes como desmontes) según las pendientes establecidas, con las indicaciones que se marcan en los tres gráficos siguientes:

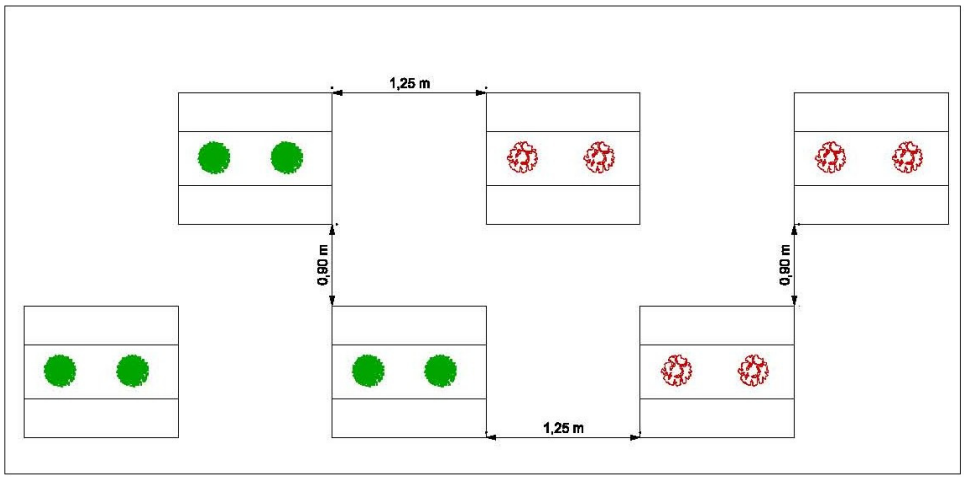
Dimensiones de Banqueta y su marco



Tratamiento en Talud formado por la excavación de la conducción



Disposición de las banquetas



De este modo, la creación de banquetas consta de 2 fases:

- Creación del Marco de Banqueta: base de 1m x 0,35m en contrapendiente, con pequeño desmontado de 0,25m en la parte superior de la banqueta y terraplenado de 0,25 m en la parte inferior.
- Disposición de banquetas: al tresbolillo, separadas 1,25 m en línea y 0,90 m entrelíneas.

Considerando los dos puntos anteriores, la superficie de ocupación por banqueta será de 1,75m x 2,25m, es decir 3,935 m^2.

Estableciendo el marco de ocupación de banqueta en 4m^2 (3,935m^2), determinamos el número de banquetas por Ha: 10.000/4 = 2.500 banquetas, de forma que considerando la plantación de dos (2) plantas por banqueta, tenemos 5.000 plantas/Ha.

Hoyos

La creación de hoyos de forma manual se llevará a cabo en las banquetas formadas en superficies de desmonte y terraplenes y, de forma complementaria para especies arbustivas y subarbustivas en otras superficies afectadas por la actuación. Consta de 2 fases:

- Apertura de hoyos de 40x40x40 para especies arbóreas y arbustivas y 30x30x30 cm. para especies subarbustivas.
- Tapado de hoyos respetando los perfiles del horizonte del suelo al proceder a esta fase y con al menos 15 días de margen desde la apertura de los mismos, para una correcta meteorización del volumen abierto.

Subsolado lineal

Se trata de una preparación mecanizada del suelo, que se realizará con un máquina tipo bulldozer de unos 270 CV, dotada de cadenas y de 1 a 3 rejones subsoladores (ripper) los cuales dispondrán en su extremo de un desgarrador, con objeto de que no se produzca inversión de horizontes. Se podrá emplear maquinaria pesada en pendientes de hasta el 41%, siendo el destino de esta preparación la banda de ocupación de las obras en aquellos tramos en los que la pendiente sea suave (menor del 41%).

Acabada esta preparación, se realiza un acondicionamiento manual de rellanos sobre los surcos. Se formará así una plataforma o banqueta horizontal o con ligera contrapendiente, con el fin de recoger el agua de escorrentía. Esta operación se realizará manualmente y con azada.

Apertura mecanizada de hoyos

Esta preparación del terreno se realizará exclusivamente para las reimplantaciones de las especies arbóreas de interés encabañadas al inicio de las obras y cuyo porte aconseje la adopción de su reintroducción mediante maquinaria.

Consistirá en la apertura de hoyos con unas dimensiones mínimas de 1,5 m x 1,5 m x 1,5 m, y se abrirán con Retroexcavadora de 70 CV o superior, con apoyo manual en la recepción y ubicación definitiva.

La aplicación de una máquina de las características que se mencionan, aportaría la posibilidad de apertura de unos hoyos con unas dimensiones adecuadas, con el fin de formar un volumen suficiente de recepción, dado el cepellón de gran tamaño del que deben disponer estas unidades para garantizar una buena reserva de humedad y un mínimo shock durante el proceso referido.

3.56.2.1.1.3 Medición y abono

Estas unidades se medirán y abonarán al precio indicado en el cuadro de precios para las unidades correspondientes.

3.56.2.1.2 Hidrosiembra.

3.56.2.1.2.1 Definición.

La hidrosiembra es la proyección a presión sobre el terreno de una suspensión de agua y semillas junto con fertilizantes, estabilizantes, mulches y aditivos especiales. Dicha suspensión se reparte homogéneamente sobre la superficie a tratar originándose una capa que permanece firmemente adherida al terreno. Esta capa asegura unas condiciones ideales para la germinación de las semillas, debido a que las fija, retiene la humedad del suelo y las aísla de condiciones climatológicas adversas.

Las hidrosiembras tienen 2 objetivos fundamentales:

- Proteger contra la acción de la erosión.
- Anular el impacto sobre el paisaje producido por las obras.

El fin último de las hidrosiembras es conseguir una cubierta vegetal herbácea inicial que sirva como punto de partida para el establecimiento posterior de una vegetación que cumpla con los objetivos de protección y de integración en el paisaje.

3.56.2.1.2.2 Materiales.

Semillas

Las semillas son el albergue de las plantas en embrión. Almacenan las características del germen de los progenitores, protegiéndolo de diversas maneras contra el calor, el frío, la sequía y el agua, hasta que se presenta una situación favorable para su desarrollo. Son en definitiva una forma de supervivencia de las especies vegetales.

Pertenecerán a las especies indicadas en el presente Pliego, procederán de casas comerciales acreditadas y serán del tamaño, aspecto y color de la especie botánica elegida.

El peso de la semilla pura y viva (P1) contenida en cada lote no será inferior al 80% del peso del material envasado.

El grado de pureza mínimo (Pp), de las semillas será al menos del 85% de su peso, y el poder germinativo (Pg) tal, que el valor real de las semillas sea el indicado más arriba.

La relación entre estos conceptos es la siguiente:

P1 = Pg x Pp

No estarán contaminadas por patógenos ni insectos, ni pueden presentar señales de haber sufrido enfermedades. Estarán limpios de materiales inertes, de semillas de malas hierbas y de otras plantas cultivadas.

Para todas las partidas de semilla se exige un certificado de origen y éste ha de ofrecer garantías suficientes al Director de la Obra. Cada especie deberá ser suministrada en envases individuales sellados o en sacos cosidos, aceptablemente identificados y rotulados, para certificar las características de la semilla.

La mezcla de semillas será de gramíneas y leguminosas recolectadas al inicio de la obra y en el entorno de la actuación y se incorporarán a la mezcla de hidrosiembra con una dosificación de:

1ª Fase:

- Semillas 20 g/m2
- Mulch de fibra corta 100 g/m2
- Estabilizador-fijador de suelos de tipo arcilloso-húmico o similar 60 g/m2
- Abono complejo de lenta liberación 60 g/m2
- Corrector orgánico líquido 0,6 ml/m2
- Agua 2 l/m2

2ª Fase:

- Mulch de fibra corta 60 g/m2
- Estabilizador-fijador de suelos de tipo arcilloso-húmico o similar 50 g/m2
- Abono complejo de lenta liberación 30 g/m2
- Agua 2 l/m2

Agua

El agua cumplirá las especificaciones recogidas en el capítulo 3.56.2.1.4 del presente pliego.

Mulch

Se define como mulch o acolchado al material de origen natural o artificial que, utilizado con los demás componentes de la hidrosiembra, reduce las pérdidas de agua en el suelo por evaporación. Las funciones de los acolchados son las siguientes:

- Proteger contra la erosión
- Proteger contra el impacto de las gotas de lluvia.
- Reducir la velocidad de evaporación, manteniendo más tiempo la humedad necesaria para la germinación.
- Proteger las semillas contra la avifauna y la microfauna.
- Aportar materia orgánica.
- Prolongar el período vegetativo y de siembra.
- Conservar la estructura superficial del suelo.
- Moderar la temperatura.
- Existen diversos tipos de mulch:
- Materiales pesados: Arcilla, bentonita,...
- Materiales ligeros: Lavas, silicatos, cenizas industriales, ..

- Materiales orgánicos: Paja, heno, celulosas, cortezas, ...
- Compost
- Hidrosilicatos
- Alginatos
- Espumas sintéticas

Antes del inicio de los trabajos, el Contratista someterá a la conformidad de la Dirección de Obra el tipo de mulch que vaya a utilizar.

Estabilizadores

Son productos que aplicados a la hidrosiembra forman una película homogénea, estable y permeable al terreno y que sujeta la mezcla de semillas y mulch.

Se entiende por "estabilizador" o acondicionador de suelo cualquier material orgánico o inorgánico aplicado en solución acuosa que, penetrando a través de la superficie del terreno, reduce la erosión por aglomeración física de las partículas del suelo, generalmente a través de la formación de enlaces coloidales de naturaleza orgánica.

Este reticulado debe permitir la circulación del aire y el mantenimiento de la humedad del suelo mejorando la estructura y proporcionando un medio biológico más idóneo. A la vez, debe ligar las semillas y el mulch, pero sin llegar a crear una película impermeable.

Los estabilizadores deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Ser productos que al incorporarse al terreno formen una capa superficial resistente a la erosión y de un espesor similar al que pueda ser afectado por aquella.
- Ser utilizables por pulverización, no combustibles, ni tóxicos.
- Ser biodegradables.
- Ser compatibles con otros productos que puedan reforzar o ampliar su campo de aplicación, para que satisfagan la exigencias más amplias posibles.
- Resistentes a las heladas
- Estabilidad de almacenamiento por un mínimo de seis meses.
- No producir inhibición a la germinación de las semillas a dosis usuales.
- Estar debidamente avalados en sus propiedades por ensayos estandarizados

Antes del inicio de los trabajos, el Contratista someterá a la conformidad de la Dirección de Obra el tipo de estabilizador que vaya a utilizar. Necesariamente presentará una memoria incluyendo los resultados de los ensayos que avalan las propiedades del producto. Esta conformidad no supondrá responsabilidad alguna por parte de la Dirección de Obra en cuanto a los resultados que se obtengan por la aplicación del producto, de los que será plenamente responsable el Contratista.

Abonos minerales

Los abonos minerales cumplirán las especificaciones recogidas en el capítulo 3.56.2.1.5 del presente pliego.

Aditivos

Se define el aditivo o mejorante de la hidrosiembra como el material no utilizado en las siembras habituales, pero que es necesaria su adición en ciertos casos, bien por ser las condiciones del medio a hidrosembrar extremas o muy duras, o bien porque las deficiencias de algún elemento del suelo sean tan importantes que puedan causar la muerte de la semilla o de la plántula.

Los posibles aditivos o mejorantes se clasifican en los siguientes grupos:

- Inóculos de Rhizhobium.

- Ácidos húmicos y fúlvicos.
- Quelatos.
- Complejos orgánicos
- Otros, como productos hormonales y fungicidas, caliza activa, enmiendas de alta eficacia para suelos, azufre, reductores de salinidad por disolución de sodio, etc.

Rhizobium

Se llama Rhizobium o Rizobio a ciertas bacterias del suelo pertenecientes a los géneros Rhizobium, Bradyrhizobium y Azorhizobium. Estas bacterias entran en asociación con las plantas de la familia Leguminosae formando en ellas un nuevo órgano llamado nódulo. Dentro de este nódulo se crea el ambiente necesario para la fijación del nitrógeno atmosférico por la bacteria que hace a la planta independiente del nitrógeno del suelo.

Cada rizobio interacciona con una o muy pocas especies de plantas estrechamente relacionadas. Esto hace que muchas veces el rizobio especifico de la planta no exista en la superficie a sembrar pudiendo dar lugar a deficiencias de nitrógeno en la planta.

Las semillas de leguminosas se inoculan mojándose ligeramente con agua, jarabe, latex, u otro adhesivo.

Deben ser humedecidas lo suficiente como para permitir que la bacteria se fije a las semillas, pero no tanto como para que las semillas se peguen entre si. La inoculación debe hacerse antes de que las semillas se siembren o al mismo tiempo. Esto último es mejor ya que en ciertas condiciones la bacteria puede morir por desecación o por altas temperaturas.

Ácidos húmicos y fúlvicos

Son la parte activa de la materia orgánica. Ellos son los que reaccionan con la arcilla formando el complejo argilohúmico, de aspecto esponjoso, y los que permiten liberar los abonos minerales bloqueados.

Se pueden diferenciar a partir de su distinta solubilidad:

- Ácido húmico: Es la fracción de las sustancias húmicas soluble en medio alcalino e insoluble en medio ácido.
- Ácido fúlvico: Es la fracción de las sustancias húmicas soluble, tanto en medio alcalino como en medio ácido.

Ni los ácidos húmicos ni los fúlvicos son compuestos químicos definidos. Cada grupo engloba multitud de compuestos diversos más o menos relacionados entre ellos.

Características de los ácidos húmicos:

- Contenido en carbono 50 a 60%
- Contenido en nitrógeno 2 a 6%
- Contenido en oxígeno 30 a 35%
- Acidez total 5,6 a 7,7 meq/g
- Actúan sobre la parte aérea de la planta

Características de los ácidos fúlvicos:

- Contenido en carbono 40 a 50%
- Contenido en nitrógeno 0,8 a 3%
- Contenido en oxígeno 44 a 50%
- Acidez total 6,4 a 14,2 meq/g
- Actúan sobre la parte hipogea de la planta.

Tienen una mayor capacidad para secuestrar metales que los ácidos húmicos.

En solución, las sustancias húmicas (ac. húmicos y fúlvicos) tienen un efecto directo y selectivo sobre el metabolismo de las plantas y como consecuencia en su crecimiento.

Los ácidos húmicos y fúlvicos, deberán proceder de yacimientos de Leonardita, de la cual se extraen los ácidos húmicos y fúlvicos de mayor calidad.

Quelatos

Son compuestos formados por isómeros, los cuales tienen la capacidad de englobar en su molécula átomos de metales alcalinotérreos y/o pesados, evitando su insolubilización. Los quelatos más comunes están elaborados a partir de ácido heptaglucónico o hexaglucónico, de Ca, Mg, Mn, Fe, etc.

Según los resultados de los análisis de suelo se añadirán los quelatos correspondientes.

Las dosis y el tipo de quelato los fijará la Dirección de Obra, ya que, los tipos de quelatos pueden ser para distintos metales, por lo tanto habrá que utilizar el que sea más apropiado para resolver las deficiencias concretas del suelo a tratar. La dosis también irá en función de la gravedad de la carencia del suelo tratado.

Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos cumplirán las especificaciones recogidas en el capítulo 3.56.2.1.5 del presente pliego.

3.56.2.1.2.3 Ejecución de las obras.

Condiciones de ejecución de las siembras

La hidrosiembra se efectúa mediante la máquina denominada hidrosembradora, que emplea el agua como medio de distribución. Las características de la máquina deberán ser tales que permitan el acceso a todas las superficies.

La mezcla de productos a incorporar a los taludes mediante la máquina consistirá en: agua, mulch de celulosa de fibra corta, mulch, ligante o estabilizador, semillas y abono de tipo NPK.

El proceso, descrito cronológicamente, consistirá en:

- 1º) Llenar el tanque de la hidrosiembra con agua hasta cubrir la mitad de las paletas del agitador; en este momento incorporar el mulch y esperar algunos minutos hasta que se haya extendido en la superficie del agua sin formar bloques o grumos que puedan causar averías en la máquina al ponerse en marcha el agitador.
- 2º) Poner en movimiento las paletas del agitador y continuar llenando el tanque hasta los 3/4 de su capacidad, al tiempo que se introduce en el interior del tanque las semillas y los posibles abonos preparasiembras. Es recomendable tener en marcha el agitador durante 10 minutos más, antes de comenzar la siembra, para favorecer la disolución y estimular la facultad germinativa de las semillas. Seguir mientras tanto llenando de agua el tanque hasta que falten unos 10 cm. y entonces añadir el producto estabilizador de suelos. Con el llenado del tanque y el cierre de la trampilla se completa la operación.
- 3º) Colocar en forma conveniente la hidrosiembra con relación a la superficie a sembrar e iniciar la operación de siembra. Uno o dos minutos antes del comienzo, acelerar el movimiento de las paletas de los agitadores para conseguir una mejor homogeneización de la mezcla.

Tanto los trabajos de acondicionamiento del terreno como los correspondientes a la propia hidrosiembra se han de realizar en las épocas del año más oportunas, teniendo en cuenta tanto los factores de temperatura como los de precipitación. Las mejores épocas para la hidrosiembra coincidirán con los comienzos de la primavera y el final del otoño.

Desde el momento en que se mezclan las semillas hasta el momento en que se inicia la operación de siembra no transcurrirán más de 20 min.

El cañón de la hidrosembradora se situará inclinado por encima de la horizontal para lograr una buena distribución, es decir, el lanzamiento debe ser de abajo a arriba.

La hidrosiembra se realizará a través del cañón de la hidrosembradora, si es posible el acceso hasta el punto de siembra, o en caso contrario, por medio de una o varias mangueras enchufadas al cañón. La expulsión de la mezcla se realizará de tal manera que no incida directamente el chorro en la superficie a sembrar para evitar que durante la operación se produzcan movimientos de finos en el talud y describiendo círculos, o en zigzag, para evitar que la mezcla proyectada escurra por el talud. La distancia entre la boca del cañón (o de la manguera) y la superficie a tratar es función de la potencia de expulsión de la bomba, oscilando entre los 20 y 50 metros, y deberá ajustarse en obra, realizando las pruebas pertinentes a fin de evitar los efectos antes indicados.

La hidrosiembra se realizará en dos pasadas para aumentar su eficacia.

En la primera pasada (fase de siembra) se cubre la zona con agua, mezcla de semillas, mulch, fertilizante y fijador.

En la segunda pasada (fase de tapado) la mezcla de la hidrosiembra llevará agua, mulch y fijador.

El tiempo que tiene que transcurrir entre la 1ª y la 2ª pasadas será como máximo de 24 horas, siendo recomendable que este intervalo sea el mínimo posible que permitan las condiciones existentes en el momento de la actuación.

En el caso de taludes cuya base no sea accesible, debe recurrirse a situar mangueras de forma que otro operador pueda dirigir el chorro desde abajo. Esta misma precaución se ha de tomar cuando hay vientos fuertes, o tenga lugar cualquier otra circunstancia que haga previsible una distribución imperfecta cuando se lanza el chorro desde la hidrosembradora.

Se protegerá la plataforma de contaminación con la mezcla de la hidrosiembra (lonas, planchas de madera, etc.). En el caso de que la mezcla fértil utilizada en la hidrosiembra contaminara la plataforma, será responsabilidad del contratista el proceder a su limpieza.

La hidrosiembra se efectuará lo antes posible tras la finalización de las obras en los taludes, incluso antes de que se forme costra y regueros preferenciales de escorrentía. Las épocas más favorables para la siembra son la primavera y el otoño ya que son épocas de lluvia que ayudan a crecer y enraizarse a las plántulas. Si se hace en otoño, se procurará que sea a primeros o mediados de octubre; si fuera en primavera, interesa que sea de finales de marzo hasta mediados de abril.

Si se esperan lluvias en los días previstos para sembrar se retrasará la operación. Si los aguaceros se producen dentro de las primeras 24 horas puede correr peligro el éxito de la hidrosiembra.

Cuando las condiciones climatológicas, humedad excesiva, fuertes vientos y otros factores, dificulten la realización de las obras y la obtención de resultados satisfactorios, se suspenderán los trabajos, que sólo se reanudarán cuando se estime sean otra vez favorables las condiciones, o cuando se haya adoptado medidas y procedimientos alternativos o correctivos aprobados.

Mantenimiento durante el periodo de garantía

Durante el periodo de garantía se debe establecer un mantenimiento que consistirá en:

- Riegos:
  - 16 riegos al año distribuidos según las necesidades estacionales

- Estos riegos serán a razón de 300 litros por especies arbóreas adultas que hubieran sido reimplantadas, 75 litros por cada planta de aproximadamente 1 m. de altura (palmitos), y 15 litros por cada planta de 1 a 2 savias.

- Tratamientos selvícolas:
  - Poda, bina y escarda una vez al año
  - Reposición de marras, siempre atendiendo al tipo de especie para la sustitución en Noviembre – Enero de cada año. En cualquier caso será total en el cumplimiento del mantenimiento.

- Aportes suplementarios:
  - Abonado y tratamiento fitosanitario una vez al final del año, en cantidad de 1 gr/m2 de abono complejo de lenta liberación.

Incluido en la ejecución de la restauración, en todas las zonas tratadas se contemplará un riego de implantación, reposición de marras y aplicación de las actuaciones de mantenimiento durante el periodo de garantía.

El Programa de Mantenimiento sigue la estructura presentada en la siguiente tabla:

ACTIVIDAD	UNIDAD
Riego	16 veces
Poda	Una vez/año
Reposición de Marras	100% durante la ejecución y en la época más adecuada durante el periodo de garantía y mantenimiento. Total al final del periodo de mantenimiento
Tratamiento Fitosanitario	Una vez
Abonado	Una vez
Escardas	Una vez al año, inmediatamente al despunte de gramíneas y leguminosas de la zona según especies
Binas	Una vez al año, inmediatamente al despunte de gramíneas y leguminosas de la zona según especies
Limpieza General	Cuantas veces sea necesaria a juicio del Director Ambiental

3.56.2.1.2.4 Medición y abono

Las hidrosiembras se medirán por m2 de superficie realmente tratada.

En el precio del m2 de hidrosiembra están incluidos los siguientes conceptos:

- Transportes, maquinaria y personal necesario.
- Suministro de materiales a pie de obra.
- Adopción de las precauciones indicadas en el artículo correspondiente.
- Realización de las operaciones necesarias para la siembra
- Riego de siembra
- Cualquier otro concepto que sea necesario para la correcta ejecución de la unidad.

3.56.2.1.2.5 Control y supervisión

La calidad del agua de la hidrosiembra ha de estar de acuerdo con el tipo de suelo y con las exigencias de las especies a sembrar. En principio se pueden aceptar como apropiadas las aguas destinadas al abastecimiento público.

Cuando no exista bastante información sobre la calidad del agua propuesta para su uso en riegos, se han de tomar las muestras necesarias para su análisis, que se ha de realizar en laboratorios oficiales. Se cumplirán las condiciones especificadas en el artículo relativo a riegos del presente Pliego.

3.56.2.1.3 Plantaciones

3.56.2.1.3.1 Definición

Se entiende por "plantación", el conjunto de operaciones necesarias para el correcto establecimiento y el enraizamiento en el lugar definido en el proyecto de las especies objeto de revegetación procedentes de vivero.

3.56.2.1.3.2 Materiales.

Condiciones generales de los materiales

Las especies vegetales autóctonas procederán de viveros cuyas condiciones climáticas, fisiográficas, edáficas, etc. hagan prever una adaptación correcta a la localización en que se realizará la plantación definitiva.

Las plantas se suministrarán etiquetadas por lotes, entendiéndose éstos como los conjuntos de plantas definidos en origen por la Dirección Ambiental de Obra a partir de la similitud en los siguientes parámetros: especie, variedad, edad, proceso de producción y zona de cultivo en vivero. En cada lote se definirán, como mínimo, los siguientes parámetros:

- Especie
- Variedad
- Tamaño
- Edad
- Procedencia del propágulo
- Número de repicados
- Fecha del último repicado
- Número de plantas
- Nombre del vivero y nombre de registro en el organismo de control

Las plantas suministradas poseerán un sistema radical en el que se hayan desarrollado las radicelas suficientes para establecer prontamente un equilibrio con la parte aérea.

Las plantas estarán ramificadas desde la base, cuando éste sea su porte natural; en las coníferas, además, las ramas irán abundantemente provistas de hojas.

Las plantas estarán ramificadas desde la base, cuando éste sea su porte natural; en las coníferas, además, las ramas irán abundantemente provistas de hojas.

Se deben corresponder el porte y desarrollo con la edad de las plantas. La edad de las plantas será la mínima necesaria para obtener el porte exigido, no admitiéndose aquellos ejemplares que, aún cumpliendo la condición de porte, sobrepasen en años la edad necesaria para alcanzarlo.

La planta estará bien conformada y su desarrollo estará en consonancia con la altura.

Los fustes serán derechos y no presentarán torceduras ni abultamientos anormales o antiestéticos.

En todas las plantas habrá equilibrio entre la parte aérea y su sistema radical. Este último estará perfectamente constituido y desarrollado de acuerdo con la edad del ejemplar, presentando de manera ostensible las características de haber sido repicado en vivero.

Serán rechazadas las plantas que:

- En cualquiera de sus órganos o en su madera sufran o puedan ser portadoras de plagas o enfermedades.
- Hayan sido cultivadas sin espaciamiento suficiente.
- Hayan tenido crecimientos desproporcionados por haber sido sometidas a tratamientos especiales o por otras causas.
- Lleven en el cepellón plántulas de otras especies.
- Durante el arranque o el transporte hayan sufrido daños que afecten a estas especificaciones.
- No vengan protegidas por el oportuno embalaje.
- Su parte aérea se halle dañada de forma que el daño no pueda ser remediado por recorte o poda sin caer en pérdidas de simetría.

Si se planta en primavera, se rechazarán las plantas que presenten brotes con avanzado desarrollo.

La Dirección de Obra podrá exigir un certificado que garantice todos estos requisitos, y rechazar las plantas que no los reúnan.

El Contratista vendrá obligado a sustituir todas las plantas rechazadas y correrán a su costa todos los gastos ocasionados por las sustituciones, sin que el posible retraso producido pueda repercutir en el plazo de ejecución de la obra.

Accesorios y materiales complementarios

En las especies arbóreas que se planten con más de un metro de altura podrá ser requerido, a juicio del Director de Obra, la colocación de tutores u otras medidas de soporte, al objeto de anclar y mantener en posición vertical los árboles acabados de plantar, evitando que sean abatidos por el viento o que por ceder el subsuelo en contacto con las raíces falle la plantación. Los tutores se colocarán del lado donde sople el viento dominante y se enterrarán al menos 50 cm de profundidad. Deben colocarse lo más centrado posible con el tronco y a una distancia mínima de unos 20 cm. Mediante un par de fijaciones se enlazará al árbol a la altura de las primeras ramificaciones. Los tutores pueden ser de acero, aluminio o madera y las fijaciones de los tutores sobre el tronco se harán con material elástico y no abrasivo para la corteza.

Tolerancias de acabado y reposición de marras

Transcurridos seis (6) meses desde la finalización de las plantaciones, se tolerará una mortandad máxima del diez por ciento (10%) del número total de individuos de cada especie en cada unidad de actuación. En caso de superarse este porcentaje, el Contratista vendrá obligado a reponer a su costa la totalidad de las marras producidas.

Todas las marras correspondientes a las plantaciones y siembras serán imputables al Contratista, siempre y cuando se constate que las mismas se han debido a la mala ejecución de la obra en su implantación o conservación.

De la misma manera, serán imputables al Contratista, todos aquellos daños producidos al árbol durante el proceso de manipulación que comienza con la carga y transporte desde los viveros de origen y termina al final del período de conservación.

Roces, golpes, heridas, roturas y otros accidentes que sobre la planta puedan producirse, serán motivo de valoración, y deducido su importe al Contratista. De igual forma se procederá con las marras que por cualquier circunstancia el Contratista no haya sustituido por otras totalmente semejantes, cuando la imputabilidad y cargo de las mismas corresponda.

Condiciones particulares de los materiales

Plantas

Se entiende por "planta" en este Proyecto toda especie vegetal que habiendo nacido y sido criada en un lugar, es sacada de éste y se sitúa en la ubicación que indica el Proyecto.

La presentación de la planta se realizará en contenedor, cepellón o a raíz desnuda, entendiéndose estos conceptos de la siguiente manera:

- Contenedor, bolsa y maceta: son recipientes pequeños a los cuales se ha trasplantado la planta desde la era o desde otro tiesto. Los dos primeros son de plástico, rígido el correspondiente al contenedor, y é ultimo de material cerámico.
- Cepellón: Se entiende por cepellón el conjunto de sistema radical y tierra que resulta adherida al mismo, al arrancar cuidadosamente las plantas, cortando tierra y raíces con corte limpio y precaución de que no se disgreguen. El cepellón podrá presentarse atado con red plástica o metálica, con paja o rafia, con escayola, etc. En caso de árboles de gran tamaño, el cepellón se presentará atado con red y escayola.
- A raíz desnuda: Planta cultivada en la tierra y extraída sin cepellón.

Agua

El agua cumplirá las especificaciones recogidas en el capítulo 3.32.1.4 del presente pliego.

Abonos

Los abonos cumplirán las especificaciones recogidas en el capítulo 3.32.1.5 del presente pliego.

3.56.2.1.3.3 Ejecución de las obras

Precauciones previas a las plantaciones

Preparación y transporte de las plantas

La preparación de las plantas para su transporte al lugar de plantación debe efectuarse en función de las exigencias de cada especie, edad y sistema de transporte elegido. La extracción de planta se realizará con cuidado, así como su manejo de forma que no se dañe su parte aérea ni su parte radical. No se efectuarán podas ni repicados antes del transporte; ni se permitirá recortar plantas mayores para obtener el porte específico.

Las especies transplantadas a raíz desnuda se protegerán en su zona radicular mediante material orgánico adecuado.

Los árboles con cepellón se prepararán de forma que éste llegue completo al lugar de plantación, de manera que el cepellón no presente roturas ni resquebrajaduras, sino constituyendo un todo compacto.

En caso de sustitución de plantas a raíz desnuda por otras de iguales características en maceta, el transporte se realizará de manera que la maceta quede fija y las plantas estén lo suficientemente separadas unas de otras como para que no se estorben entre sí.

El transporte se realizará de manera que sea lo más rápido posible, tomando medidas protectoras contra los agentes atmosféricos. Si se realiza en vehículos cerrados, éstos deberán tener una ventilación adecuada. En todo caso, la planta deberá estar convenientemente protegida.

El número de plantas transportadas desde el vivero o depósito al lugar de la plantación definitiva no deberá sobrepasar al que diariamente pueda plantarse. Cuando no sea así, se depositarán las plantas sobrantes en lugares adecuados (zanjas) protegidos del viento y de la insolación excesiva. Si el terreno no tuviera tempero, se efectuará un riego de la zanja manteniendo ésta con la suficiente humedad.

Depósito

Cuando la plantación no pueda efectuarse inmediatamente después de recibir las plantas, hay que proceder a depositarlas. El depósito solo afecta a las plantas que se reciban a raíz desnuda o en cepellón cubierto con envoltura porosa (paja, maceta de barro, yeso, etc.); no es necesario, en cambio, cuando se reciban en cepellón cubierto de material impermeable (maceta de plástico, lata, etc.).

La operación de depósito consistirá en colocar las plantas en una zanja u hoyo y en cubrir las raíces con una capa de tierra de diez centímetros al menos, distribuida de modo que no queden intersticios en su interior, para protegerlas de la desecación o de las heladas hasta el momento de su plantación definitiva.

Excepcionalmente, y sólo cuando no sea posible tomar las precauciones antes señaladas, se recurrirá a colocar las plantas en un lugar cubierto, tapando las raíces con un material (hojas, tela, papel, etc.), que las aísle del contacto con el aire.

Poda de plantación

El trasplante, especialmente cuando se trata de ejemplares añosos, origina un fuerte desequilibrio inicial entre las raíces y la parte aérea de la planta; ésta última, por tanto, debe ser reducida de la misma manera que lo ha sido el sistema radical, para establecer la adecuada proporción y evitar pérdidas excesivas de agua por transpiración.

Esta operación puede y debe hacerse con todas las plantas de hoja caduca; sin embargo, las de hoja persistente, y especialmente las coníferas, no suelen soportarla, por lo que esta poda no se realizará en este tipo de plantas. Aunque no es norma generalizada, sería deseable que esta poda se realizase en vivero y antes del suministro.

Desecación y heladas

La plantación no deberá realizarse en épocas de helada y si las plantas se hubiesen recibido en este intervalo, deberán depositarse hasta el cese de las heladas.

Si durante el período de transporte, las plantas hubiesen estado sometidas a temperaturas bajo cero, se mantendrán, sin desembalar, en un lugar bajo cubierta y evitando los locales provistos de calefacción, de manera que puedan deshelarse lentamente.

Si las plantas presentasen síntomas de desecación, se introducirán en recipientes con agua o con un caldo de tierra y agua, durante varios días, hasta que los síntomas desaparezcan, o bien se situarán en una zanja, cubriendo la totalidad de la planta (no sólo las raíces) con tierra húmeda.

Lluvias

Durante la época de lluvias, tanto los trabajos de preparación como los de plantación podrán ser suspendidos por la Dirección de Obra cuando la pesadez del terreno lo justifique, en base a las dificultades surgidas tanto en la labor de preparación como en la de plantación. En sentido contrario, los trabajos de preparación y de plantación podrán ser suspendidos por la Dirección de Obra cuando de la falta de tempero pueda suponer un fracaso de la plantación.

Condiciones de viento

En condiciones de viento muy fuerte deben suspenderse las labores de plantación, ya que estas situaciones son enormemente perjudiciales para las plantas. Caso de ser absolutamente necesaria la colocación de las plantas en los hoyos, se evitará el riego hasta que se establezcan condiciones más favorables.

Capa filtrante

Si la permeabilidad del suelo no es suficientemente alta, conviene colocar una capa filtrante en el fondo de los hoyos o zanjas de plantación de especies de gran tamaño y de coníferas de cualquier desarrollo.

Siempre se tendrá en cuenta el efecto de drenaje producido por la capa del suelo que rellena la parte más inferior del hoyo de plantación. Si se considera que el efecto de drenaje producido por esta capa no es suficiente, por estar formada por elementos muy finos, se colocará una capa filtrante de grava.

Operaciones de plantación

Definición

El trabajo de plantación comprende el suministro de la mano de obra, materiales, equipos y accesorios, y la ejecución de todas las operaciones relacionadas con la misma. Todo ello completo, de acuerdo con este capítulo de Prescripciones y los Planos correspondientes.

Durante la plantación se procurará que no se sequen las raíces. Se tomarán las máximas precauciones para evitar magulladuras, roturas y otros daños físicos a las raíces, tallos o ramas de las plantas. Para evitar que se rompan o deterioren los cepellones, todas las plantas que estén dispuestas de esta forma se bajarán del camión con sumo cuidado.

Las plantas nunca se apilarán unas encima de otras, o tan apretadamente que puedan resultar dañadas por la compresión o el calor. Las dañadas serán retiradas, o se dispondrá de ellas según ordene el Director de la Obra.

Normas generales

Los árboles y arbustos deben centrarse, colocarse rectos y orientarse adecuadamente dentro de los hoyos, al nivel adecuado para que, cuando prendan, guarden con la rasante la misma relación que tenían en su anterior ubicación.

La planta se presentará de forma que las raíces no sufran flexiones, especialmente cuando exista una raíz principal bien definida, y se rellenará el hoyo con la tierra adecuada y en cantidad suficiente para que el asentamiento posterior no origine diferencias de nivel.

La Dirección de Obra determinará si las envolturas pueden quedar en el interior del hoyo o deben retirarse. En todo caso, la envoltura de desligará o separará una vez colocada la planta en el interior del hoyo.

Al rellenar el hoyo e ir apretando la tierra por tongadas, se hará de forma que no se deshaga el cepellón que rodea a las raíces.

Apertura de hoyos

Se definen en este apartado las operaciones necesarias para preparar alojamiento adecuado a las plantas.

La excavación se realizará con la mayor antelación posible sobre la plantación, para favorecer la meteorización de las tierras; en cualquier caso, el plazo entre excavación y plantación no será inferior a una semana. Las rocas y demás obstrucciones del subsuelo serán retiradas cuando se considere necesario, a juicio de la Dirección de Obra.

Tanto en la implantación de árboles como de arbustos se admitirá un error en las dimensiones de los hoyos del 20%.

La creación de hoyos de forma manual se llevará a cabo en las banquetas formadas en superficies de desmonte y terraplenes y, de forma complementaria para especies arbustivas y subarbustivas en otras superficies afectadas por la actuación. Consta de 2 fases:

- Apertura de hoyos de 40x40x40 para especies arbóreas y arbustivas y 30x30x30 cm. para especies subarbustivas.
- Tapado de hoyos respetando los perfiles del horizonte del suelo al proceder a esta fase y con al menos 15 días de margen desde la apertura de los mismos, para una correcta meteorización del volumen abierto.

Colocación de la planta y rellenos

Los rellenos serán del mismo volumen que la excavación, realizando un alcorque superficial con la tierra sobrante.

Los árboles y arbustos deben centrarse, colocándose rectos y orientándose adecuadamente dentro de los hoyos. Antes de "presentar" la planta, se echará en el hoyo la cantidad precisa de tierra para que el cuello de la raíz quede a nivel del suelo o ligeramente más bajo (5 a 10 cm para permitir el riego). Sobre este particular, que depende de la condición del suelo y de los cuidados que puedan proporcionarse después, se seguirán las indicaciones de la Dirección de Obra, y se tendrá en cuenta el asiento posterior del aporte de tierra que puede establecerse, como término medio, en un quince por ciento.

A la tierra extraída de las capas superiores del hoyo se le aportarán abonos orgánicos, preferentemente estiércol bien fermentado, y abono inorgánico, en las proporciones que se especifican a continuación. La mezcla se homogeneizará suficientemente de forma natural, evitando gránulos y terrones.

El abono orgánico se incorporará a la tierra de forma que quede en las proximidades de las raíces, pero sin llegar a estar en contacto con ellas. Se evitará, por tanto, la práctica bastante corriente de echar el abono en el fondo del hoyo.

Respecto de la orientación de las especies a plantar, se tendrán en cuenta los criterios siguientes:

Los ejemplares de mayor tamaño se colocarán con la misma que tuvieron en origen.

Las partes menos frondosas de ejemplares aislados se dirigirán hacia el sudoeste, para favorecer su crecimiento al recibir la máxima luminosidad.

Sin perjuicio de las indicaciones anteriores, la plantación se hará de modo que el árbol presente su menor sección perpendicularmente a la dirección de los vientos dominantes. Caso de ser estos vientos frecuentes e intensos, se consultará a la Dirección de Obra sobre la conveniencia de efectuar la plantación con una ligera desviación de la vertical en sentido contrario al de la dirección del viento.

Época de plantación

La plantación debe realizarse, en la medida de lo posible, durante el periodo de reposo vegetativo; la plantación no comenzará antes del primero de octubre ni se continuará pasado el mes abril. Únicamente las plantas en maceta o con cepellón podrán sobrepasar estas fechas, a juicio del Director.

El trasplante realizado en otoño presenta ventajas en los climas de largas sequías estivales y de inviernos suaves, porque al llegar el verano la planta ha emitido ya raíces nuevas y está en mejores condiciones para afrontar el calor y la falta de agua. En lugares de inviernos crudos es aconsejable llevar a cabo los trasplantes en los meses de febrero a marzo.

Se evitarán los días de fuertes heladas, por lo que suelen excluirse los meses de diciembre, enero y parte de febrero.

En el caso concreto de las plantas en maceta, el trasplante puede realizarse prácticamente en cualquier momento.

En cualquier caso estas épocas pueden sufrir modificación en función de la climatología, pero siempre bajo la aprobación de la Dirección de Obra.

Operaciones posteriores a la plantación

Acollado

La operación de acollar o aporcar consiste en cubrir con tierra el pie de las plantas, hasta una cierta altura. En las plantas leñosas, tiene como finalidad la protección del sistema radical frente a las heladas y contribuir a mantener la verticalidad.

Se aplicará el acollado cuando así lo indique la Dirección de Obra.

Tratamiento de heridas

Las heridas producidas por la poda o por otras causas, deben ser cubiertas por un mastic antiséptico, con la doble finalidad de evitar la penetración de agua y la consiguiente pudrición y de impedir la infección.

Se cuidará de que no quede bajo el mastic ninguna porción de tejido no sano y de que el corte sea limpio, y se evitará usar mastic cicatrizante junto a injertos no consolidados.

Se aplicará el tratamiento cuando así lo indique la Dirección de Obra.

Alcorque de riego

Antes de realizar el primer riego, se procederá a la formación del alcorque o cuenca de recepción del agua de riego o lluvia, consistente en un hueco circular, concéntrico con la posición del árbol o arbusto (siempre que la superficie donde se ubiquen sea llana), formando un caballón horizontal alrededor, de unos 25 cm de altura, que permite el almacenamiento de agua.

En caso de que la superficie en la que se vaya a ubicar la planta no sea llana, el alcorque debe localizarse en una situación tal que el agua de implantación afecte de lleno a la zona radical de la planta.

El diámetro del alcorque será proporcional al tamaño de la planta, que a su vez está relacionado con el tamaño del hoyo, de la forma que se indica en la siguiente tabla:

La realización de este trabajo se considerará incluida en la plantación, salvo especificación en contra.

Riego

Los riegos cumplirán las especificaciones recogidas en el capítulo 3.32.1.4 del presente pliego.

Mantenimiento durante el periodo de garantía

Durante el periodo de garantía se debe establecer un mantenimiento que consistirá en

- Riegos:
  - 16 riegos al año distribuidos según las necesidades estacionales
  - Estos riegos serán a razón de 300 litros por especies arbóreas adultas que hubieran sido reimplantadas, 75 litros por cada planta de aproximadamente 1 m. de altura (palmitos), y 15 litros por cada planta de 1 a 2 savias.
- Tratamientos selvícolas:
  - Poda, bina y escarda una vez al año
  - Reposición de marras, siempre atendiendo al tipo de especie para la sustitución en Noviembre – Enero de cada año. En cualquier caso será total en el cumplimiento del mantenimiento.

Aportes suplementarios:

- Abonado y tratamiento fitosanitario una vez al final del año, en cantidad de 1 gr/m2 de abono complejo de lenta liberación.

Incluido en la ejecución de la restauración, en todas las zonas tratadas se contemplará un riego de implantación, reposición de marras y aplicación de las actuaciones de mantenimiento durante el periodo de garantía.

El Programa de Mantenimiento sigue la estructura presentada en la siguiente Tabla:

ACTIVIDAD	UNIDAD
Riego	16 veces
Poda	Una vez/año
Reposición de Marras	100% durante la ejecución y en la época más adecuada durante el periodo de garantía y mantenimiento. Total al final del periodo de mantenimiento
Tratamiento Fitosanitario	Una vez
Abonado	Una vez
Escardas	Una vez al año, inmediatamente al despunte de gramíneas y leguminosas de la zona según especies
Binas	Una vez al año, inmediatamente al despunte de gramíneas y leguminosas de la zona según especies
Limpieza General	Cuantas veces sea necesaria a juicio del Director Ambiental

3.56.2.1.3.4 Medición y abono

Se medirán por unidad de obra realmente plantada y se abonarán al precio fijado en el cuadro de precios para la unidad correspondiente.

3.56.2.1.3.5 Control y supervisión

Control de calidad a la recepción

A la recepción se verificará el dimensionado de la planta (tamaño de muestra definido por la Dirección Ambiental de Obra) así como las condiciones establecidas en el epígrafe. Condiciones de los materiales. Todo esto quedará reflejado en la correspondiente ficha de Seguimiento y Recepción del Material Vegetal.

Criterio de aceptación y rechazo

Se aceptará el lote de plantas si todas las muestras cumplen las condiciones establecidas en el epígrafe Condiciones de los materiales. En caso de que algunas muestras incumplan las condiciones definidas en el presente Artículo, quedará a criterio de la Dirección Ambiental de Obra el rechazo del lote, sin que en ningún caso las plantas ni las operaciones necesarias para su correcta y total restitución sean objeto de abono.

3.56.2.1.4 Riego

3.56.2.1.4.1 Definición

Se define riego como el aporte de agua, por medios no naturales, a los diferentes vegetales de la obra, dirigido fundamentalmente a su sistema radicular.

Se efectuarán esporádicamente, en base a las condiciones edafoclimáticas existentes, de forma que se evite el agostamiento.

El Contratista queda obligado a proponer su aplicación, que deberá ser autorizada en todos los casos por la Dirección de Obra.

A efectos del presente Pliego se distinguen tres tipos de riegos:

- Riego de árbol.
- Riego de arbusto.
- Riego de césped.
- El riego comprende, además de los materiales, las operaciones de:
- Bombeo.
- Transporte.
- Aplicación.

3.56.2.1.4.2 Materiales

Agua

El agua actúa como vehículo en la mezcla de los materiales a proyectar en la hidrosiembra.

El agua que se utilice en riego o en hidrosiembra tendrá que cumplir las siguientes especificaciones:

- El pH estará comprendido entre 6 y 8.
- El oxígeno disuelto será superior a 3 mg/l.
- El contenido en sales solubles debe ser inferior a 2 g/l.
- El contenido de sulfatos (SO4) debe ser menor de 0,9 g/l., el de cloruro (Cl) estar por debajo de 0,29 g/l. y el de boro no sobrepasar 2 mg/l.
- No debe contener bicarbonato ferroso, ácido sulfhídrico, plomo, selenio, arsénico, cromatos ni cianuros.

Se podrán admitir para este uso todas las aguas que estén calificadas como potables.

3.56.2.1.4.3 Ejecución

En la ejecución de los riegos se tendrá especial cuidado en no dificultar la seguridad vial por lo que, en el caso de que el vehículo-cisterna deba ocupar la calzada o arcenes, deberá procederse a una señalización suficiente que alerte a los usuarios de la vía de que se están realizando trabajos en la misma. Se evitará en todo momento que el agua de riego moje la calzada.

Salvo en aquellas zonas provistas de bocas de riego o cualquier sistema de riego por aspersión, goteo, etc., el agua de riego se aplicará mediante manguera por impulsión desde cisterna.

La aplicación con manguera ha de realizarse de modo que:

- No se origine un lavado del suelo.

- No se produzcan erosiones en el terreno.
- No se hagan aflorar a la superficie los fertilizantes.
- No se descalcen las plantas ni se deteriore su alcorque.

Para todo lo cual se ajustarán convenientemente la presión, caudal, dirección del chorro y distancia de la boca de la manguera a la superficie a regar.

Los daños causados por una aplicación indebida del agua de riego serán a cuenta del Contratista y deberán ser subsanados seguidamente por él. De modo particular, el deterioro del alcorque de las plantas como consecuencia del riego exige su inmediata reposición a las correctas condiciones de forma.

Corresponde exclusivamente al Contratista conseguir el lugar y condiciones de suministro del agua para riego, así como el pago de la misma.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especificará la frecuencia de riegos y dosis de cada tipo que se establecen por el Proyecto durante el período de garantía, formando parte de los trabajos de mantenimiento, para las diferentes siembras y plantaciones.

La época y frecuencia de los riegos depende de las condiciones de suelo y clima, y de las especies vegetales existentes. En función de estas circunstancias, la Dirección de Obra y el Contratista establecerán al inicio de la primavera un calendario previo de riegos o las condiciones en que éste debe aplicarse. Este calendario podrá ser alterado si las circunstancias reales así lo aconsejan por parte del Contratista, siempre salvaguardando la obligatoriedad de informar con anterioridad a la Dirección de Obra y de recabar su autorización.

Si una sequía prolongada hace peligrar la supervivencia de las siembras o plantaciones y si el número de riegos necesarios no ha sido previsto en el Proyecto, el Contratista debe informar de dicha situación al Director de las Obras a fin de que éste ponga en marcha el procedimiento necesario para asumir el exceso de gasto consecuencia de la sequía.

Los riegos se realizarán a primera hora de la mañana o al atardecer.

No se regará en días de fuerte viento.

3.56.2.1.4.4 Medición y Abono

El riego de plantas se medirá por unidades regadas.

El riego de superficies sembradas se medirá por metros cuadrados realmente ejecutados.

En ambos casos se excluyen expresamente de la medición los riegos cuya ejecución queda prevista en las unidades de siembra o plantación recogidas en el Proyecto.

Se abonarán aplicando a la medición los precios unitarios que constan en el

Cuadro de Precios nº 1.

3.56.2.1.4.5 Control y supervisión

Los controles se dirigirán a comprobar la cantidad de superficie regada por cisterna de riego de capacidad conocida, la producción de erosiones del terreno y descalces de plantas, así como afloramiento de fertilizantes.

Los daños producidos por falta de observancia de las precauciones recomendadas en el apartado anterior habrán de ser subsanados por el Contratista, no dando lugar a nuevo abono.

En el caso de árboles, el agua de riego deberá atravesar el cepellón donde se encuentran las raíces, no perdiéndose por la tierra más mullida que lo rodea

3.56.2.1.5 Abonado

3.56.2.1.5.1 Definición

Se define abonado como la aportación de cualquier tipo de fertilizante que incorpore nutrientes minerales al volumen de suelo explorado por las raíces de las plantas.

Los abonados que aquí se definen son los que corresponde realizar en las superficies sembradas o a los vegetales plantados formando parte de los trabajos de mantenimiento a llevar a cabo durante el período de garantía. Quedan, por tanto, excluidos los abonados que se realicen en la preparación del terreno y las incorporaciones de fertilizantes previstas en las siembras o a los hoyos de plantación, los cuales forman parte de la unidad correspondiente.

Se pueden distinguir diferentes tipos de abonado según que sean plantas o superficies sembradas, que el abono sea un compuesto NPK 15-15-15, 14-14-14 o de liberación controlada y para el caso de plantas que la aplicación sea bajo placas de acolchado o no.

El abonado comprende, además de los materiales, las operaciones de:

- Carga del abono.
- Transporte hasta el lugar de aplicación.
- Distribución o extendido.

3.56.2.1.5.2 Materiales

Abonos orgánicos

Se definen como abonos orgánicos o materia orgánica las sustancias de origen orgánico de cuya descomposición, causada por los microorganismos del suelo, resulta un aporte de humus y una mejora en la textura y estructura del suelo.

El tipo de abono orgánico que se empleará en las plantaciones será alguno de los expuestos a continuación.

La utilización de abonos distintos de los aquí reseñados podrá hacerse previa autorización de la Dirección de Obra.

Estiércol

El estiércol es el conjunto de las deyecciones sólidas y líquidas del ganado, mezclado con la paja componente de la cama, que han sufrido un proceso de fermentación natural superior a un año de duración, presentado un aspecto de masa húmeda y oscura, sin que se manifieste vestigio alguno de las materias de origen.

El estiércol deberá ser de ganado vacuno, caballar u ovino, siendo en este último caso menores las cantidades usadas, ya que puede quemar las plantas de la plantación.

Las características que debe cumplir el estiércol utilizado como fertilizante deben ser las siguientes:

- Estará desprovisto de cualquier otra materia, como serrín, cortezas, orujo, etc.

- Será condición indispensable que el estiércol haya estado sometido a una completa fermentación anaerobia, con una temperatura en el interior siempre inferior a cuarenta y cinco grados centígrados (45ºC) y superior a veinticinco grados (25ºC).
- La riqueza mínima de elementos fertilizantes, expresada en tantos por mil será: 5 para el nitrógeno, 3 para el anhídrido fosfórico y 5 para la potasa
- La proporción de materia seca estará comprendida entre el 23 y 33 por ciento.
- Su coeficiente isohúmico estará comprendido entre 0,4 y 0,5.
- La densidad media del estiércol será como mínimo de seiscientos cincuenta kilogramos cada metro cúbico (65 kg/m3).
- El aspecto exterior será el de una masa untuosa negra y ligeramente húmeda.

No se admitirá el estiércol que haya estado expuesto directamente a los agentes atmosféricos, una vez transportado a pie de obra, por un período superior a las 24 horas, sin mezclarse o extenderse con el suelo.

Compost

Procede de la fermentación de restos vegetales, durante un tiempo no inferior a un año, o del tratamiento industrial de las basuras urbanas. Su contenido en materia orgánica será superior al cuarenta por ciento (40%), y en materia orgánica oxidable al quince por ciento (15%).

En el caso de compost elaborado a partir de basuras urbanas, éste no deberá contener sustancias que puedan ser tóxicas para la planta o para el medio en el que sea utilizado.

Turba

Se define la turba como el material originado por la descomposición incompleta, en condiciones anaerobias, de grandes cantidades de restos vegetales. Esto crea un producto fósil rico en sustancias húmicas y compuesto fundamentalmente por materia orgánica. Sus altas edades y estado de descomposición intermedio, las sitúan entre los materiales fósiles tipo lignito o leonardita y los materiales frescos tipo estiércol o compost de residuos vegetales y urbanos. Por tanto, presentan simultáneamente carbohidratos y ligninas, importantes en la mejora de las propiedades físicas del suelo, y elevados contenidos en sustancias húmicas.

Las características de la turba serán las siguientes:

- No contendrá cantidades apreciables de cinc, leña u otras maderas, ni terrones duros.
- Su pH será inferior a siete y medio (7,5) y superior a cuatro (4).
- Su porcentaje mínimo en materia orgánica será del 75%.
- Nitrógeno total > 0,05%
- Humedad máxima 55%
- Tendrá como mínimo, capacidad para absorber el 200% de agua, sobre la base de su peso seco constante.

Mantillo

Se considera mantillo a la mezcla de residuos orgánicos, de origen animal o vegetal, y minerales de procedencia no animal, que han sufrido un acusado proceso de transformación (natural o mecánico) hasta el extremo de no reconocer "de visu" su procedencia. La mezcla tendrá las características siguientes:

- Procederá en un 70% al menos de estiércol de ganado ovino, y el resto de residuos animales y/o vegetales y/o minerales excepto gallinaza, palomina y materias extrañas como serrín, virutas, etc.
- Será de color oscuro, pulverulento y suelto, untuoso al tacto y con el grado de humedad necesario para facilitar su distribución y evitar apelotonamientos, debiendo pasar al menos un 95% por un

tamiz de malla cuadrada de un centímetro de lado. Su contenido en Nitrógeno será al menos del 14%.

- La densidad media será como mínimo de seiscientos.

Corteza compostada

La composición física de este producto debe ser corteza de conífera, generalmente pino, perfectamente compostada y tamizada hasta una granulometría adecuada.

Dentro de las características físicas a cumplir por la corteza compostada se encuentran las siguientes:

- Densidad aparente de 0,25 a 0,30
- pH en agua de 6 a 7,5
- Porcentaje de materia orgánica mayor al 80%
- Debe estar libre de agentes patógenos y tóxicos

Abonos inorgánicos

Se definen los abonos inorgánicos o minerales como los productos químicos comerciales, ensacados y etiquetados, cuya finalidad es proporcionar al suelo uno o más elementos fertilizantes.

Deberán ser de casa comercial acreditada, estando precintados y acompañados de su correspondiente certificado de garantía, y carecer de alteraciones por humedad u otros agentes físicos o químicos.

Podrán emplearse abonos químicos en estado sólido o líquido. En cualquier caso deberán ser solubles y contener los elementos N-P-K en las siguientes proporciones: 15-15-15, pudiendo ser de mayor riqueza previa aprobación por parte de la Dirección de Obra.

El 80% del fósforo (P205) deberá ser soluble en agua, mientras que el nitrógeno será de asimilación lenta.

3.56.2.1.5.3 Ejecución

Si fuera preciso estacionar, ocupando parte de la calzada o arcenes, vehículos o materiales durante la ejecución de los abonados, será obligatorio disponer de señalización consignada en el código de circulación y adoptar las debidas precauciones para garantizar la seguridad de los usuarios de la carretera. Se evitará la dispersión por la calzada de fertilizantes.

En el cuadro siguiente se establece, para cada tipo de planta, la periodicidad, la época de los abonados y la dosis de aplicación. El abono para las plantas será un abono mineral compuesto con N, P, K y microelementos estando parte del nitrógeno en forma de liberación lenta.

CUADRO DE ABONADOS			
TIPO DE PLANTA	DOSIS POR APLICACIÓN	Nº TOTAL DE APLICACIONES	ÉPOCA
* Sin material acolchante en la base			
Árboles mayores:	350 gr/ud	2	Primavera y Otoño
Árboles medianos:	200 gr/ud	2	Primavera y Otoño
Árboles forestales:	50 gr/ud	2	Primavera y Otoño
Arbustos:	50 gr/ud	2	Primavera y Otoño

CUADRO DE ABONADOS			
* Con material acolchante en la base			
Arbustos en macizos y en setos	50 gr/ud	2	Primavera y Otoño

Si modificaciones necesarias en la ejecución del Proyecto o características edáficas o fisiológicas de los vegetales diferentes a las previstas lo hiciesen recomendable, la Dirección de Obra y el Contratista acordarán un nuevo plan de abonados.

En cualquier caso, el Contratista queda obligado a avisar al Director de las Obras con anterioridad a la aplicación de los abonos y a su conclusión.

Como norma general, al menos en las dos primaveras posteriores a la plantación y en la siguiente a las siembras de césped, es conveniente aportar algo de abono a las plantas para facilitar su desarrollo.

Los abonados de las superficies sembradas se podrán aplicar manual o mecánicamente. En el primer caso, que se realizará a voleo, habrá de contarse con operarios expertos capaces de conseguir un reparto de los fertilizantes uniforme y a la dosis establecida.

La aplicación mecánica se hará con abonadora y estando el terreno en tales condiciones de humedad que no queden marcas apreciables del paso de la maquinaria.

El abonado de las plantaciones se hará pie a pie, distribuyendo el abono en un círculo alrededor del tronco separado de éste tres veces el diámetro del tallo, a la altura del cuello y, al menos diez (10) centímetros. En el abonado de árboles bajo acolchados fijados con grapas, éstas habrán de ser colocadas nuevamente al finalizar la operación.

En el abonado de plantas dispuestas formando seto y separadas no más de 40 cms. unas de otras en la hilera, la aplicación de abonos puede realizarse en dos franjas continuas, paralelas, separadas cada una de ellas, al menos 10 cms. del eje de alineación.

El abonado es preferible realizarlo en tiempo nublado y cuando sean de prever lluvias suaves con posterioridad a la aplicación. En caso contrario, es conveniente efectuar un riego tras el abonado.

3.56.2.1.5.4 Medición y Abono

El abonado de plantas se medirá por unidades abonadas.

El abonado de superficies sembradas se medirá por metros cuadrados realmente ejecutados.

En ambos casos se excluyen expresamente de la medición los abonos aplicados formando parte de las unidades de siembra, plantación o incorporación de fertilizantes inorgánicos.

Se abonarán aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios nº 1.

3.56.2.1.5.5 Control y supervisión

Se controlará la dosis aplicada y la uniformidad del reparto conforme a las instrucciones establecidas en el apartado anterior.

3.56.2.1.6 Siega

3.56.2.1.6.1 Definición

Consiste la siega en la corta de la hierba y retirada, apilado, carga y transporte a vertedero, si es necesario.

Se pueden diferenciar tres tipos de siega:

- Siega mecánica con cortacésped.
- Siega manual con motodesbrozadora de hilo.
- Siega con tractor y brazo articulado.

El establecimiento del calendario de siegas, en función de la estación, y la altura máxima que puede alcanzar la hierba entre dos siegas, serán facultativos de la Dirección de Obra, bien a iniciativa propia o a petición del Contratista.

3.56.2.1.6.2 Ejecución

A excepción de las siegas con tractor y brazo articulado, para el resto de siegas se prescribe la retirada de residuos de la siega, lo que deberá hacerse inmediatamente de finalizada la operación. A tales efectos, no podrá transcurrir más de un día entre el corte de la hierba y su apilado, ni más de dos días entre su apilado y la retirada. Aún cuando se deja a facultad del Director de las Obras la exigencia de cumplimiento de retirada de restos de siega en función de los casos particulares que pudieran presentarse, la retirada de residuos se llevará a cabo siempre que se trate de la primera siega o cuando la altura de la hierba sobrepase la máxima establecida para su corte.

La recogida y retirada de residuos están incluidos en el precio de la unidad.

En todos los casos, los trabajos comprenden la retirada de plásticos, papeles, troncos y cualesquiera otros objetos extraños de las superficies a segar.

Con carácter general, se establecen las siguientes recomendaciones para la realización de las siegas:

- En las áreas encespedadas se segará cuando la hierba alcance los diez (10) centímetros de altura, aunque no hay inconveniente en hacerlo antes de que alcance esta altura. Sin embargo, la primera siega, una vez que las semillas han nacido, se realizará cuando las plantas tengan cinco (5) centímetros de altura.
- El corte de la hierba será uniforme y limpio, no dejando ondulaciones ni señales del paso de la maquinaria. En el caso de que no se exija la retirada de restos de la siega, éstos deben repartirse uniformemente por el césped.
- Sobre superficies llanas la siega se hará alternativamente en sentidos opuestos.
- En las superficies hidrosembradas, o donde se haya realizado una siembra manual de carácter rústico, se segará cuando el cincuenta por ciento (50 %) de la hierba alcance entre 20 y 25 cm de altura. En ningún caso se segarán las superficies sembradas, en cuya mezcla de semillas se incluyan especies leñosas, una vez que éstas hayan germinado.
- En la siega de superficies plantadas se tendrá especial cuidado de no dañar a las plantas durante la siega, para lo que previamente serán marcadas.

Se darán ocho (8) siegas mecánicas durante el plazo de garantía de la obra en las superficies encespedadas llanas

Se darán ocho (4) operaciones en las de desmontes o terraplenes.

Se deberá informar a la Dirección de Obra de todas las siegas que se ejecutan, tanto de forma previa como a su conclusión.

3.56.2.1.6.3 Medición y Abono

Esta unidad de obra se medirá por metro cuadrado realmente ejecutado.

El abono se efectuará aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios nº 1.

Se excluyen expresamente de la medición las siegas cuya ejecución queda prevista en las unidades de siembra o plantación recogidas en el Proyecto.

3.56.2.1.6.4 Control y supervisión

En las siegas sobre áreas plantadas o sobre áreas encespedadas limitantes con plantaciones se exigirá una notable precisión para no dañar las plantas ni moverlas o desplazar el material acolchante, si lo hubiera.

Se comprobará la retirada del material segado y la altura de corte.

3.56.2.1.7 Retirada de vegetación alóctona

3.56.2.1.7.1 Definición

Se define como eliminación de vegetación alóctona al conjunto de operaciones destinadas a erradicar aquellos individuos de especies alóctonas e invasoras presentes en el área del proyecto.

Por tanto, en la denominación genérica de eliminación de la vegetación dada a esta unidad, se engloban tres tipos de actuaciones complementarias entre sí:

- Desbroce selectivo por medios manuales o mecánicos.
- Tratamiento herbicida.
- Destoconado o eliminación de raíces y ejemplares muertos.

Los tratamientos se efectuarán esporádicamente, atendiendo al desarrollo vegetativo, probabilidad de propagación de la especie y condiciones climáticas, factor este último de especial incidencia tanto en la eficacia del tratamiento como en la aparición de problemas en cultivos cercanos.

Al margen de las previsiones que se determinen en el Proyecto, corresponde al Contratista establecer un sistema de vigilancia de la obra que permita detectar la necesidad de aplicación de algún tratamiento de eliminación, circunstancia que habrá de ponerse en conocimiento de la Dirección de Obra para que actúe en consecuencia.

3.56.2.1.7.2 Materiales

En el caso de los herbicidas, la Dirección de Obra, previo análisis de la especie a eliminar, prescribirá los materiales activos que han de contener los productos de aplicación.

Los productos herbicidas a emplear deberán ser especialmente activos con la vegetación que se deba eliminar, sin que por ello queden excluidos herbicidas selectivos que a tal fin mejor convengan.

Se propondrán preferentemente, a igualdad de acción, las materias activas cuya clasificación toxicológica corresponde a la categoría menos peligrosa, proscribiéndose las incluidas en las categorías C o D.

Los productos comerciales a emplear deberán estar reglamentariamente inscritos en el Registro Oficial Central de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura y no resultan afectados por prohibiciones relativas a su uso.

No se administrarán herbicidas que presenten riesgos para los cultivos colindantes; por lo cual no figurarán, entre los componentes de su formulación, productos tóxicos - tanto para personas como para animales -, combustibles ni comburentes.

Cualquier sustitución de los productos predeterminados, además de contar con la aprobación del Director de las Obras, habrá de hacerse cumpliendo los requisitos anteriormente explicados.

La maquinaria de aplicación para pulverización dispondrá, en todo caso, de grupo motobomba, regulador de presión, agitador mecánico, sistema eficaz de filtrado y boquillas adecuadas. No se admitirán, en ningún caso, aparatos de accionamiento manual ni aquellos otros que produzcan una dispersión inadecuada o incontrolable del caldo.

Los aparatos, máquinas y demás útiles que sean necesarios emplear para la ejecución de los desbroces, tratamientos y arranques estarán en perfectas condiciones para su funcionamiento.

El empleo de maquinaria pesada para el arranque de los ejemplares a eliminar, además de contar con la aprobación del Director de las Obras, debe hacerse de forma limitada, debido a la baja selectividad del trabajo y a la creación de superficies carentes de vegetación, que facilitan la erosión y la penetración de nuevas especies invasoras.

3.56.2.1.7.3 Ejecución

Si fuera preciso estacionar vehículos o materiales durante la ejecución de los tratamientos ocupando parte de algún vial colindante, su calzada o arcenes, será obligatorio disponer la señalización consignada en el código de circulación y adoptar las debidas precauciones para garantizar la seguridad de los usuarios de la vía.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especificará las áreas y tipos de tratamiento previstos, así como las materias activas elegidas, frecuencia y época de aplicación.

Las obras de desbroce se realizarán de forma manual o mecanizada dependiendo de la accesibilidad del terreno y de la selectividad de la operación que se desee.

En el desbroce selectivo estará incluido el corte de todo tipo de vegetación invasora especificada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, de forma tal que la altura máxima de las plantas cortadas con respecto al terreno sea de tres (3) centímetros. En aquellos puntos que los tallos de las plantas tengan diámetros superiores a 3 cms. podrán quedar hasta 10 cms. de la cota del terreno, así como los tocones de árboles que pudieran existir.

Los tratamientos herbicidas normalmente se aplicarán una vez iniciado el proceso de rebrote de los ejemplares a eliminar.

De no ser así, establecerá los criterios generales que determinarán las condiciones en que sea oportuno efectuar tratamientos, con independencia de la facultad que se reserva a Contratista y Director de las Obras de proponer su aplicación en función de las circunstancias reales que se produzcan.

En todo caso el Contratista comunicará, previamente al tratamiento, a la Dirección de Obra la formulación, método y dosificación de los productos a aplicar.

La aplicación de herbicidas se hará con máquinas pulverizadoras provistas de manguera larga, mojando todas las superficies de las plantas a tratar, bien sean árboles o arbustos. Obligatoriamente se incorporará a las mezclas un mojante. Estas dos últimas normas no son de cumplimiento en los tratamientos de cuello y sistema radicular. Para el tratamiento de los tocones se realizarán taladros o cortes verticales sobre el corte donde depositar el herbicida, de modo que se facilite la absorción por la madera.

La aplicación de los herbicidas se hará de forma selectiva sobre la vegetación invasora existente en la zona a tratar.

Las pulverizaciones se realizarán a bajas presiones, preferentemente con presión en boquilla de 2 kg/cm2, que permiten una dispersión y alcance adecuados. Las aplicaciones a presiones distintas requerirán la autorización de la Dirección de Obra y en ningún caso se permitirán presiones en boquilla superiores a 4 kg/cm2.

Se suspenderán los tratamientos herbicidas cuando la velocidad del viento sea superior a 1,5 m/sg o las condiciones ambientales de humedad, temperatura, lluvia, etc. no sean favorables para conseguir una buena eficacia de los mismos o puedan originar daños en zonas distintas a aquellas en que se realiza la aplicación.

Una vez muertos los ejemplares tratados, se procederá a eliminar los sistemas radiculares y los tocones de los árboles (origen de posibles rebrotes) ya sea manual o mecánicamente, en función de la dificultad y la fragilidad del área tratada.

Respecto a las maderas, leñas y restos vegetales procedentes de la ejecución de estas operaciones se procederá de la siguiente manera:

- Se evitará a toda costa el abandono de partes de las plantas eliminadas, especialmente inflorescencias y semillas, que puedan dar lugar a nuevos rebrotes.
- Los productos resultantes de las operaciones de corte anteriores con tamaño superior a cinco (5) cms. serán, en principio, transportados a incineradora para su destrucción.
- El resto de productos, pueden quemarse "in situ" sobre terrenos silíceos, pero no sobre calizos que vayan a ser plantados, previa la obtención de los oportunos permisos y autorizaciones. Se tendrá especial cuidado en no dificultar la seguridad vial, específicamente en el caso de visibilidad. En caso de imposibilidad de quema in situ, los residuos de bajo calibre deberán ser trasladados a incineradora para su destrucción.

Si fuera preciso por la persistencia de las especies a eliminar habrá que repetir el proceso sobre aquellos ejemplares resistentes hasta su completa eliminación.

3.56.2.1.7.4 Medición y Abono

La eliminación de poblaciones invasoras se medirá por unidad de superficie (m2) realmente tratada, estableciéndose tres densidades de referencia: baja, media y alta.

Se abonarán aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios Nº 1.

3.56.2.1.7.5 Control y supervisión

El control de calidad se podrá verificar de forma visual comprobando que ha sido eliminada toda la vegetación indeseable de las superficies contempladas en proyecto, así como retirados y eliminados (ya sea mediante quema in situ o en incineradora) los desperdicios vegetales susceptibles de crear nuevos focos.

Se controlará que los productos a utilizar, mezcla de los mismos, dosificación y regularidad de la aplicación sean los determinados por la Dirección de Obra.

Se comprobará la presencia de daños a bienes o cultivos próximos. Si se produjesen daños por una mala utilización de productos o indebida ejecución de la aplicación, será responsabilidad del Contratista, quien deberá resarcir al propietario de los bienes afectados sin que le corresponda reclamación alguna al C.A.B.B. por tal concepto.

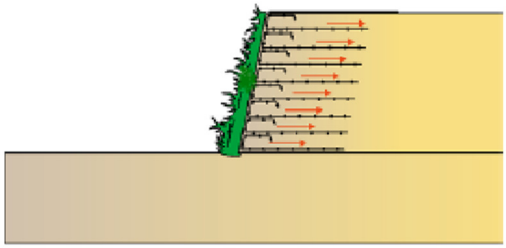
La ineficacia de un tratamiento por su incorrecta aplicación, especialmente si lo ha sido con condiciones ambientales desfavorables, dará lugar a su repetición por el Contratista sin derecho a abono.

3.56.2.2 Restauración de taludes

3.56.2.2.1 Muro Verde

3.56.2.2.1.1 Definición

Un muro verde o vegetalizado consiste en una estructura de suelo reforzado basado en geomallas de alta tenacidad. El muro verde conforma un paramento ejecutado con geomallas intercaladas entre capas de material de relleno, cuya apariencia final es un talud con un grado de verticalidad considerable en el que se han implantado diversos tipos de vegetación, consiguiéndose una apariencia ecológica.



La ejecución de un muro verde se realiza de acuerdo con cálculos aprobados por la Dirección de obra.

3.56.2.2.1.2 Materiales

- Mallazo: El mallazo se suministra con las dimensiones y ángulos adecuados para cada obra.
- Geomalla de refuerzo Fortrac: Los geosintéticos empleados como refuerzo en la contención de los suelos son estructuras planares fabricadas con polímeros de alta resistencia y durabilidad.
- Geomalla de erosión y vegetación: Las geomallas sintéticas de estructura cuadriculada fabricada 100% con polipropileno, son eficaces en el refuerzo de entrelazado del binomio plantas-suelo en la medida en que son de mayor densidad que las anteriormente citadas.
- Ganchos de fijación: Son del mismo diámetro que el mallazo elegido y cumplen la función de enlazar la base del mallazo con la parte del mallazo expuesta en el muro.
- Tierra Vegetal: Se define como suelo o tierra vegetal, la mezcla de arena, limo, arcilla y materia orgánica, junto con los microorganismos correspondientes, existente en aquellos horizontes edáficos explorados por las raíces de las plantas.
- Hidrosiembra: Tal y como se recoge en el capítulo 3.56.2.1.2.

3.56.2.2.1.3 Ejecución

PREPARACION DE LA BASE

Se debe replantear la cimentación y la cara vista del muro que se desea construir.

El terreno de cimentación debe regularizarse, eliminando blandones, zonas encharcadas, protuberancias rocosas, turbas o arcillas blandas de la base, etc.

La capa de base debe estar bien nivelada de acuerdo con las cotas de cimentación del muro. Cuando el terreno de cimentación no sea horizontal se realizan escalones para adaptarse al terreno natural, de acuerdo con los planos de obra. Estos escalones tendrán una diferencia de cota entre sí que será múltiplo del espesor de la tongada. De esta manera, las tongadas serán horizontales.

La banqueta o plataforma sobre la que apoyarán los mallazos en toda su longitud y en toda su anchura debe estar adecuadamente compactada. La precisión con la que se realice esta operación será determinante para conseguir un buen acabado de la cara vista final del muro.

DRENAJE

La cuenca de excavación realizada se debe drenar adecuadamente. Se debe evitar la llegada de aguas horizontales a la zona del relleno reforzado. El sistema de drenaje planteado debe recoger las aguas y sacarlas por la zona inferior del muro.

MALLAZO

Se coloca el mallazo metálico de sujeción que tiene forma de L y que hace las veces de encofrado de la cara vista. La alineación del mallazo se debe realizar con cierto cuidado.

El solape entre dos mallazos será de mínimo 10 cm. Conviene unir dos mallazos contiguos con alambre de atar ferralla. El atado se realizará en una de cada dos barras horizontales de los mallazos. Para que los mallazos no se muevan con la extensión del material de relleno, es conveniente fijarlos al suelo con las mismas grapas que se utilizan para fijar al suelo la geomalla de armadura. El mallazo cumple una función protectora de la cara vista frente a fuego y vandalismo, una vez que el muro esté finalizado.

GEOMALLA DE REFUERZO FORTRAC

Después, se extiende la geomalla de refuerzo con su correspondiente longitud de anclaje sobre el mallazo. La longitud de anclaje de cada geomalla y la resistencia de la misma viene dada por el cálculo.

La geomalla se colocará con las fibras resistentes en sentido perpendicular al paramento del muro. La geomalla de refuerzo debe extenderse “estirada y sin arrugas”. Una vez extendida la tongada, la geomalla deberá envolver la nueva capa, por lo que el anclaje superior requerido se dejará colgado hacia el lado exterior del mallazo. La geomalla tiene un anclaje superior de 1 m.

La geomalla se fijará al suelo, con el fin de que la extensión del material de relleno o el viento no desplace la geomalla ya extendida.

GEOMALLA DE EROSION Y VEGETACIÓN

Por la parte interior del mallazo y “cubriendo” la futura cara vista del muro, se extiende la geomalla de protección contra la erosión y que permite el crecimiento de la vegetación. Esta geomalla tiene una abertura de malla de 2 mm.

Esta geomalla de erosión y vegetación tiene un anclaje inferior y superior para que la tongada terminada esté siempre “tapada” y protegida por la misma.

La geomalla de erosión y vegetación se extiende a lo largo de los mallazos colocados para una misma tongada. Si fuera necesario empalmar dos paños, el solape deberá ser de 50 cm. Su anclaje superior se deja doblado hacia el lado exterior del mallazo.

GANCHOS DE FIJACIÓN

El mallazo de la cara vista se debe "arriostrar" por medio de "ganchos de fijación" o tirantes. Los ganchos de fijación sirven para evitar la aparición de "bolsas" en la cara vista del muro. Este gancho se coloca uniendo la barra horizontal superior del mallazo y la barra horizontal más trasera del mallazo. Para colocar estos ganchos es necesario doblar manualmente el mallazo. Los ganchos se colocan a una distancia máxima de 100 cm, haciendo pequeños cortes en la geomalla de vegetación. El gancho de fijación debe arriostrar la zona en la que dos mallazos contiguos se solapan.

TIERRA VEGETAL

En el lado de la "cara vista" y en una anchura de 50 cm aproximadamente, se extiende y se compacta la tierra vegetal. La tierra vegetal debe tener un elevado porcentaje de partículas finas con buena retención de agua y un aceptable contenido en materia orgánica, para facilitar el arraigo de la vegetación.

La compactación de la tierra vegetal se realizará con medios ligeros. Esta operación es determinante para que el aspecto estético final de la cara vista del muro sea satisfactorio. La tierra vegetal no debe estar excesivamente húmeda en el momento de su puesta en obra. Al compactar la tierra vegetal, la geomalla de erosión y vegetación debe quedar ligeramente abombada bajo la presión que ejerce la tierra vegetal sobre el mallazo.

MATERIAL DE RELLENO

Se extiende y se compacta el trasdós del muro con el material de relleno hasta que el espesor de la tongada sea el predeterminado y la densidad corresponda a la requerida en el cálculo. El material de relleno debe cumplir las hipótesis de partida recogidas en el cálculo del muro.

La compactación mecánica con medios pesados puede realizarse hasta 50 cm del borde, debiendo vigilarse las posibles deformaciones del mallazo. La extensión del material de relleno debe ser cuidadosa en la zona contigua al mallazo, para que los ganchos de sujeción no sufran daños severos.

La tongada debe tener una pendiente transversal hacia el trasdós de aproximadamente un 4% para que las aguas superficiales en caso de lluvia sobre una tongada en ejecución, se canalicen hacia el drenaje del trasdós.

La maquinaria de extensión y compactación del material de relleno no debe circular directamente sobre la geomalla de armadura. Este tipo de maquinaria pesada debe circular siempre sobre material de relleno previamente descargado y extendido.

La circulación de la maquinaria en el extendido del relleno, se realizará en el sentido en el que se ha realizado el solape lateral de una geomalla de armadura sobre la otra.

Finalmente, se envuelve la tongada recién compactada con la geomalla de protección y vegetación, que permanecía doblada sobre el mallazo. La geomalla de vegetación y de control de erosión debe quedar "bien estirada".

NUEVA TONGADA

Se extenderá y nivelará adecuadamente la superficie sobre la que se volverá a fijar el nuevo mallazo de la tongada siguiente.

El redondo horizontal inferior del mallazo de la tongada superior debe quedar por detrás de los redondos verticales del mallazo de la tongada inferior. Es conveniente unir con alambre de atar los

mallazos superiores y los inferiores. Se realizan las nuevas tongadas y se controla que la pendiente del muro es la requerida. Si hubiera alguna pequeña desviación, se corregirá lo antes posible en las tongadas siguientes. El proceso se repite hasta llegar a la cota deseada.

CORONACION DEL MURO

De acuerdo con el alzado del muro y una vez que se ha alcanzado la cota de coronación del muro, en la última fila del mallazo se doblan hacia dentro los hierros prominentes inmediatamente por encima de la barra horizontal superior. Las esquinas salientes también se pueden cortar. La geomalla de vegetación se vuelve hacia atrás, y se ancla en la tierra.

De igual manera se ejecutan las terminaciones laterales de los muros.

ACABADO VEGETAL

El acabado vegetal se consigue realizando una hidrosiembra sobre el paramento con la composición de semillas adecuada.

La siembra sólo se puede realizar durante la época adecuada, en primavera y otoño, aunque en casos de condiciones climáticas frescas y húmedas se puede llevar a cabo fuera de estos períodos.

La siembra se realizará en dos etapas mediante una hidrosembradora:

- Que distribuye las semillas por aspersión en una sola fase de trabajo, acompañada de un mulch (material orgánico con gran capacidad de retención de agua) especial de cobertura.
- Que aporta una capa orgánica “de tapado” para favorecer el nacimiento de las semillas.

Las distintas mezclas de semillas deben ser elegidas en función de la exposición al sol, la tierra vegetal, la altitud y la pluviometría. Un especialista local es el que mejor conoce la composición y el porcentaje de semillas adecuado.

Resulta de extrema importancia realizar adecuadamente la hidrosiembra, ya que es un aspecto al que no se le da la importancia que tiene y que determina el aspecto final del muro ejecutado.

3.56.2.2.1.4 Medición y Abono

La construcción del muro verde se medirá por unidad de superficie (m2) realmente ejecutada.

Se abonará aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios Nº 1.

3.56.2.2.1.5 Control y supervision

Se controlará el correcto dimensionamiento del mallazo, la compactación de cada una de las tongadas, la correcta extensión de la geomalla de refuerzo, el correcto envolvimiento de la tierra vegetal con la geomalla vegetal o de erosión, así como la correcta ejecución de la hidrosiembra con la mezcla adecuada en función de las características climáticas del muro a revegetar.

3.56.2.3 Restauración de riberas

3.56.2.3.1 Muro tipo Krainer

3.56.2.3.1.1 Definición

- Descripción: Se trata de un sistema de contención consistente en un Muro degravedad formado por una estructura celular por troncos de madera combinado con inserción de plantas vivas. El deterioro de la madera, en algunas decenas de años presupone que los parámetros de estabilidad del muro se basen en un oaramento externo asimilable a una pendiente bien vegetada y a un terreno con buenas características.
- Con un adecuado mantenimiento (poda periódica de las plantas) se puede obtener una aceptable estabilidad para pendientes del paramento externo del orden de 60º.
- Campo de aplicación: Estabilización y reconstrucción de riberas fluviales sujetas a erosión. La variante a una pared es preferible en situaciones de espacio limitado.
- Límites de fiabilidad: Velocidad de la corriente superior a 4 m/s

3.56.2.3.1.2 Materiales

- Troncos de especies con madera duradera (castaño, falsa acacia, coníferas) de diámetro mínimo de 20 cm.
- Clavos de acero con adherencia mejorada de diámetro 12-14 mm.
- Estacas vivas y plantas enraizadas de caducifolias.
- Fajinas vivas de sauce de diámetro 25-30 cm.
- Piedra.
- Material de relleno inerte.

3.56.2.3.1.3 Ejecución

Montaje de la estructura de troncos:

- El plano de colocación de la estructura va realizado en contrapendiente en función del cálculo de estabilidad (5º-15º).
- Se procede a la colocación de la primera fila de troncos en sentido paralelo a la ribera; durante la colocación de los troncos se va realizando la unión entre un tronco y el sucesivo encastrándolos y fijándolos con clavos metálicos (véase figura 10.2.3.3).
- El montaje prosigue con la colocación del sucesivo plano de troncos perpendiculares a la primera fila y a la línea de ribera: estos troncos tendrán una longitud variable según el cálculo de proyecto y en consideración de las características biotécnicas de las especies empleadas y del terreno (capacidad de profundización del aparato radicular) y variable entre 1,5 y 3,0 m. Estos troncos se fijan a los de la fila inferior mediante clavos metálicos. En la variante a una pared, los palos con punta perpendiculares a la ribera se introducen en el terreno mediante excavadora.
- Por lo que respecta a la fijación con clavos, se deben perforar completamente los dos troncos que se van a unir, para lo que se debe disponer de taladro con broca de madera y adecuada longitud (doble del diámetro de los troncos), yal menos 40 cm: la perforación parcial puede originar una rotura del tronco cuando se introduce el clavo a golpe de maza.

- Para realizar los planos sucesivos se sigue con el esquema descrito, con la advertencia de posicionar los troncos paralelos a la ribera siempre en posición retranqueada respecto del tronco horizontal inmediatamente inferior, para dar al paramento externo la pendiente establecida en el proyecto.

Relleno de la estructura y colocación del material vegetal vivo:

- Después de haber realizado uno o dos planos completos de troncos, se procede al relleno de la estructura celular con material inerte y a la colocación de estacas vivas y plantas enraizadas.
- El terreno vertido en el espacio entre los troncos va oportunamente compactado y se procede a la colocación de las estacas o ramas vivas en posición horizontal o de las plantas enraizadas en posición horizontal o de las plantas (en el frente a la vista) en posición erecta.
- Las estacas o ramas vivas deberán tener una longitud similar a la profundidad de la estructura (1,5-3,0 m) para conseguir un enraizamiento profundo; es suficiente que emerjan fuera de la tierra unos 10-30 cm.
- Las estacas o ramas vivas y las plantas enraizadas se colocan en razón de una cada 10-15 cm de frente para cada orden de troncos longitudinales, es decir, cerca de 20-30 estacas/plantas por cada metro cuadrado de paramento externo del entramado vivo.
- En los huecos de la estructura celular se colocan fajinas vivas de sauce, como sistema para evitar la pérdida de materiales finos.

Entramado vivo a una pared:

- El entramado vivo a una pared viene montado de la misma forma prevista para el tipo a dos paredes, pero sin colocación del tronco longitudinal situado dentro de la estructura.
- En particular se realiza esta tipología en presencia de espacio limitado por lo que respecta a la posibilidad de realizar una estructura profunda, o bien por elección en proyecto que establezca suficiente la realización de una estructura ligera con prevalencia de la función de revestimiento respecto de la función de estabilidad.
- La colocación de los troncos perpendiculares a la ribera puede ser realizada con el auxilio de una perforadora con punta de 15-20 cm, que realiza el agujero en el frente del terreno. Esta modalidad permite reducir al máximo el movimiento de tierra pero sobre todo asegura el mantenimiento de la solidez de la porción de ribera no objeto de excavación.
- En esta modalidad es importante introducir los troncos perpendiculares (a los que se les ha hecho una punta) en los agujeros realizados con la perforadora.

3.56.2.3.1.4 Medición y Abono

La construcción del muro tipo Krainer se medirá por unidad de superficie (m2) realmente ejecutada.

Se abonará aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios Nº 1.

3.56.2.3.1.5 Control y supervisión

- Se controlará la época de colocación del material vivo.
- El diámetro de los troncos será adecuado al dimensionamiento de la estructura.
- Se controlará la densidad suficiente de estacas o ramas vivas insertadas en la estructura. Además el estado fitosanitario de las ramas utilizadas para las fajinas y la cantidad de las mismas deberá ser el adecuado.
- Se controlarán las especies seleccionadas para garantizar la propagación de las mismas.
- Se controlará que los troncos son clavados suficientemente.

3.56.2.3.2 Trenzado vivo de ribera

3.56.2.3.2.1 Definición

Se trata de una técnica estabilizadora lineal sobre el margen del río, formada por una trenza de ramas, fijadas en terreno mediante piquetas de madera o de acero y relleno de tierra a continuación.

La disposición de los trenzados de ramas puede ser en filas horizontales o cruzadas entre sí de manera que formen rombos o cuadrados. Para que resulte eficaz se debe realizar con material vivo que tenga capacidad de emitir raíces adventicias.

3.56.2.3.2.2 Materiales

- Varas elásticas, poco o nada ramificadas, de especies leñosas con buena capacidad vegetativa, que resulten fáciles de entrelazar (Salix, Tamarix) con una longitud mínima de 150 cm. Como alternativa, trenzados de ramas ya confeccionados.
- Piquetas de madera longitud = 100 cm diámetro = 8-12 cm o pilotes de hierro diámetro= 12-14 mm.
- Piquetas vivas longitud < 100 cm.
- Alambre y/ o clavos.

3.56.2.3.2.3 Ejecución

Las piquetas de madera (o los pilotes en hierro) se clavan en el terreno no excavado, por lo menos dos tercios de la longitud (50-80 cm, con una distancia entre ellos del -3 m). Entre estas piquetas se clavan, con un intervalo de 30 cm aproximadamente, las piquetas vivas.

Las varas se trenzan a las piquetas: la vara más baja se posiciona en un pequeño surco excavado en el terreno. Las otras varas bien se colocan fuera del terreno o bien enterradas parcial o totalmente para que puedan enraizar mejor: Se colocan de 3a7-8 varas una encima de otra. Las piquetas no deben sobresalir más de 5cm. del trenzado.

Los trenzados se colocan generalmente en filas horizontales, con distancias de 1.2-2 m, atravesando todo el margen o bien en filas diagonales en forma de rombo o cuadrado, que aumentan la capacidad antierosiva. La altura de los trenzados fuera del terreno debe ser modesta (15-30 cm) de manera que garanticen una mayor estabilización.

Relleno con tierra de la estructura a fin de rellenar posibles huecos.

3.56.2.3.2.4 Medición y Abono

La construcción del trenzado vivo de ribera se medirá por unidad de superficie (m2) realmente ejecutada.

Se abonará aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios Nº 1.

3.56.2.3.2.5 Control y supervisión

- Se controlará el empleo de suficiente terreno en el trasdós del trenzado.

- Además se comprobara el correcto cálculo del nivel medio del agua, ya que un mal cálculo en este sentido determina la muerte del material vegetal empleado si permanece sumergido por periodos demasiado largos.
- Finalmente se controlará la elección del periodo de ejecución, especialmente en lo referente al material vivo.

3.56.2.3.3 Cobertura de ramas

3.56.2.3.3.1 Definición

La técnica consiste en la realización de un recubrimiento de la margen del río, previamente remodelada, mediante la plantación de varas, (ramas vivas de sauce, Tamarix...) con capacidad de propagación vegetativa. Las ramas se disponen perpendicularmente a la dirección de la corriente de agua y se fijan al terreno mediante un alambre tensado entre pilotes metálicos o piquetas vivas o muertas. La base de las ramas se introduce en el terreno y en el caso de que exista más de una hilera de ramas, éstas deben sobreponerse parcialmente. El ramaje se cubre con un estrato fino de terreno vegetal. Con este tipo de actuación se protege la superficie del terreno de la acción de las fuerzas mecánicas (lluvia, erosión fluvial, etc.). Además se mejora el balance hidrico y térmico y se favorece el desarrollo de la vegetación en el terreno y en estrato aéreo junto al terreno.

3.56.2.3.3.2 Materiales

Simple:

- Piquetas de alerce o castaño.
- Varas de sauce y/0 otras especies con capacidad de propagación vegetativa.
- Bloques de piedra.
- Grava.
- Alambre galvanizado.

Armada: (además de lo mencionado):

- Piquetas de alerce o castaño.
- Cable de acero.
- Pilotes en hierro.
- Abrazadera.
- Mortero.

3.56.2.3.3.3 Ejecución

Cobertura de ramas con varas de sauce. Se debe realizar como sigue:

Remodelado de la margen del río mediante excavadora hasta tener una pendiente no superior a 30-35°.

Realización, si necesario, de una zanja al pie del talud (longitud = 40 cm, profundidad = 30 cm).

Colocación de 3 ó más filas de piquetas de castaño o alerce, clavadas en el terreno firme 60 cm. y sobresaliendo 30 cm, las filas paralelas de piquetes se colocan en la misma dirección que la corriente del río con una distancia entre filas de 1 m. La distancia entre las piquetas puede variar de 1 a 3 m máx., según la presión hidráulica.

Colocación de un estrato continuo de varas de sauce o ramas, en el sentido transversal a la dirección de la corriente y con el diámetro mayor introducido en el terreno o en la zanja en contacto con el agua: en el caso de emplear dos niveles de varas, la parte superior de la capa más baja deberá solaparse por lo menos 30 cm sobre la capa más alta.

Anclaje de las varas a las piquetas mediante alambre galvanizado y recubrimiento de las varas con terreno vegetal (espesor 7-8 cm), debiendo quedar al final un 50% de la superficie de las varas emergiendo del terreno para permitir el crecimiento de las nuevas yemas.

Recubrimiento en la base de la zanja con un estrato de piedras de pequeña dimensión o de grava.

Como protección del pie del talud se realiza una defensa con bloques de piedra (dimensión del bloque 0,2 m3) colocados en uno o en dos niveles sobre la grava. Para garantizar una mejor estabilidad de esta defensa es posible colocar palos de sauce o castaño descortezados colocados en la base de los bloques de piedra. Los bloques de piedra pueden ser eventualmente sustituido por troncos longitudinales descortezados y fijados con pilotes metálicos clavados en el fondo delrío.

Cobertura armada: la armadura consiste en colocar los bloques de piedra con un cable de acero que una cada uno de los elementos. Tras haber realizado los pasos del modelo anterior (A) se procede de la siguiente manera:

Se perforan los bloques de piedra para permitir la introducción de una barra de acero corrugado provista con un ojal y cementar con mortero.

Fijar el cable a las piquetas, o como alternativa, a las barras de acero clavadas en el fondo del río a una profundidad de 150-200 cm y con una distancia variable de 2 a 5msegún las exigencias de la obra con el fin de hacer más estable la defensa de la margen.

3.56.2.3.3.4 Medición y Abono

La ejecución de la cobertura de ramas se medirá por unidad de superficie (m2) realmente ejecutada.

Se abonará aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios Nº 1.

3.56.2.3.3.5 Control y supervisión

Se ha de controlar que las varas se anclan bien al terreno con alambre o con piquetas. Además la cubierta de tierra tiene que ser suficiente no quedando las varas excesivamente expuestas al aire, ya que pueden ser arrancadas por el aire, pero no excesiva impidiendo el desarrollo inicial.

Finalmente ha de seleccionarse una época adecuada para la colocación del material vivo.

3.56.2.3.4 Fajina viva de ribera

3.56.2.3.4.1 Definición

Se trata de una técnica estabilizadora lineal sobre la margen del río, formada por una trenza de ramas, fijadas en terreno mediante piquetas de madera o de acero y relleno de tierra a continuación.

La disposición de los trenzados de ramas puede ser en filas horizontales o cruzadas entre sí de manera que formen rombos o cuadrados. Para que resulte eficaz se debe realizar con material vivo que tenga capacidad de emitir raíces adventicias.

3.56.2.3.4.2 Materiales

- Varas elásticas, poco o nada ramificadas, de especies leñosas con buena capacidad vegetativa, que resulten fáciles de entrelazar (Salix, Tamarix) con una longitud mínima de 150 cm. Como alternativa, trenzados de ramas ya confeccionados.
- Piquetas de madera longitud = 100 cm diámetro = 8-12 cm o pilotes de hierro diámetro= 12-14 mm.
- Piquetas vivas longitud < 100 cm.
- Alambre y/ o clavos.

3.56.2.3.4.3 Ejecución

Las piquetas de madera (o los pilotes en hierro) se clavan en el terreno no excavado, por lo menos dos tercios de la longitud (50-80 cm, con una distancia entre ellos del -3 m). Entre estas piquetas se clavan, con un intervalo de 30 cm aproximadamente, las piquetas vivas.

Las varas se trenzan a las piquetas: la vara más baja se posiciona en un pequeño surco excavado en el terreno. Las otras varas bien se colocan fuera del terreno o bien enterradas parcial o totalmente para que puedan enraizar mejor: Se colocan de 3a7-8 varas una encima de otra. Las piquetas no deben sobresalir más de 5cm. del trenzado.

Los trenzados se colocan generalmente en filas horizontales, con distancias de 1.2-2 m, atravesando todo el margen o bien en filas diagonales en forma de rombo o cuadrado, que aumentan la capacidad antierosiva. La altura de los trenzados fuera del terreno debe ser modesta (15-30 cm) de manera que garanticen una mayor estabilización.

Relleno con tierra de la estructura a fin de rellenar posibles huecos.

3.56.2.3.4.4 Medición y Abono

La ejecución de la fajina viva de ribera se medirá por unidad de superficie (m2) realmente ejecutada.

Se abonará aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios Nº 1.

3.56.2.3.4.5 Control y supervision

- Se controlará el empleo de suficiente terreno en el trasdós del trenzado.
- Además se comprobara el correcto cálculo del nivel medio del agua, ya que un mal cálculo en este sentido determina la muerte del material vegetal empleado si permanece sumergido por periodos demasiado largos.
- Finalmente se controlará la elección del periodo de ejecución, especialmente en lo referente al material vivo.

3.56.2.3.5 Ribalta viva

3.56.2.3.5.1 Definición

Estratos alternos de fajinas vivas, dispuestas longitudinalmente al margen y ramas vivas de sauce dispuestas transversalmente al margen sobre el nivel medio del agua. Este módulo se repite hasta llegar a la línea de descalce o a la altura deseada. Se termina a trasdós de las fajinas con relleno de material

inerte. Por debajo del nivel medio del agua se pone material muerto. Las fajinas se fijan con piquetas de madera o de hierro, clavados en direcciones alternas en función de la presión hidráulica.

3.56.2.3.5.2 Materiales

- Para las fajinas:
  - Ramas de especies con capacidad de propagación vegetativa, diversas especies de sauce, siendo los Salix purpurea y Salix elaeagnos los más empleados; Tamarix. Eventualmente otras especies presentes en el lugar de ejecución.
  - Alambre (diámetro 2-3 mm).
  - Pilote de acero corrugado (diámetro 12-16 mm).
  - Piquetas de madera de castaño o sauce (diámetro 8-12 cm).
- Para las estacas:
  - Ramas de sauce o de otras especies con capacidad de propagación vegetativa, plantas enraizadas de especies arbustivas de ribera.
  - Bloques de piedra para colocar debajo del nivel de estiaje.

3.56.2.3.5.3 Ejecución

- Excavación de un surco en la base de la margen del río.
- Colocación de una fajina muera y anclaje con una piqueta cada 80 cm, clavadas con orientación alternada a monte ya valle respecto a la fajina.
- Colocación de ramas de sauce, Tamarix formando gradas.
- Colocación de fajinas vivas de sauce ancladas con piquetas; las fajinas se colocarán de manera que la superior no cubra la inferior.
- Recubrimento con terreno.
- Realización de la obra mediante la repetición de los módulos formados por fajinas y gradonatas hasta la altura proyectada y relleno a trasdós con material inerte.
- En el caso de una erosión profunda, se protege el pie con bloques de piedra.

3.56.2.3.5.4 Medición y Abono

La ejecución de la Ribalta viva se medirá por unidad de superficie (m2) realmente ejecutada.

Se abonará aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios Nº 1.

3.56.2.3.5.5 Control y supervisión

- Se controlara el adecuado anclaje de la fajina.
- Se controlará la adecuada elección para la obtención del material vivo
- Se controlará la pendiente, ya que si esta fuera excesiva, se puede solapar el efecto de las diferentes fajinas al desarrollarse los sauces (la superior cubre a la inferior), no permitiendo un adecuado desarrollo de la vegetación.

3.56.2.3.6 Enrejado Vivo

3.56.2.3.6.1 Definición

El enrejado vivo es una obra realizada con troncos dispuestos perpendicularmente entre sí, y con colocación de estacas vivas o plantas enraizadas. Es utilizada para la estabilización de taludes o riberas pendientes de terreno compacto y para la estabilización de taludes con fenómenos de erosión superficial donde, por la elevada inclinación, no es posible aplicar otras técnicas de Ingeniería Naturalística.

El enrejado vivo actúa como sujeción del terreno hasta que no se hayan desarrollado los elementos vivos, que con sus aparatos radiculares realicen el efecto estabilizador.

3.56.2.3.6.2 Materiales

El enrejado vivo se realiza mediante el empleo de:

- Troncos de madera descortezada (alerce, otras coníferas, castaño, falsa acacia u otras maderas con buenas características de resistencia) con diámetro 15-30 cm y longitud 2-5 m, para la realización de la estructura principal;
- Piquetas de madera con diámetro 8-12 cm y longitud >1,0 m ó barras de acero con dimensiones idóneas para sostener la estructura;
- Clavos realizados con barra de acero corrugado;
- Estacas vivas y/o plantas enraizadas de especies arbustivas con buena capacidad de enraizamiento;
- Eventualmente red metálica para mantener el material de relleno;
- Entramado vivo o escollera viva en el pie de la estructura;

3.56.2.3.6.3 Ejecución

- Realización del plano de apoyo, que puede estar constituido por una escollera o un entramado vivo realizado en contrapendiente (siempre que exista una posibilidad de descalzamiento del pie).
- Sobre los troncos del entramado se fijan con clavos los troncos verticales, a una distancia de unos 80-150 cm. Estos troncos verticales se fijan al terreno con piquetas de madera o barras de acero; a los troncos verticales así anclados se les fijan transversalmente otros troncos, de manera que se forma una malla cuadrada o rectangular según la distancia a la que se fijan estos troncos, entre 80-150 cm.
- El enrejado se rellena con material terroso e inerte en el que se colocan estacas o ramas vivas (y eventualmente plantas enraizadas) dispuestas en estratos apoyadas en los troncos transversales.
- Eventualmente, se siembra toda la superficie generada.
- Puede ser oportuno colocar red metálica, geotextil o manta orgánica para retener el material de relleno.
- Para proteger la cabeza del enrejado de fenómenos erosivos, se puede revestir la citada cabeza colocando y anclando una tira de manta orgánica o material sintético, sobre la que se puede colocar una fila de estacas vivas; como alternativa se puede colocar un drenaje perimetral.

3.56.2.3.6.4 Medición y Abono

La ejecución del Enrejado vivo se medirá por unidad de superficie (m2) realmente ejecutada.

Se abonará aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios Nº 1.

3.56.2.3.6.5 Control y supervision

Se deberá controlar la adecuada selección de especies en función de las condiciones fitoclimáticas del entorno sobre el que actuar.

Se tendrá en cuenta la pendiente del talud sobre el que actuar, ya que en función de esto variará la distancia entre las estructuras horizontales, ya que el grado de solapamiento de estas influye en el crecimiento de las especies implantadas.

3.57 VIDRIOS Y LUNAS

3.57.1 Definición

Se trata del acristalamiento de huecos de forma rectangular en exteriores o interiores.

3.57.2 Ejecución

Los vidrios, en obra, se almacenarán verticalmente en lugares debidamente protegidos, de manera ordenada y libre de cualquier material ajeno a ellos. Una vez colocados, se señalizarán de forma que sean claramente visibles en toda su superficie.

La manipulación del vidrio se efectuará siempre manteniéndolo en posición vertical, utilizando guantes o manoplas que protejan hasta las muñecas y, en caso de vidrios de grandes dimensiones, con la ayuda de ventosas.

Hasta su recibido definitivo, se asegurará la estabilidad de los vidrios con medios auxiliares.

Los fragmentos de los vidrios procedentes de recortes o roturas se recogerán lo antes posible en recipientes destinados a este fin y se transportarán a vertedero reduciendo al mínimo su manipulación.

En la colocación de los vidrios se evitará el contacto directo con partes metálicas o con otros vidrios.

En el caso de utilización de masilla, ésta se extenderá en el perímetro de la carpintería o hueco, antes de la colocación del vidrio. Finalizado el acristalamiento se enrasará todo el perímetro.

Se cuidará especialmente que no existan discontinuidades en la masilla, agrietamiento, o falta de adherencia a los elementos del acristalamiento.

En el caso de utilización de calzos, o perfil continuo, de caucho, éste, o aquéllos, se situarán en el perímetro de la hoja de vidrio antes del acristalamiento.

3.57.3 Medición y abono

Los acristalamientos se medirán y abonarán por metros cuadrados (m2) realmente colocados, medidos en obra, según tipo de vidrio empleado y espesor del mismo.

Se consideran incluidos en los precios, el suministro, transporte, calzos, perfil continuo, masilla, cortes, medios auxiliares y personal necesario para su perfecto acabado.

3.58 FALSOS TECHOS

3.58.1 Definición

Unidad de obra que supone la creación de techos suspendidos con, o sin juntas aparentes, en interior de edificios.

3.58.2 Ejecución

3.58.2.1 Fijaciones

Las fijaciones se realizarán de la siguiente forma según el soporte.

- Hormigón: Clavo de acero fijado mediante tiro de pistola.
- Bovedillas: Mediante taco de material sintético.
- Viguetas: Mediante abrazadera de chapa galvanizada fijada al ala inferior de la vigueta.

3.58.2.2 Techos continuos

Se podrán materializar mediante planchas de escayola de las características especificadas en el capítulo 2 de este Pliego, o mediante tela metálica con las características del capítulo 2, también de este Pliego.

- Techos de planchas de escayola

Las planchas no presentarán una humedad superior al 10% en peso, en el momento de su colocación. Esta se realizará disponiendo las planchas sobre reglones que permitan su nivelación, colocando las uniones de planchas longitudinalmente en el sentido de la luz rasante y las uniones transversales alternadas.

Las planchas perimetrales están separadas 5 mm de los paramentos verticales.

Las juntas de dilatación se formarán con un trozo de plancha recibido con pasta de escayola a uno de los lados y libre en el otro. La longitud máxima admisible será 70 mm.

El relleno de uniones de planchas se efectuará con fibras vegetales o sintéticas y pasta de escayola, en la proporción de 80 litros de agua por cada 100 kg de escayola y se acabarán interiormente con pasta de escayola en la proporción de 100 l de agua por cada 100 kg de escayola.

La suspensión de las planchas de escayola se podrá hacer por medio de varillas y alambres metálicos, o bien, mediante cañas de fijación, colocadas en cualquier dirección y sujetas a la plancha y al soporte mediante pellados de pasta de escayola de 80 l de agua por cada 100 kg de escayola y fibras vegetales o sintéticas.

En cualquiera de los dos modos de sujeción mencionados se dispondrá un mínimo de 3 fijaciones por m2 de plancha, no alineadas y uniformemente repartidas.

No se admitirán variaciones superiores a 3 mm en la planeidad comprobada con una regla de 2 m.

- Techos de tela metálica

La tela metálica se colocará tensada y cosida a una retícula de varillas metálicas mediante alambre de atado.

El solape entre telas metálicas será de 10 cm.

La separación de varillas de la armadura no será en ningún caso superior en 20 mm a la especificada.

Dicho conjunto metálico irá embebido en una capa de yeso negro con fibra animal o vegetal tirada y apretada contra la propia tela, de 15 mm de espesor.

Por debajo de ello llevará un guarnecido maestreado de yeso negro también, de 1 cm. de espesor, llevando por fin un enlucido de yeso blanco.

3.58.2.3 Techos de placas

La sustentación de las placas se materializará mediante perfiles angulares en el perímetro, y perfiles en T convenientemente arriostrados entre sí y sujetos al elemento estructural mediante varillas metálicas.

La colocación se iniciará por el perímetro apoyando las placas sobre los angulares de chapa y los perfiles T. Longitudinalmente las placas irán a tope.

Para la colocación de las luminarias, o cualquier otro elemento se respetará la modulación de las placas, suspensiones y arriostramientos.

No se admitirá errores de planeidad superiores a 2 mm/m.

3.58.3 Medición y abono

Los falsos techos, ya sean continuos, o de placas, se medirán y abonarán por metros cuadrados (m2) realmente ejecutados medidos en planos y deducidos huecos superiores a 0,50 m2. En dicho precio irán incluidos todos los elementos, medios auxiliares y mano de obra necesarios para la colocación.

3.59 FONTANERÍA Y APARATOS SANITARIOS

3.59.1 Definición

Se trata en este artículo de la instalación de los elementos necesarios para el suministro de agua a edificios, desde la acometida hasta el grifo, así como lo necesario para la evacuación de aguas residuales y pluviales, desde los puntos de recogida de las mismas hasta el, o los, correspondientes puntos de vertido.

3.59.2 Ejecución de las obras

3.59.2.1 Montaje de las tuberías

Cuando las conducciones de fontanería atraviesen muros, tabiques o forjados se dispondrá un manguito pasamuros con holgura mínima de 10 mm y se rellenará el espacio libre con masilla.

Cuando la conducción vaya recibida a los paramentos o forjados se hará mediante grapas de acero galvanizado separadas un máximo de 2000 mm, en el caso de conducción de acero, y mediante grapas de latón, separadas un máximo de 400 mm, en el caso de tuberías de cobre. En cualquiera de los dos casos se interpondrán entre la grapa y la conducción anillos elásticos de goma o fieltro.

En el caso de conducción de acero las uniones y piezas especiales irán roscados, mientras que las de cobre se harán mediante manguitos o juntas de enchufe, con soldadura por capilaridad.

Las conducciones de agua caliente deberán ir calorifugadas mediante coquilla aislante que cubrirá tubo, piezas especiales y grapas, previo pintado de estos con minio. La coquilla deberá ser de material impermeable, imputrescible y autoextinguible.

La conexión entre la acometida y los aparatos sanitarios se hará con tubo de polibutileno, con los correspondientes acoplamientos. Los tubos de desagüe serán de PVC o acero inoxidable según se determine en el cuadro de precios con acoplamientos a presión y sifones de calidad, y se sujetarán a las paredes, pisos y elementos estructurales de acero mediante soportes, colgadores o abrazaderas adecuados, con la pendiente necesaria.

3.59.2.2 Montaje de los aparatos sanitarios

Los aparatos sanitarios se instalarán con pulcritud profesional, con cuidado de no perjudicar las superficies contiguas.

Los aparatos estarán perfectamente a nivel, a plomo y a escuadra con la pared.

Siempre que sea posible las sujeciones irán ocultas y cuando sean visibles los tornillos o ganchos serán cromados y se instalarán tapones cromados donde sea necesario.

Se introducirán tacos de fibra, plomo o plástico, nunca de madera, para recibir los tornillos en la pared o en el suelo.

Los orificios se taladrarán con precisión, con cuidado de no agrietar la superficie a su alrededor. Se dispondrán e instalarán placas cromadas cuando sea necesario para asegurar un aspecto decorativo y bien terminado.

El Contratista será responsable de la protección y conservación de los elementos que instale, mientras duren los trabajos.

Una vez terminado el trabajo se limpiarán perfectamente todas las superficies contiguas a las instalaciones, eliminando todas las manchas.

3.59.3 Medición y abono

Las conducciones de fontanería y de evacuación de aguas se medirán y abonarán según las diferentes calidades por metros lineales (m) totalmente colocadas incluyendo en dichos precios todos los elementos necesarios para la sujeción de las mismas.

Los elementos de grifería y valvulería, así como los aparatos sanitarios se abonarán por unidades (ud) totalmente instalados, incluyendo todos los accesorios necesarios para llevarlo a efecto.

3.60 CIERRES Y VALLAS

3.60.1 Retirada y reposición de cierres de fincas

Consistirá en la retirada y posterior reposición de empalizadas, cierres de alambre galvanizado, liso y/o de espino, con postes de madera o de hormigón tal y como sean antes de comenzar las obras.

3.60.2 Colocación de verjas o cierres

En su colocación se cuidará el perfecto aplomado, así como la consecución de una pendiente uniforme en los casos en que no deba estar horizontal.

Deberá estar asimismo perfectamente arriostrada en todas las esquinas y cambios de dirección, no debiendo haber, de cualquier modo, una longitud mayor de 30 m. sin arriostramiento.

Los postecillos deberán ser recibidos con basas de hormigón.

3.60.3 Colocación de puertas

En la colocación de las puertas se cuidará especialmente su aplomado, así como el perfecto funcionamiento en cierres y aperturas.

3.60.4 Medición y abono

3.60.4.1 Retirada y reposición de cierres

La retirada y reposición de cierres se medirán y abonarán por metros lineales (m) que realmente atraviesan la conducción en la zona expropiada o de ocupación temporal.

En los precios se incluye la retirada. almacenamiento, reposición de postes y alambrada, la excavación y recibido de los postes, etc. según la calidad que estaba colocada.

3.60.4.2 Verjas y cierres

Las verjas y cierres se medirán y abonarán por metros lineales (m) realmente colocados estando incluidos en dichos precios los trabajos previos de preparación del terreno, así como la excavación, relleno y ejecución de las balsas de hormigón y todos los medios necesarios para la perfecta colocación.

3.60.4.3 Puertas

Las puertas se medirán y abonarán por metros cuadrados (m2.) totalmente colocadas estando incluidos en el precio materiales, transporte, medios de fijación, cerraduras, chorreado, imprimación, pintura o galvanizado, y colocación en obra, así como todos los trabajos auxiliares necesarios.

3.61 MOBILIARIO URBANO

3.61.1 Definición

Se incluyen dentro de este apartado elementos tales como bancos, mesas, papeleras, pérgolas. alcorques, mojones, etc. habitualmente utilizados en espacios urbanos, o bien, en las cercanías de algunas instalaciones.

3.61.2 Colocación

Se hará de acuerdo con las indicaciones del fabricante cuidando su recibo y en los casos que corresponda, su nivelación, aplomado y perfecta sujeción.

3.61.3 Medición y abono

Todos estos elementos se medirán y abonarán por unidades (Ud.) totalmente colocadas.

3.62 CANTERÍA

3.62.1 Mampostería careada

3.62.1.1 Definición

Se define como mampostería careada aquella cuyos mampuestos están labrados por una sola cara, que define su frente o paramento.

3.62.1.2 Materiales

3.62.1.2.1 Mortero

Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el designado como mortero M-10

3.62.1.2.2 Mampuestos

Condiciones generales:

La piedra a emplear en mampostería deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogénea de grano uniforme y resistente a las cargas que tenga que soportar. Se rechazarán las piedras que al golpearlas no den fragmentos de aristas vivas.
- Carecer de grietas, coqueras, nódulos y restos orgánicos. Dará sonido claro al golpearla con martillo.
- Ser inalterable al agua y a la intemperie, y resistente al fuego.
- Tener suficiente adherencia a los morteros.

Por excepción, podrá permitirse el empleo de pizarras, siempre que sean duras y la fábrica se proyecte con lechos de asiento horizontales.

3.62.1.2.3 Forma y dimensiones

- Cada pieza deberá carecer de depresiones capaces de debilitarla, o de impedir su correcta colocación y será de una conformación tal que satisfaga, tanto en su aspecto como estructuralmente, las exigencias de la fábrica especificadas.
- Las dimensiones de las piedras serán las indicadas en los planos y, si no existieran tales detalles al respecto, se preverán las dimensiones y superficies de caras necesarias para obtener las características generales y el aspecto indicado en los mismos.
- Por lo general, las piedras tendrán un espesor superior a diez centímetros (10 cm.); anchos mínimos de una vez y media (1,5) su espesor; y longitudes mayores de una vez y media (1,5) su ancho. Cuando se empleen piedras de coronación, sus longitudes serán, como mínimo, las del ancho del asiento de su tizón más veinticinco centímetros (25 cm.).
- Por lo menos un cincuenta por ciento (50%) del volumen total de la mampostería estará formado por piedras cuya cubicación sea, como mínimo de veinte decímetros cúbicos (20 dm3).
- Las piedras se trabajarán con el fin de quitarles todas las partes delgadas o débiles.
- Se proscribirán en los paramentos las piedras de pequeña dimensión o ripios. El desbaste podrá ejecutarse con martillos y trinchantes.
- Las tolerancias de desvío en las caras de asiento, respecto de un plano, y en juntas, respecto de la línea recta, no excederán de las indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y, en todo caso, serán inferiores a un centímetro y medio (1,5 cm.).

<u>Absorción de agua</u>

Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2%) en peso.

3.62.1.3 Ejecución de las obras

Los mampuestos se mojarán antes de ser colocados en obra. Se asentarán sobre baño flotante de mortero, debiendo quedar enlazados en todos los sentidos. Para los paramentos vistos, se seleccionarán los mampuestos de tamaño y forma más regulares: desbastándolos, si es preciso, con martillo y trinchante, pero sin exigir a estos mampuestos formas ni dimensiones determinadas; excluyéndose en todo caso el ripio. Los huecos del interior de la fábrica se rellenarán con piedras de menor tamaño; las cuales se acuñarán con fuerza, de manera que el conjunto quede macizo, y que aquella resulte con la suficiente trabazón.

Después de sentado el mampuesto, se le golpeará para que el mortero refluya. Deberá conseguirse que las piedras en distintas hiladas queden bien enlazadas en el sentido del ancho del muro, evitando que éste quede dividido en hojas en el sentido del espesor; levantándose siempre la mampostería interior simultáneamente a la del paramento y ejecutándose por capas normales a la dirección de las presiones a que está sometida la fábrica.

Cuando el espesor del muro sea inferior a sesenta centímetros (60 cm.) se colocarán mampuestos de suficiente tizón para atravesarlo en todo su espesor; de forma que exista una (1) de estas piezas por cada metro cuadrado (1 m^2) de paramento. Cuando el espesor sea superior se alterarán, en los tizones, mampuestos grandes y pequeños, para conseguir una trabazón perfecta.

Los paramentos se ejecutarán con el mayor esmero, de forma que su superficie quede continua y regular. Cuando, excepcionalmente, se autorice la construcción de la fábrica de mampostería con pizarra, los planos de asiento de los mampuestos serán horizontales, salvo prescripción en contra del Director de Obra.

Si en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares no se especifica ningún otro tipo de acabado de juntas de paramento, éstas se rascarán, para vaciarlas de mortero y otras materias extrañas, hasta una profundidad no inferior a cinco centímetros (5 cm.); se humedecerán y rellenarán inmediatamente con un nuevo mortero, cuidando de que éste penetre perfectamente hasta el fondo descubierto previamente. La pasta se comprimirá con herramienta adecuada, acabándola de tal manera que, en el frente del paramento terminado, se distinga perfectamente el contorno de cada mampuesto.

Salvo que el Director de Obra disponga lo contrario, el Contratista vendrá obligado a dejar en la fábrica mechinales u orificios, regularmente dispuestos, para facilitar la evacuación del agua del trasdós de la misma a razón de uno (1) por cada cuatro metros cuadrados (4 m^2) de paramento.

3.62.1.4 Medición y Abono

La mampostería careada se abonará mediante la aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1, a los metros cúbicos (m^3) deducidos de las dimensiones de los planos del Proyecto.

3.62.2 Aplacados y chapados de piedra

3.62.2.1 Definición

Se define como chapado de piedra todo revestimiento de los paramentos de una obra de fábrica, ejecutado con elementos de piedra en forma de placas o losas, en la que su tizón o espesor, sin exceder de quince centímetros (15 cm.), sea inferior a la quinta parte de la altura de hilada.

3.62.2.2 Materiales

3.62.2.2.1 Mortero

Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el mortero designado como mortero M10

3.62.2.2.2 Piedra

3.62.2.2.2.1 Condiciones Generales.

La piedra a emplear en chapados deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogénea, de grano fino y uniforme, de textura compacta; y capaz de soportar, sin desperfectos, una presión de cuatrocientos kilogramos por centímetro cuadrado (400 kg/cm^2).
- Carecer de grietas, coqueras, nódulos y restos orgánicos. Dará sonido claro al golpearla con un martillo.
- Ser inalterable al agua y a la intemperie, y resistente al fuego.
- Tener suficiente adherencia a los morteros.

3.62.2.2.3 Forma y dimensiones

Las dimensiones de las chapas de piedra serán las señaladas en los planos, P.P.T.P. o las que indique en su caso el Director de Obra.

3.62.2.2.4 Absorción de agua

Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2%) en peso.

3.62.2.3 Ejecución de las obras

Las piezas de piedra se mojarán previamente a su colocación, así como el paramento de la fábrica que se reviste. Se asentarán sobre baño flotante de mortero, en las juntas y en el trasdós, para unirlas con la fábrica. Las placas se fijarán con grapa de latón de cinco milímetros (5 mm) de diámetro, de forma que resulten todas las piezas perfectamente unidas y sujetas.

Por excepción, se permitirá el engrapado con redondos de acero galvanizado; pero para su uso será precisa la autorización expresa del Director de las Obras.

Se proscribe en absoluto el empleo de yeso.

3.62.2.4 Medición y Abono

Los chapados de piedra se abonarán por metros cuadrados (m^2) de chapado de un determinado espesor, medidos sobre los planos del Proyecto.

3.62.3 Sillería

3.62.3.1 Definición

Se define como sillería la fábrica construida con piedras talladas según dimensiones dadas, de acuerdo con despieces geométricos previos para que den juntas regulares en la unión de sus superficies de contacto.

Se excluyen de este capítulo los chapados de piedra empleados en revestimientos de otras fábricas.

3.62.3.2 Materiales

3.62.3.2.1 Mortero

Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el mortero designado como mortero M10

3.62.3.2.2 Sillares

Condiciones generales.

La piedra a emplear en sillerías deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogénea de grano uniforme y resistente a las cargas que tenga que soportar. Se rechazarán las piedras que al golpearlas no den fragmentos de aristas vivas.
- Carecer de grietas, coqueras, nódulos y restos orgánicos. Darán sonido claro al golpearlas con martillo.
- Ser inalterable al agua y a la intemperie, y resistente al fuego.
- Tener suficiente adherencia a los morteros.

Se desecharán las piedras que presenten roturas o estén desportilladas.

3.62.3.2.3 Forma y dimensiones

Las dimensiones de los sillares serán las señaladas en los planos de despiezo correspondientes. El tipo de labra será el indicado en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Salvo indicación en contrario, se entenderá que la labra ha de ser fina y esmerada, tanto en paramentos como en lechos, sobrelechos y juntas; con aristas vivas y repasadas a cincel en toda su longitud.

3.62.3.3 Ejecución de las obras

Las piezas se desbastarán en la cantera de donde se extraigan, con arreglo a las instrucciones del Director de las Obras.

Este desbaste se ejecutará con martillo y puntero dejando creces de dos centímetros (2 cm.) a tres centímetros (3 cm.) en cada cara.

Transportados los sillares a pie de obra, se procederá a la labra de paramentos y juntas; éstas en una extensión de quince centímetros (15 cm.) como mínimo.

Los sillares se presentarán en obra sin mortero, a fin de comprobar si asientan debidamente. No se permitirá el uso de cuñas, como no sea provisionalmente, para recibir los sillares.

Los sillares se mojarán antes de su colocación definitiva en obra. Cuando deban apoyarse sobre fábricas que no sean de sillería, lo harán por intermedio de una capa de mortero, cuyo espesor no deberá

exceder de dos (2) centímetros en punto alguno; para lo cual deberá dejarse convenientemente nivelada y enrasada la fábrica anterior.

El espesor y tratamiento de las juntas entre sillares se fijará en los planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Salvo prescripción en contrario, se entenderá que su espesor no excederá de seis milímetros (6 mm).

Los sillares se situarán con cordel y plomada, en baño de mortero; y serán acuñados y asentados dos (2) o tres (3) veces, si es preciso, hasta que el mortero refluya por todas partes. Seguidamente se retirarán las eventuales cuñas. Las hiladas quedarán perfectamente a nivel.

Los resaltos y molduras se protegerán con maderas u otros medios.

Las coronaciones de muros irán sujetas por anclajes de bronce, empotrados con plomo en agujeros cuidadosamente preparados, los dinteles suspendidos irán provistos igualmente de agujeros dotados de ganchos de hierro, retacados con plomo, y preparados para su anclaje en el hormigón cuando éste constituya la estructura resistente del vano.

3.62.3.4 Medición y Abono

La sillería se abonará por metros cúbicos (m^3) medidos sobre los planos. En casos particulares, podrá ser abonada por metros cuadrados (m^2) o metros (m), medidos, así mismo, sobre los planos.

3.63 UNIDADES DE OBRA NO ESPECIFICADAS EN EL PRESENTE PLIEGO

En la ejecución de trabajos para los cuales no existen prescripciones explícitamente consignadas en el presente Pliego ni en el Pliego Particular, el Contratista se atendrá a las instrucciones del Director de Obra y tendrá la obligación de ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y buen aspecto de las obras.

Todo lo que sin apartarse del espíritu general del Proyecto o de las disposiciones especiales que al efecto se dicten, por quien corresponda u ordene el Director de Obra, será ejecutado obligatoriamente por el Contratista, aun cuando esté estipulado expresamente en este Pliego de Prescripciones.

Todas las obras se ejecutarán siempre ateniéndose a las reglas de la buena construcción y con materiales de primera calidad, con sujeción a las especificaciones del presente Pliego. En aquellos casos en que no se detallen en éste las condiciones, tanto de los materiales como de la ejecución de las obras, se atenderá a lo que la costumbre ha sancionado como regla de buena construcción.

APÉNDICE 2. “CONDICIONADO TÉCNICO PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DE CONTROL”.

Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa
Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia

ESPECIFICACIÓN TECNICA ELÉCTRICA, DE CONTROL, COMUNICACIONES Y VISUALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL CABB/BBUP

Revisión 8.0

ÍNDICE

0 CONTROL DE REVISIONES 11
1 MEMORIA 12
1.1 OBJETO 12
1.2 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES 13
1.2.1 Estaciones de Abastecimiento 13
1.2.2 Estaciones de Saneamiento 14
1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO 16
1.3.1 Estaciones de Abastecimiento 16
1.3.2 Estaciones de Saneamiento 16
1.4 RECEPTORES. 17
1.4.1 Receptores principales 17
1.5 SISTEMA DE CONTROL, COMUNICACIONES Y VISUALIZACIÓN 17
1.5.1 Generalidades 17
1.5.1.1 Instalaciones telemandadas 17
1.5.1.2 ETAP Venta Alta 18
1.5.1.3 EDAR Galindo 18
1.5.2 Filosofía 19
1.5.2.1 Mando 19
1.5.2.2 Modo de Servicio 20
1.5.2.3 Tratamiento de las alarmas 20
1.5.3 Componentes 21
1.5.3.1 PLCs y comunicaciones en Instalaciones telemandadas 21
1.5.3.2 PLCs y comunicaciones en la ETAP Venta Alta y la EDAR Galindo 22
1.5.3.3 SCADA 22
1.5.3.4 Sistema de Securización 23

2 PLANOS Y DOCUMENTOS 24
2.1 PLANOS DE CANALIZACIONES ELÉCTRICAS 24
2.2 PLANOS INSTALACIÓN INSTRUMENTACIÓN 24
2.3 ESQUEMAS DE COMUNICACIONES 24
2.4 ESQUEMAS DESARROLLADOS 25
2.5 CUADERNOS DE TAREAS y MAPAS DE COMUNICACIONES 26
3 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES 27
3.1 GENERAL 27
3.1.1 Normativa 27
3.1.2 Condiciones ambientales 36
3.1.3 Clasificación de zonas 36
3.1.3.1 ETAP Venta Alta 36
3.1.3.2 Estaciones saneamiento 38
3.1.4 Potencia solicitada 39
3.1.5 Protección de datos de carácter personal y confidencialidad 39
3.2 CELDAS DE ALTA TENSIÓN 40
3.2.1 Aislamiento en SF6 40
3.2.1.1 Características generales 40
3.2.1.2 Tipos de celdas 41
3.2.2 Aislamiento en aire 43
3.2.2.1 Características generales 43
3.2.2.2 Tipos de celdas 44
3.2.3 Aparamenta 47
3.2.4 Protecciones y medida 50
3.2.5 Otros componentes 52
3.3 TRANSFORMADORES DE POTENCIA 56
3.3.1 Transformadores secos 56

3.3.2 Transformadores en aislamiento líquido 57
3.3.3 Componentes 59
3.4 GRUPOS ELECTRÓGENOS 64
3.4.1 Características generales 64
3.4.2 Diseño y componentes 65
3.4.3 Sistema de control y conmutación 66
3.4.4 Funciones de protección 66
3.4.5 Sincronización y Control de Grupos de Emergencia 66
3.5 ACOMETIDAS ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN 69
3.6 CUADROS DE BAJA TENSIÓN Y CAJAS DE MANDO 69
3.6.1 Diseño, materiales y Fabricación 69
3.6.1.1 Cuadros eléctricos de interior 69
3.6.1.2 Cuadros eléctricos de intemperie 75
3.6.1.3 Cajas de mando 76
3.6.1.4 Cajas de interconexión 77
3.6.1.5 Cajas ATEx 77
3.6.2 Embarrados 78
3.6.3 Cableado interno (Cables y canales) 78
3.6.4 Aparellaje de los cuadros eléctricos 82
3.6.4.1 Interruptor General de Baja Tensión (próximo al lado de baja tensión del transformador de potencia) 83
3.6.4.2 Acometida general cuadro forma 3b/4b 83
3.6.4.3 Acoplamiento de barras cuadro forma 3b/4b 85
3.6.4.4 Salidas desde Centros de Distribución cuadro forma 3b/4b 86
3.6.4.5 Salidas alimentación servicios varios cuadros forma 3b/4b 87
3.6.4.6 Salidas alimentación a motores cuadro forma 3b/4b 87
3.6.4.7 Salidas alimentación a motores con arrancador estático o variador cuadro forma 3b/4b 88

3.6.4.8 Acometida general CDBT/CCM (ETAP Venta Alta, EDAR Galindo, EDARs, ETAPS, e instalaciones de cierta entidad como: Bombeos, Tanques de tormentas, …) ..89

3.6.4.9 Acoplamiento de barras CDBT/CCM (ETAP Venta Alta, EDAR Galindo, EDARs, ETAPS, e instalaciones de cierta entidad como: Bombeos, Tanques de tormentas, …) 91

3.6.4.10 Acometida general para pequeñas instalaciones (Bombeos, depósitos, aliviaderos, etc…) 91

3.6.4.11 Acometida general para pequeñas instalaciones (Bombeos, depósitos, aliviaderos, etc…) con Grupo Electrógeno sin Conmutación Automática. 93

3.6.4.12 Salidas 96

3.6.4.13 Variadores 111

3.6.4.14 Arrancadores Estáticos 114

3.6.4.15 Varios 115

3.6.4.16 Módulos de seguridad 117

3.7 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA 117

3.7.1 Características generales 117

3.7.2 Diseño y construcción 118

3.8 SISTEMAS DE CORRIENTE CONTINUA 121

3.8.1 Características generales 121

3.8.2 Diseño y construcción 122

3.9 INSTRUMENTACIÓN 125

3.9.1 Estaciones Abastecimiento 125

3.9.1.1 Medición en continuo de presión y de nivel 125

3.9.1.2 Medición discreta de nivel. Boyas 129

3.9.1.3 Medición discreta de nivel. Detector de alivio y Detector de inundación 130

3.9.1.4 Medición en continuo de caudal (alimentado con baterías) 132

3.9.1.5 Medición en continuo de caudal (alimentado de red) 133

3.9.1.6 Medición en continuo de pH 134

3.9.1.7 Medición en continuo de Cl de Agua Tratada 136
3.9.1.8 Medición en continuo de Cl de Agua Decantada o Filtrada 137
3.9.1.9 Medición en continuo de Cl de Agua Tratada mediante batería 139
3.9.1.10 Medición en continuo de turbidez Agua bruta 140
3.9.1.11 Medición en continuo de turbidez agua tratada 144
3.9.2 Estaciones Saneamiento 146
3.9.2.1 Medición en continuo de nivel 146
3.9.2.2 Medición discreta de nivel 149
3.9.2.3 Medición discreta de nivel. Detector de alivio y Detector de inundación. 151
3.9.2.4 Medición en continuo de caudal 152
3.9.2.5 Medición en continuo de conductividad 154
3.9.3 Protecciones 155
3.9.3.1 Equipo protector contra sobretensiones 155
3.9.3.2 Equipo separador galvánico 156
3.9.4 Toma de muestra para instrumentación de medida de calidad de agua 156
3.9.5 Caseta prefabricada de cloración 157
3.9.6 Caseta prefabricada para instrumentación 159
3.10 CABLES 160
3.10.1 Cables de alta tensión 160
3.10.2 Cables de baja tensión para zonas no clasificadas 161
3.10.2.1 Cables de Fuerza 161
3.10.2.2 Cables de Control e Instrumentación 162
3.10.3 Cables de baja tensión para zonas clasificadas. 162
3.10.3.1 Cables de Fuerza 162
3.10.3.2 Cables de Control e Instrumentación 164
3.10.4 Cables para aplicaciones especiales 164
3.10.5 Cables de Fibra Óptica 165

3.10.6 Cables de Bus de Campo 165
3.11 CANALIZACIONES 165
3.11.1 Zanjas 165
3.11.2 Arquetas de registro 171
3.11.2.1 Arquetas prefabricadas 171
3.11.2.2 Arquetas de obra 171
3.11.3 Bandejas aislantes de interior 173
3.11.4 Bandejas aislantes de exterior 174
3.11.5 Bandejas metálicas 175
3.11.6 Tubos rígidos 175
3.11.7 Tubos flexibles 176
3.11.8 Pasamuros 177
3.11.9 Bridas 177
3.12 BARRAS BLINDADAS 178
3.13 PUESTA A TIERRA 179
3.14 BATERÍAS DE CONDENSADORES 182
3.14.1 Características generales 182
3.14.2 Baterías automáticas 183
3.14.3 Baterías fijas 184
3.15 SISTEMA DE CONTROL, COMUNICACIONES Y VISUALIZACIÓN 184
3.15.1 Generalidades 184
3.15.1.1 PLCs y comunicaciones en Instalaciones telemandadas 185
3.15.1.2 PLCs y comunicaciones en la ETAP Venta Alta y la EDAR Galindo 189
3.15.1.3 SCADA 189
3.15.1.4 Sistema de Securización 190
3.15.2 Hardware 192
3.15.2.1 Fuentes de alimentación y protecciones. 192

3.15.2.2 PLC 196
3.15.2.3 HMI (Interfaz hombre máquina) 207
3.15.2.4 Sistemas de precableado 210
3.15.2.5 Medios de Comunicación 214
3.15.2.6 PCs y Licencias 223
3.15.2.7 Dataloggers 225
3.15.2.8 Firewalls 226
3.15.2.9 Switch OT 244
3.15.2.10 Switch IT 246
3.15.3 Señales a tratar 249
3.15.3.1 Celdas Alta Tensión 250
3.15.3.2 Transformadores de potencia 252
3.15.3.3 Cuadros eléctricos de baja tensión 252
3.15.3.4 Sistemas de Alimentación Ininterrumpida 266
3.15.3.5 Sistemas de Corriente Continua 267
3.15.3.6 Grupos de Emergencia 267
3.15.4 Ingeniería Básica 268
3.15.5 Ingeniería de detalle 269
3.15.6 Parametrización/programación del PLC 271
3.15.6.1 Programación de PLC 271
3.15.6.2 Programación de comunicaciones 274
3.15.7 Parametrización/programación de otros equipos 281
3.15.8 Parametrización/programación de los Sistemas de Supervisión y Control 282
3.15.8.1 Programación panel de operador local - HMI 283
3.15.8.2 Programación SCADA PCC - PCE 298
3.16 CONTROL DE CALIDAD, INSPECCIONES Y PUESTA EN MARCHA 315
3.16.1 Control de calidad 315

3.16.2 Inspecciones de acopio y fabricación 315
3.16.3 Celdas de Alta Tensión 315
3.16.3.1 Ensayos tipo 315
3.16.3.2 Ensayos de rutina 316
3.16.3.3 Pruebas y documentación final 316
3.16.4 Transformadores de potencia 316
3.16.4.1 Ensayos tipo 316
3.16.4.2 Ensayos de rutina 317
3.16.5 Cuadros de baja tensión 317
3.16.5.1 Verificaciones de diseño 317
3.16.5.2 Verificaciones individuales 317
3.16.6 Documentación final de calidad 319
3.16.7 Comprobación a la salida de fábrica 319
3.16.8 Comprobación a la recepción en almacén de obra 319
3.16.9 Pruebas, puesta en marcha, recepción provisional y definitiva 319
3.17 LEGALIZACION DE LAS INSTALACIONES 320
3.18 DOCUMENTACIÓN 321
3.18.1 Esquemas eléctricos. Criterios de representación y elaboración 321
3.18.1.1 Normativa 321
3.18.1.2 Criterios particulares de representación 321
3.18.1.3 Planos a incluir 324
3.18.2 Cuadernos de tareas. Criterios de elaboración 325
3.18.3 Documentación a entregar 327
3.18.3.1 Celdas o Cuadro eléctrico 328
3.18.3.2 Equipos 328
3.18.3.3 Cables y bandejas 328
3.18.3.4 Red de tierras 329

3.18.3.5 PLC 329
3.18.3.6 HMI 329
3.18.3.7 Resto de equipos de la instalación 330
3.18.3.8 PCs.SCADA 330
3.18.3.9 Manuales de maniobra instalación Alta Tensión 331
3.18.3.10 Calidad 331
3.18.3.11 Documentación legal y garantía 331
3.18.3.12 Fotos finales 332
3.19 COORDINACIÓN 332
3.19.1 Objeto 332
3.19.2 Fases de Proyecto 334
3.19.3 Reunión de lanzamiento 334
3.19.4 Replanteo y planificación 335
3.19.5 Documentación de seguridad, medioambiente y calidad 335
3.19.6 Ingeniería básica 336
3.19.7 Ingeniería de detalle 337
3.19.8 Fabricación 338
3.19.9 Puesta en marcha en taller 339
3.19.10 Montaje en Campo 340
3.19.11 Puesta en marcha (en la instalación) 341
3.19.12 Documentación As-Built 343
3.19.13 Seguimiento de los trabajos 343
3.20 GESTIÓN DE RESIDUOS 343

0 CONTROL DE REVISIONES

REV.	FECHA	DESCRIPCION DE MODIFICACIONES	Realizado por	Págs.
7.0	Febrero 19	Revisión completa del documento.	Gestión de Activos	Todas
7.2	Septiembre 19	Revisión del Apartado Coordinación. Apartado 3.15. Revisión del Apartado Sistema de Control. Apartado 3.11. Se añaden los apartados 3.2 Celdas de Alta Tensión y 3.3 Transformadores de potencia. Apartado 3.2 y 3.3. Se modifica el documento para incluir la EDAR de Galindo y Venta Alta.	Gestión de Activos	Todas
7.3	Enero 2020	Se añade apartado 3.4.4.8 Módulos seguridad	Gestión de Activos	69
7.4	Marzo 2020	Revisión del Apartado Sistema de Control. Apartado 3.11 para incluir S7-1500 y actualizar Switches.	Gestión de Activos	Todas
8.0	Mayo 2021	Revisión completa del documento.	Gestión de Activos / Dirección Técnica	Todas

1 MEMORIA

1.1 OBJETO

Este documento tiene por objeto la normalización de las Estaciones del CABB/BBUP, tanto de Abastecimiento como de Saneamiento, en lo que se refiere a sus instalaciones eléctricas, de control, comunicaciones y visualización local y remota.

Para ello se van a definir las condiciones técnicas necesarias para la remodelación parcial y/o nueva construcción de dichas instalaciones eléctricas, de control, comunicaciones y visualización local y remota en las estaciones propiedad del Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia.

Las instalaciones que nos vamos a encontrar son:

Estaciones de Abastecimiento

Las instalaciones de Abastecimiento corresponden con:

- Bombeos contra depósitos, depósitos reguladores y pequeñas ETAPs.

  Son instalaciones que incorporan un cuadro eléctrico para la maniobra y la fuerza de los diferentes accionamientos y un cuadro de control donde se encuentra el PLC, el sinóptico u Panel táctil (OP) de mando local y los equipos de comunicaciones. Estas instalaciones son de interior.

- ETAP Venta Alta

  Es la principal instalación de tratamiento de agua potable del CABB. Esta instalación cuenta con diferentes edificios de control donde se encuentran los distintos cuadros de fuerza, con la aparamenta eléctrica de los diferentes accionamientos y el panel o paneles táctiles de operación (OPs) para el mando y visualización local de la instalación, y los diferentes cuadros de control, donde se encuentran los PLCs y los equipos de comunicaciones, para las diferentes fases o procesos de tratamiento que tienen lugar en la ETAP. Estas instalaciones eléctricas y de control son de interior.

Estaciones de Saneamiento

Las instalaciones de saneamiento corresponden con:

- Bombeos, aliviaderos, tanques de tormentas y pequeñas EDARs.

Podemos distinguir entre:

- Instalaciones de intemperie: Pequeños bombeos y compuertas aliviadero.

Son aquellas instalaciones que incorporan el cuadro eléctrico, para la fuerza y maniobra de los diferentes accionamientos, y de control, constituido por un PLC, los equipos de comunicaciones y el panel táctil (OP) de mando y control, bajo una misma envolvente y en intemperie.

- Instalaciones de interior: Bombeos, tanques de tormenta y pequeñas EDAR.

  Son aquellas instalaciones que incorporan un cuadro eléctrico y un cuadro de control bajo una envolvente, en el interior de un edificio o de un emplazamiento subterráneo.

- EDAR Galindo

  Es la principal instalación de tratamiento de aguas residuales del CABB. Esta instalación cuenta con diferentes edificios de control donde se encuentran los distintos cuadros de fuerza, con la aparamenta eléctrica de los diferentes accionamientos, y los diferentes cuadros de control, donde se encuentran los PLCs y los equipos de comunicaciones, para los diferentes procesos de tratamiento. Igualmente, en cada uno de estos edificios de control se encuentran los PCs (clientes Wonderware - Intouch View) para las funciones de mando y visualización local, de los diferentes fases o procesos de tratamiento que tienen lugar en la EDAR. Estas instalaciones eléctricas y de control son de interior.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

1.2.1 Estaciones de Abastecimiento

Las instalaciones eléctricas, de control, comunicaciones y visualización de las estaciones de Abastecimiento se caracterizan por ser instalaciones de interior. La aparamenta eléctrica, PLC y equipos de comunicaciones se encuentran bajo una envolvente metálica. El mando local será por medio de paneles táctiles y el mando remoto será por medio de PCs (clientes Wonderware - Intouch View).

Las instalaciones eléctricas, de control, de visualización y de comunicaciones de las estaciones de Abastecimiento objeto del presente proyecto podrán ser de los siguientes tipos:

- Instalaciones de bombeos contra depósitos:

  Las instalaciones de bombeos contra depósitos tienen la peculiaridad que el bombeo y el depósito no están en la misma localización, por lo que existen sendos cuadros de fuerza, control y comunicaciones, por cada instalación.

Además, para el funcionamiento en automático del bombeo, éste necesita saber el estado de llenado del depósito, por lo que se precisa de una constante y fiable comunicación entre el depósito y el bombeo, lo que obliga a tener comunicaciones redundantes entre ambas instalaciones. En la instalación del bombeo existirá un panel de operador táctil donde residirá el mando y visualización de ambas instalaciones.

- Instalaciones de depósitos reguladores:

  Los depósitos reguladores están constituidos por un cuadro de fuerza y un cuadro de control y comunicaciones, ambos con una envolvente, en el interior de una caseta. El equipo de mando y visualización será un panel de operador táctil.

- Instalaciones de pequeñas ETAPs:

  Estas instalaciones están constituidas por un cuadro de fuerza y uno control y comunicaciones, normalmente bajo la misma envolvente, en el interior de un pequeño edificio. El equipo de mando y visualización local será un panel de operador táctil. Estas instalaciones incorporarán además un puesto de operación con un PC (cliente Intouch View), que constituirá el Puesto de Control de la ETAP.

- ETAP Venta Alta

  Esta instalación está constituida por varios cuadros de fuerza, cuadros de control y comunicaciones, bajo envolventes diferentes y repartidos (cuadros de fuerza y cuadros de control y comunicaciones) en diferentes edificios de control, según los diferentes procesos de tratamiento que cuenta la ETAP. Los equipos de mando y visualización local son paneles de operación táctiles (OPs) que igualmente, se encuentran repartidos por los diferentes edificios de control y atienden a los procesos que se dan en cada edificio.

  La ETAP de Venta Alta cuenta además con un Puesto de Control Central (PCC) para las funciones de mando y visualización remota de todos y cada uno de los diferentes procesos. Este Puesto de Control Central (PCC) está constituido por PCs (Servidores y clientes Wonderware - Intouch View)

1.2.2 Estaciones de Saneamiento

Las instalaciones eléctricas, de control, comunicaciones y visualización local de las Estaciones de saneamiento tienen las siguientes características:

Pueden ser instalaciones de interior o de intemperie. El cuadro eléctrico, el PLC, los equipos de comunicaciones y visualización estarán bajo envolvente metálica, en las instalaciones de interior, y bajo envolvente de hormigón, en instalaciones de exterior

Con respecto a los equipos de mando y visualización local se instalarán paneles de operador táctiles, salvo en el caso de la EDAR Galindo, donde se instalará PCs (Cliente Wonderware - Intouch View) y para el mando y visualización remota se instalarán PCs (Cliente Wonderware - Intouch View).

Las instalaciones eléctricas, de control, de visualización y de comunicaciones de las Estaciones de Saneamiento, objeto del presente proyecto, podrán ser de los siguientes tipos:

- Pequeños bombeos y compuertas aliviadero:

  Normalmente son instalaciones constituidas por un cuadro de intemperie, de envolvente de hormigón y puerta de PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) o metálica. En este cuadro se encuentra la aparamenta eléctrica de fuerza y mando de los accionamientos y el hardware de PLC y comunicaciones. El equipo de mando y visualización local será un panel de operador táctil.

- Bombeos grandes, tanques de tormentas y pequeñas EDARs:

  Son instalaciones que incorporan un cuadro eléctrico y un cuadro de control bajo una envolvente metálica, en el interior de un pequeño edificio. El equipo de mando y visualización local será un panel de operador táctil. Las instalaciones tipo EDARs además dispondrán de un puesto de operación con un PC (cliente Wonderware - Intouch View), que constituirá el Puesto de Control de la EDAR.

- EDAR Galindo

  Esta instalación está constituida por varios cuadros de fuerza, cuadros de control y comunicaciones, bajos envolventes diferentes y repartidos (cuadros de fuerza y cuadros de control y comunicaciones) en diferentes edificios de control, según los diferentes procesos de tratamiento que cuenta la EDAR. Los equipos de mando y visualización local son PCs (clientes Wonderware - Intouch View) que igualmente, se encuentran repartidos por los diferentes edificios de control y atienden a los procesos que se dan en cada edificio.

  La EDAR Galindo cuenta además con un Puesto de Control Central (PCC) para las funciones de mando y visualización remota de todos y cada uno de los diferentes procesos. Este Puesto de Control Central (PCC) está constituido por PCs (Servidores y clientes Wonderware - Intouch View)

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.3.1 Estaciones de Abastecimiento

Las diferentes instalaciones objeto del proyecto desarrollan los siguientes procesos fundamentales:

- Bombeo Asociado a depósito

  Llenado controlado de depósitos de agua potable por bombas con accionamiento eléctrico. Las bombas arrancan y paran por consignas de nivel, dadas por el transmisor de nivel del depósito

- Depósito regulador.

  Llenado controlado de depósitos de agua potable por gravedad. Una válvula motorizada, a la entrada del depósito, modula su posición en función de la consigna de nivel dada por el transmisor de nivel del depósito regulador

- Pequeñas y medianas ETAPs y ETAP Venta Alta

  En estas estaciones se llevan a cabo los procesos fisicoquímicos necesarios para adecuar las aguas a los parámetros de calidad aptos para el consumo humano.

1.3.2 Estaciones de Saneamiento

Las diferentes instalaciones objeto del proyecto desarrollan los siguientes procesos fundamentales:

- Bombeos

  Bombeos de aguas fecales y/o pluviales, consiste en la recogida de las aguas en pozos y del trasporte a través de los colectores hasta las estaciones de depuración.

- Aliviaderos

  Son compuertas que controlan el flujo de entrada de agua a los colectores y en caso necesario lo derivan a ríos.

- Tanques de tormenta

  Son depósitos de almacenamiento de aguas residuales para los momentos de mucha pluviosidad, ya que el colector no es capaz de absorber tanta agua. Pasados estos momentos de mucha pluviosidad, las aguas se incorporan poco a poco a los colectores, que las trasladarán a las estaciones de tratamiento.

- Pequeñas y medianas EDARs y EDAR Galindo

En estas instalaciones tienen lugar los procesos que se aplican a las aguas residuales procedentes del consumo humano y de la escorrentía superficial que dan lugar a un efluente con mejores características de calidad del agua según la base de ciertos parámetros normalizados.

1.4 RECEPTORES.

1.4.1 Receptores principales

Los equipos o receptores principales son los siguientes:

- Motor con arranque directo ≤ 9 kW.
- Motor con arranque inversor ≤ 5 kW
- Motor con variador de frecuencia ≤ 5 kW
- Motor con arrancador estático > 9 kW ≤ 55 kW.
- Motor con variador de frecuencia > 5 kW ≤ 55 kW
- Motor con arrancador estático > 55 kW ≤ 150 kW.
- Motor con variador de frecuencia > 55 kW ≤ 150 kW
- Servicios varios. (Baterías de condensadores, fuerza, iluminación, cuadros secundarios …)

1.5 SISTEMA DE CONTROL, COMUNICACIONES Y VISUALIZACIÓN

1.5.1 Generalidades

Actualmente el CABB/BBUP tiene cuatro Puestos de Control Central dos para las estaciones de Saneamiento situados en la EDAR de Galindo (uno para Instalaciones telemandadas y otro para la EDAR de Galindo) y otros dos para las estaciones de Abastecimiento situados en la ETAP de Venta Alta (uno para instalaciones telemandadas y otro para la ETAP de Venta Alta).

1.5.1.1 Instalaciones telemandadas

El sistema de control, comunicaciones y visualización que el CABB/BBUP tiene establecido para sus instalaciones, constituye un **telemando**, lo que básicamente viene a ser, la posibilidad de enviar órdenes a las instalaciones y recibir estados y alarmas en un puesto de control central (PCC) remoto, a través de diversos medios de comunicación.

Además, este sistema de control es un sistema de **control distribuido, pero supervisión centralizada**: toda instalación tiene un PLC y una interface de operación local (OP o sinóptico), de manera que, todas las instalaciones son autónomas ante un fallo de comunicaciones con el

Puesto de Control Central (PCC) puesto que estas se pueden manejar en local desde el panel de operación.

El elemento que envía las órdenes y recibe los estados y alarmas remotamente es el Puesto de Control Central. El puesto de control central está constituido por varios PLC Front End (de la marca Siemens y Schneider) encargados de mantener una comunicación activa con las instalaciones remotas y un SCADA de supervisión. Los PLCs Front End gestionan las comunicaciones de órdenes, estados y alarmas con todas las estaciones remotas y el SCADA es la interface que transmite las órdenes del operador y visualiza los estados y alarmas de las estaciones remotas.

1.5.1.2 ETAP Venta Alta

El sistema de control, comunicaciones y visualización que el CABB/BBUP tiene establecido para la ETAP Venta Alta consiste en PLCs y paneles de operación local (OPs) que se conectan mediante puertos de comunicación eléctrica (RJ45) a switchs Industrial Ethernet.

Estos switchs incorporan puertos para comunicaciones de fibra óptica y están conectados a un cable de fibra óptica monomodo (12 fibras) tendido en configuración anillo. Este cable recorre los diferentes edificios de control de la ETAP. Todos los switches Industrial Ethernet se conectan entre sí mediante cable Ethernet de fibra óptica a una velocidad de 1 Gb/s.

Este sistema de control es un sistema de **control distribuido, pero supervisión centralizada**: todo cuadro eléctrico (CCM) tiene un PLC y una o varias interfaces de operación local (OPs), de manera que, todas las instalaciones son autónomas ante un fallo de comunicaciones con el Puesto de Control Central (PCC) puesto que estas se pueden manejar en local desde los paneles de operación.

1.5.1.3 EDAR Galindo

El sistema de control, comunicaciones y visualización que el CABB/BBUP tiene establecido para la EDAR Galindo consiste en PLCs y PCs (clientes Wonderware - Intouch View) que se conectan mediante puertos de comunicación eléctrica (RJ45) a switchs Industrial Ethernet.

Estos switchs incorporan puertos para comunicaciones de fibra óptica y están conectados a un cable de fibra óptica multimodo (12 fibras) tendido en configuración anillo. Este cable recorre los diferentes edificios de control de la EDAR. Todos los switches Industrial Ethernet se conectan entre sí mediante cable Ethernet de fibra óptica a una velocidad de 1 Gb/s.

Este sistema de control es un sistema de **control distribuido, pero supervisión centralizada**: todo cuadro eléctrico (CCM) tiene un PLC y uno o varios PCs (clientes Wonderware - Intouch View).

1.5.2 Filosofía

El modo de control que el Consorcio de Aguas tiene establecido es aquel en el que **todo accionamiento es controlado a través del PLC sin ninguna maniobra por "fuera" de éste**. En caso de caída del PLC se prevé una maniobra de los accionamientos en modo degradado a través de un sistema distribuido y compacto de protección y control (Simocode – Siemens, Tesys T – Schneider) asociado a cada maniobra.

Toda instalación puede ser gobernada localmente por medio de paneles de operador táctiles, PCs (clientes Wonderware - Intouch View) o bien remotamente desde el PCC, por medio de un SCADA instalado en PCs industriales que se comunicarán con los PLCs a través de los **Front End** de comunicaciones, en el caso de **instalaciones telemandadas**, y a través de **switchs Industrial Ethernet** conectados a un anillo de fibra óptica en el caso de la **ETAP Venta Alta y la EDAR Galindo**. **En ningún caso se podrá gobernar una instalación desde dos puestos de control simultáneamente**, por lo que siempre se deberá existir una gestión de mando por cada instalación (o CCM) para evitarlo.

1.5.2.1 Mando

Se define el MANDO como la posibilidad de manipular el "modo de servicio" de un sistema, de reconocer sus alarmas y de arrancar/parar/rearmar cualquier equipo en caso de estar en manual el sistema al que pertenece. El mando de la instalación podrá estar en **PCC** (Puesto de Control Central), en **PCE** (Puesto de Control Estación) o en **Estación** (Panel Operador, PCs clientes Wonderware en el caso de la EDAR Galindo), y **nunca en más de un puesto simultáneamente**. La gestión de ubicar dónde se encuentra el mando (estación/PCE/PCC) corresponderá al PCC, éste decidirá cederlo o no al puesto de control PCE o a la estación, pudiéndolo recuperar en cualquier momento. El puesto de control PCE y el de estación quedarán supeditados a lo que diga el PCC, excepto en el caso de fallo de comunicaciones entre el PLC y el PCC, en cuyo caso el mando irá a la estación (Panel de Operador). Una vez restablecidas las comunicaciones entre el PLC y el PCC después de un fallo, el mando volverá a quien lo tenía justo antes del momento en el que se produjo el fallo. Desde el PCE también se puede gestionar la posesión del mando, pero solamente entre estación y PCE.

1.5.2.2 Modo de Servicio

Se define como modo de servicio las diferentes condiciones de funcionamiento de un equipo o sistema.

Se define como:

- Equipo: Accionamiento individual existente en la instalación. (Ej: una bomba, una válvula, una compuerta...).
- Sistema: conjunto de equipos que por su interrelación en su funcionamiento se decide que funcionen bajo un mismo modo de servicio. (Ej: Bomba con válvula de impulsión automática, tratamiento de olores (ventilador centrífugo + ventilador axial, etc.…)

Cada sistema podrá estar en 3 modos de servicio diferentes: **Manual-Fuera de Servicio-Automático (M-0-A)**.

- Fuera de Servicio (0): En modo de servicio "Fuera de Servicio" no arrancará ningún equipo del sistema bajo ningún concepto.
- Manual (M): En modo de servicio "Manual" cada equipo está a la espera de las señales de marcha-paro provenientes del panel de operador táctil local o de la pantalla de detalle de cada equipo del PCE o PCC según donde se encuentre ubicado el mando, teniendo en cuenta sólo los enclavamientos definidos.
- Automático (A): En modo de servicio "Automático" será el automatismo programado en el PLC el que decida dar las órdenes de marcha/paro a cada equipo.

Las transiciones entre M-0-A, deben ser **secuenciales**, es decir, no se podrá ir de Manual a Automático y viceversa directamente, sino que se **deberá pasar por Fuera de Servicio obligatoriamente**.

Por cada equipo se define:

- Enclavamientos: Condiciones que no permiten poner en marcha ningún equipo. Todo enclavamiento es una alarma.
- Alarmas: Todo enclavamiento y cualquier otra condición que se quiera indicar como advertencia.

1.5.2.3 Tratamiento de las alarmas

Se definen los siguientes estados de las alarmas:

- Alarma activa/no-activa y sin reconocer

- Alarma activa y reconocida
- Alarma no activa

Toda alarma permanecerá activa siempre que se mantenga la condición que la produjo y aunque se haya reconocido desde el sistema de mando y visualización, local o remoto, dependiendo de donde se ubique el "mando". Si una alarma es reconocida mientras se encuentra activa la causa que la produjo, al desaparecer la condición desaparece la alarma.

Siempre que una alarma no se haya reconocido permanecerá activa a pesar de que la condición que la produjo haya desaparecido, solo cuando se produzca el reconocimiento desde el sistema de supervisión dejará de estar activa y desaparecerá.

1.5.3 Componentes

De manera sencilla se puede decir que los componentes de un sistema de control son los **PLCs, las comunicaciones** y los sistemas de supervisión o **SCADAs**.

El PLC recoge la información de los actuadores y sensores mediante entradas físicas y/o lógicas, ejecuta el programa de control y activa las salidas físicas y/o lógicas, comandando los actuadores.

1.5.3.1 PLCs y comunicaciones en Instalaciones telemandadas

Los PLCs actualmente homologados por el CABB/BBUP para las instalaciones telemandadas son Siemens (S7-300/400/1500) y Schneider (Modicon M580), bien para instalaciones remotas como para Front Ends.

En caso de autómatas Siemens, de manera general se instalarán S7-1500 en instalaciones nuevas, a no ser que la instalación tenga comunicaciones de proceso con instalaciones existentes con autómatas S7-300/400 (por ejemplo: bombeo – depósito), caso en el cual se mantendrá la gama de PLCs existente en el sistema.

El CABB/BBUP dispone de medios de comunicaciones propios como son el cable de cobre, la fibra óptica, el radio enlace, etc…y también se sirve de estructuras de comunicaciones de terceros, como es la estructura de comunicaciones ADSL/GPRS/WIMAX (operador Euskaltel/Vodafone) y la estructura de comunicaciones TETRA (operador Itelazpi). La tendencia actual es que las instalaciones comuniquen a través de canales de comunicación redundantes con una serie de PLCs Front End situados en los Puestos de Control Centrales, que hacen de intermediarios entre las instalaciones y las infraestructuras SCADA de los PCCs. El número de Front End instalados es bastante dinámico ya que según se van integrando más instalaciones remotas en los SCADAs de los PCCs, se van instalando nuevos Front Ends.

1.5.3.2 PLCs y comunicaciones en la ETAP Venta Alta y la EDAR Galindo

En el caso de la ETAP Venta Alta los PLCs actualmente homologados por el CABB son Siemens S7-1500 y **excepcionalmente y con aprobación del CABB/BUPP (ICOM)** los PLCs Siemens S7-300/400.

En el caso de la EDAR Galindo, y con respecto a los PLCs de proceso, los PLCs actualmente homologados por el CABB son Siemens S7 1500 y **excepcionalmente y con aprobación del CABB/BUPP (ICOM)** los PLCs Siemens S7 -300/400. En la EDAR Galindo y en el caso del sistema de Alta Tensión, los PLCs actualmente homologados son Schneider M580

En la ETAP Venta Alta y la EDAR Galindo el CABB/BUPP dispone de medios de comunicación propios como es el cable de fibra óptica, monomodo en la ETAP de Venta Alta y multimodo en la EDAR Galindo, en configuración anillo. A través de switchs Industrial Ethernet los PLCs se conectan con los Puestos de Control Central (SCADA)

En el caso de la ETAP de Venta Alta y la EDAR de Galindo, la comunicación entre los PLCs y los SCADAs se realiza de manera directa a través del anillo de fibra óptica **sin pasar por ningún tipo de Front End ni redundancia de comunicaciones**, utilizando un driver de comunicaciones Ethernet estándar (**no de telemando**).

1.5.3.3 SCADA

El sistema de Supervisión o SCADA es una solución Wonderware; denominado System Platform 2014 R2. Es un sistema basado en tecnología ArchestrA (Galaxias), con una programación orientada a Objetos, donde incluso la información gráfica esta embebida en el objeto de programación.

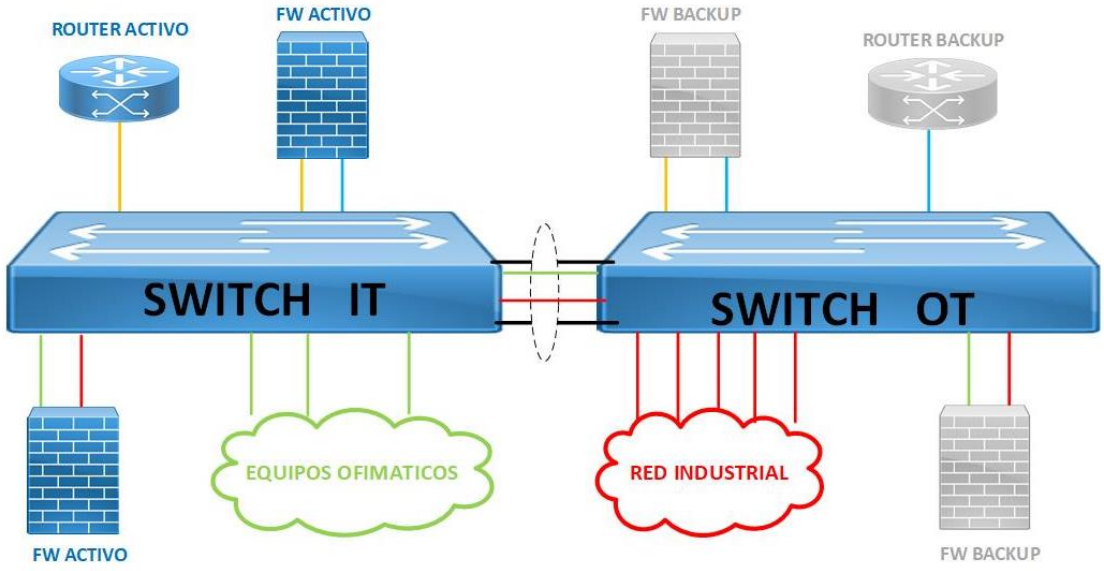
Actualmente el CABB/BBUP tiene cuatro Galaxias, dos para las estaciones de Saneamiento, situados en la EDAR de Galindo y otros dos para las estaciones de Abastecimiento situados en la ETAP de Venta Alta. Concretamente:

1- ETAP de Venta Alta: desde donde se controla toda la planta de Venta Alta.
2- Redes de Abastecimiento (instalaciones telemandadas): desde donde se controlan todas las demás instalaciones de abastecimiento como ETAPs, presas, bombeos, depósitos, salas de válvulas, etc.
3- EDAR de Galindo: desde donde se controla toda la planta de Galindo.
4- Redes de Saneamiento (instalaciones telemandadas): desde donde se controlan el resto de las instalaciones de Saneamiento como EDARs, bombeos, aliviaderos, pozos, tanques de tormentas, etc.

Hay instalaciones que, por su entidad, disponen de un puesto de supervisión y control local (aparte del panel de operación local). Estos puestos de supervisión y control (Puesto de Control Estación - PCE) también se encuentran integrados dentro de la infraestructura de los puestos de control centrales (Galaxia de Redes de Abastecimiento, Galaxia de Redes Saneamiento).

1.5.3.4 Sistema de Securización

Los Sistemas de Securización existentes en las instalaciones (ETAPs, EDARS) del CABB responden al esquema inicial de alto nivel mostrado a continuación:



Están constituidos por el siguiente equipamiento:

- **Rack de comunicaciones**

  Las características técnicas del rack de comunicaciones y los diferentes equipamientos (peines, patchs panel, sonda de temperatura, etc…) que deberán incorporar se describen en el apartado **3.6.1.1 Cuadros eléctricos de interior** del presente Pliego de Prescripciones Técnicas particulares.
- **Firewalls**

El sistema de securización constará de dos (2) firewall en cluster. Las características y requisitos técnicos de los mismos se describen en el apartado **3.15.2 Hardware**.

- **Switch OT**

  Serán switchs Industrial Ethernet compactos para topologías eléctricas u ópticas en línea, en anillo y en estrella con velocidades de transferencia de 10/100/1000 Mbits/s. Las características y requisitos técnicos se describen en el apartado **3.15.2 Hardware**.

- **Switch IT**

  Las características y requisitos técnicos de los Switch IT se describen en el apartado **3.15.2 Hardware**.

2 PLANOS Y DOCUMENTOS

Toda la documentación adjunta a esta especificación es meramente orientativa, por lo que deberá ser matizada atendiendo a los detalles particulares de cada caso. Al comienzo de la obra, el adjudicatario **deberá solicitar** las últimas versiones de la documentación que sea de relevancia para la ejecución de los trabajos, con el fin de que la documentación de la obra se desarrolle atendiendo a los últimos estándares del CABB/BBUP.

2.1 PLANOS DE CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

Canalización bajo calzada – Detalle de zanja

Canalización bajo acera o jardín – Detalle de zanja

2.2 PLANOS INSTALACIÓN INSTRUMENTACIÓN

Instrumentación: Analizador de calidad de agua. Analizador de cloro en la salida del depósito. Turbidímetro en la entrada del depósito.

Instrumentación: Analizador de calidad de agua. Analizador de cloro en la entrada del depósito. Turbidímetro en la entrada del depósito.

Caseta prefabrica para cloración.

Caseta prefabrica para instrumentación.

2.3 ESQUEMAS DE COMUNICACIONES

Los esquemas de comunicaciones se entregarán al adjudicatario.

2.4 ESQUEMAS DESARROLLADOS

Generales

Portada.

Índice.

Condiciones de representación.

Condiciones denominación e identificación

Simbología

Hoja de características cuadros eléctricos

Servicios auxiliares

Distribución tensiones 230Vca

Distribución tensiones 24Vca

Distribución tensiones 24Vcc

Configuración SAI

Acometidas

Acometida general CCM (ETAP Venta Alta, EDAR Galindo, EDARs y ETAPs e instalaciones de cierta entidad como: bombeos, tanques de tormentas, ...)

Acometida General Pequeñas Instalaciones (bombeos, aliviaderos, depósitos…)

Acometida General Pequeñas Instalaciones (bombeos, aliviaderos, depósitos…) con Grupo Electrógeno sin Conmutación Automática

Salidas Tipo

Circuito Tipo 1A – 1A0. Arranque directo $P \leq 9$ kW – Arranque bomba de achique

Circuito Tipo 1B. Arranque con variador $P \leq 5$ kW

Circuito Tipo 1C. Arranque directo con inversor de giro $P \leq 9$ kW

Circuito Tipo 2. Arranque con inversor $P \leq 5$ kW

Circuito Tipo 3A. Arranque con A.E. $9 \text{ kW} < P \leq 55$ kW

Circuito. Tipo 3B. Arranque con variador. $5 \text{ kW} < P \leq 55$ kW.

Circuito. Tipo 3C. Arranque con A.E. e inversión de giro. $9 \text{ kW} < P \leq 55$ kW.

Circuito Tipo 4A. Arranque con A.E. $55 \text{ kW} < P \leq 150$ kW

Circuito Tipo 4B. Arranque con Variador. $55 \text{ kW} < P \leq 150$ kW

Circuito Tipo 5A/5B. Alimentación servicios vários (feeder)

Esquemas antialivio

Maniobra antialivio

NOTA: Para las acometidas y salidas de cuadros 3b/4b los esquemas tipo a seguir serán los existentes en cada instalación a ampliar o modificar.

Securización

Constructivo de armario

Distribución interna

Esquema unifilar

2.5 CUADERNOS DE TAREAS Y MAPAS DE COMUNICACIONES

Los cuadernos de tareas y mapeados de comunicaciones se entregarán al adjudicatario.

3 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

3.1 GENERAL

3.1.1 Normativa

El origen de la energía eléctrica para las instalaciones eléctricas correspondientes a las estaciones del CABB/BBUP objeto de este documento podrá ser:

- En baja tensión; 400/230 V. c.a. desde un Centro de Transformación propiedad de la compañía distribuidora.
- En media tensión con acometida en 30.000, 20.000 o 13.000 V y con un transformador de potencia adecuada y tensión en el secundario de 400-230 V.

Las instalaciones necesarias para dotar a las estaciones de la energía eléctrica se proyectarán y ejecutarán según las normas y directrices indicadas en los siguientes documentos:

- Real Decreto 1955/2000, del 1 de diciembre de 2000, por el que se regulan las actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimiento de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica. Se tendrán en cuenta las correcciones publicadas en el B.O.E el 13/03/2001 (BOE-A-2001-4839).
- Normas Particulares para Instalaciones de Alta Tensión (hasta 30 kV) y baja Tensión MT 2.03.20, de Iberdrola
- Normativa particular para Instalaciones de Clientes de en Alta Tensión; MT 2.00.03, de Iberdrola.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus instrucciones técnicas complementarias ITC- RAT 01 a 23 aprobado por Real Decreto 337/2014.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002 de 02-08-2002, y publicado en el B.O.E. del 18/09/2002 y sus instrucciones complementarias MIE ITC-BT
- Directiva 2017/2102/UE: Restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos
- Real Decreto 2267/2004, Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales

Se deberá cumplir con las siguientes normas y recomendación:

- **Recomendación UNESA 1303A**
- **UNE Norma Española – EN Norma Europea**
    - Aparamenta de alta tension

UNE-EN 62.271-1	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes
UNE-EN 62.271-100	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna
UNE-EN 62.271-102	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Normativa de interruptores de puesta a tierra y desconexión
UNE-EN 62.271-103	Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62.271-105	Aparamenta de alta tensión. Parte 105: Combinados interruptor-fusibles de corriente alterna para tensiones nominales superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62.271-106	Aparamenta de alta tensión. Parte 106: Contactores de corriente alterna y controladores y arrancadores con contactores
UNE-EN 62.271-200	Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV
UNE-EN 62.271-206	Aparamenta de alta tensión. Parte 206: Sistemas indicadores de presencia de tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV y hasta 52 kV inclusive
UNE-EN 61.800	Accionamientos eléctricos de potencia de velocidad variables
UNE-EN 60.146	Convertidores de semiconductores
UNE-EN 60.871	Condensadores shunt para sistemas de alimentación en c.a. con tensión asignada superior a 1000 V.

UNE-EN 60.282-1	Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente
UNE-EN 60.376	Especificaciones para SF6 de calidad técnica para uso en equipos eléctricos.

- Transformadores de potencia

UNE-EN 60.076-1	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades
UNE-EN 60.076-3	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire
UNE-EN 60.076-5	Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos
UNE-EN 60.076-6	Transformadores de potencia. Parte 6: Reactancias
UNE-EN 60.076-10	Transformadores de potencia. Parte 10: Determinación de los niveles de ruido
UNE-EN 60.076-11	Transformadores de potencia. Parte 11: Transformadores de tipo seco.
UNE-EN 60.076-12	Transformadores de potencia. Parte 12: Guía de carga para transformadores de potencia de tipo seco.
UNE-EN 50.588-1	Transformadores de media potencia a 50 Hz, con tensión más elevada para el material no superior a 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.

- Aparamenta de baja tensión

UNE-EN (IEC) 62.208	Envolventes vacías destinadas a los conjuntos de aparamenta de baja tensión.
UNE-EN (IEC) 61.439-1	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 1: Reglas generales.
UNE -EN 60.255	Relés eléctricos
UNE-EN 60.269	Fusibles baja tensión. Reglas generales

UNE-EN 60.898	Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades.
UNE-EN 60.947	Aparamenta de baja Tensión
UNE-EN 61.008-1	Interruptores automáticos para actuar por corriente diferencial residual, sin dispositivo de protección contra sobreintensidades, para usos domésticos y análogos (ID). Parte 1: Reglas generales.
UNE -EN 61.439-1	Conjuntos de aparamenta de baja tensión
UNE-EN 61.869-2	Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.
UNE-EN 61.869-3	Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60.831	Condensadores de potencia autorregenerables a instalar en paralelo en redes de corriente alterna de tensión nominal inferior o igual a 1000 V.
UNE-EN 61.921	Condensadores de potencia. Baterías de compensación del factor de potencia en baja tensión.
UNE-EN 61.642	Redes industriales de corriente alterna afectadas por armónicos. Empleo de filtros y de condensadores a instalar en paralelo.
UNE-EN 62040-1	Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI). Parte 1: Requisitos de seguridad
UNE-EN 62040-2	Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI). Parte 2: Requisitos de compatibilidad electromagnética (CEM)
UNE-EN 62040-3	Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI). Parte 3: Método para especificar las prestaciones y los requisitos de ensayo
UNE-EN 61.204-3	Fuentes de alimentación de baja tensión con salida en corriente continua. Parte 3: Compatibilidad electromagnética (CEM)

UNE-IEC/TR 61.641	Conjuntos de aparamenta de baja tensión bajo envolvente. Guía para el ensayo en condiciones de arco debidas a un fallo interno.

- Canalizaciones y cables

UNE 211.435	Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica
UNE HD 60.364-5-52	Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
UNE 21.011-2	Alambres de cobre recocido de sección recta circular. Características.
UNE 21.089-1:	Identificación de los conductores aislados de los cables.
UNE 21.123-4:	Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6 /1 kV. Parte 4 Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefinas.
UNE-HD 603-1	Cables de distribución de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 1: Requisitos generales
UNE 21.144-3-2	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.
UNE-EN 50.288-7	Cables metálicos con elementos múltiples utilizados para la transmisión y el control de señales analógicas y digitales. Parte 7: Especificación intermedia para la instrumentación y los cables de control.
UNE-EN 50.085-1	Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas. Parte 1: Requisitos generales.
UNE –EN 61.386-1	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos.

UNE-EN 50.267-2-1	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 2 -2: Procedimientos. Sección 1: Determinación de la cantidad de gases halógenos ácidos del grado de acidez de gases de los materiales por medida del pH y la conductividad.
UNE -EN 60.228	Conductores de cables aislados
UNE-EN 60.332-1-1	Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1: Ensayo de propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Equipo de ensayo
UNE-EN 60.332-1-2	Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 2: Ensayo de propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1kW
UNE-EN 60.332-3	Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 30: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical
UNE-EN 60.695	Ensayos relativos a los riesgos de fuego
UNE-EN 60.754	Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables
UNE-EN 60.243-1	Rigidez dieléctrica de los materiales aislantes. Métodos de ensayo. Parte 1: Ensayos a frecuencia industrial
UNE-EN 60.423	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Diámetros exteriores de los tubos para instalaciones eléctricas y roscas para tubos y accesorios
UNE-EN 61.034	Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas

UNE-EN 61.537	Conducción de cables. Sistemas de bandejas y de bandejas de escalera
UNE-EN 50.575	Cables de energía, control y comunicación. Cables para aplicaciones generales en construcción sujetos a requisitos de reacción al fuego
UNE-EN 50.086	Sistemas de tubos para la conducción de cables.
UNE 23.727	Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción
UNE-EN 61.439-6	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 6: Canalizaciones prefabricadas
UNE-EN 62.275	Sistemas de conducción de cables. Bridas para cables para instalaciones eléctricas
UNE-EN 124	Dispositivos de cubrimiento y de cierre para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos
UNE-EN 1.563	Fundición. Fundición de grafito esferoidal

- Otras

UNE 20.324, EN 60.529	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE 20.323-78	Material eléctrico para atmósferas explosivas.
PNE-prEN 60.079-0	Atmósferas explosivas. Parte 0: Equipo. Requisitos generales.
UNE-EN 61.000-4-7	Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4-7: Técnicas de ensayo y de medida. Guía general relativa a las medidas de armónicos e interarmónicos, así como a los aparatos de medida, aplicable a las redes de suministro y a los aparatos conectados a éstas.
UNE-EN 61.000-4-15	Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y medida. Sección 15: Medidor de Flicker.

	Especificaciones funcionales y de diseño. Norma básica de CEM.
UNE-EN 61.000-4-30	Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4-30: Técnicas de ensayo y de medida. Métodos de medida de la calidad de suministro
UNE-EN 61.326-1	Material eléctrico para medida, control y uso en laboratorio. Requisitos de compatibilidad electromagnética. Parte 1: Requisitos generales
UNE-EN 61.010-1	Requisitos de seguridad de equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorio. Parte 1: Requisitos generales
UNE-EN 62.638-1	Equipos de audio y vídeo, de tecnología de la información y la comunicación. Parte1: Requisitos de seguridad.
UNE-EN 60.071-1	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas
UNE-EN 60.071-2	Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación
UNE-EN 62.262	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE 23.727	Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción
UNE-EN 60.085	Aislamiento eléctrico. Evaluación y designación térmica
UNE 53.315	Plásticos métodos de ensayo para determinar la inflamabilidad de los materiales aislantes eléctricos sólidos al exponerlos a una fuente de encendido.
UNE 53.027	Materiales plásticos. Determinación de la resistencia al calor.
UNE-EN 10.346	Productos planos de acero recubiertos en continuo por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro
UNE-EN 13.601	Cobre y aleaciones de cobre. Barras y alambres de cobre para usos eléctricos generales

UNE 20.003	Cobre-tipo recocido e industrial, para aplicaciones eléctricas
UNE 21.056	Electrodos de puesta a tierra. Picas cilíndricas acoplables de acero-cobre
UNE-EN 12.165	Cobre y aleaciones de cobre. Semiproductos para forja
UNE-EN 50.160	Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución.
UNE-EN 50.522	Puesta a tierra en instalaciones de tensión superior a 1 kV en corriente alterna.

- **DIN. Deutsches Institut für Normung**

DIN IEC 61.554	Instrumentos de medida indicadores y accesorios de empotramiento.
DIN 46.228	Terminales de cables.
DIN EN ISO 9.717:2017	Metallic and other inorganic coatings - Phosphate conversion coating of metals
DIN 8061	Tubos de PVC-U

- **IEC. International Electrotechnical Commision**

IEC 60.794-1	Cables de Fibra Óptica – Especificaciones generales.
IEC 60.794-1	Cables de Fibra Óptica – Especificaciones generales – Procedimientos pruebas para cables de Fibra Óptica.
IEC TS 63.064:2018	Símbolos gráficos para diagramas - Orientación sobre diseño para estandarización en IEC 60617
IEC 61.082	Preparación de la documentación usada en electrotecnia
IEC 81.346	Sistemas industriales, instalaciones y equipos, y productos industriales. Principios de estructuración y designación de referencia.

- **IEEE. Institute of Electrical and Electronics Engineers**

IEEE 519-2014	IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems

IEEE 1159-2009	IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality
IEEE 80-2013	IEEE Guide for Safety of AC Substation Grounding

- **ISO. International Organization for Standardization**

ISO 8528	Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets

En caso de discrepancia entre normas o entre éstas y el Pliego, se tomará como documento vigente las normas y reglamentos de obligado cumplimiento, el Pliego, y después la norma más conservadora.

Para todas las instalaciones el suministrador adoptará aquellas normas de las que exista edición posterior a la indicada en la presente Especificación.

En todo caso, la edición de las normas aplicables al contrato en caso de pedido será la vigente en la fecha de la firma del contrato.

3.1.2 Condiciones ambientales

Los equipos se montarán en las siguientes condiciones:

- Altitud: < 1000 m.s.n.m.
- Temperatura ambiente:
- Mínima: - 5 ºC
- Máxima: + 40 ºC
- Humedad relativa: ≤ 95 %
- Categoría Atmosférica de corrosión: ambiente exterior de zona industrial con elevada humedad y atmósfera agresiva, categoría de corrosión C5-1 muy elevada (industria) s/ UNE EN ISO 12.944:2.

3.1.3 Clasificación de zonas

3.1.3.1 ETAP Venta Alta

- Edificio de Reactivos:
  - Sala de CCM de Reactivos

    No se consideran atmósferas peligrosas.

- Sala de almacenamiento y dosificación de Reactivos

  Los depósitos de almacenamiento de los productos existentes de sulfato y ácido hexafluorosilícico están legalizados con su correspondiente APQ6.

  El depósito de sosa está clasificado como local con riesgo de corrosión.

A efectos de empleo de herramientas o aparatos eléctricos, estas zonas tendrán la consideración de locales mojados, debiendo cumplir las exigencias de la ITC-BT-30 del vigente RBT aprobado por el RD 842/2002.

- Tratamiento 1ª Fase:
  - Zona de Laboratorios

    No se considera atmósfera peligrosa.

  - Túnel pasillo interior filtros

    Si bien no hay presencia de productos químicos, se aprecia un ambiente húmedo, por lo que se considera como local húmedo, a nivel de instalación debiendo cumplir las exigencias de la ITC-BT-30 del vigente RBT aprobado por el RD 842/2002.

  - Centro eléctrico CCM, PLC y Sinóptico en planta baja

    No se consideran atmósferas peligrosas.

- Tratamiento 2ª Fase:
  - CDBT, CCM y PLC sala máquinas

    No se consideran atmósferas peligrosas.

  - Pasillos interiores filtros arena y carbón

    No se consideran atmósferas peligrosas.

    Al estar parte de la instalación a la intemperie, se cumplirán las exigencias de la ITCBT-30 del vigente RBT aprobado por el RD 842/2002.

  - Pasillos exteriores filtros de arena y carbón.

    No se consideran atmósferas peligrosas.

    Al estar parte de la instalación a la intemperie, se cumplirán las exigencias de la ITCBT-30 del vigente RBT aprobado por el RD 842/2002.

  - Locales interiores bajo filtros de carbón.

En la parte baja del edificio de 2ªfase, junto a los decantadores se ubican los locales interiores de filtros de arena, no se consideran atmósferas peligrosas.

- Secado de Fangos:

  El interior de la sala eléctrica no se considera atmósfera peligrosa.

- Sala de Válvulas Nuevos Depósitos:

  No se da presencia de atmósfera peligrosa.

- Sala de Válvulas 1

  No se da presencia de atmósfera peligrosa, si bien para la utilización de herramienta eléctrica e instalación se considerará como local húmedo.

- Sala de Válvulas 2

  No se da presencia de atmósfera peligrosa, si bien para la utilización de herramienta eléctrica e instalación se considerará como local húmedo.

3.1.3.2 Estaciones saneamiento

En las estaciones de Saneamiento, previamente a realizar la instalación eléctrica, en caso de que se considere necesario, se realizará un estudio de Clasificación de zonas realizado por un técnico en prevención de riesgos laborales. En el caso de resultar no clasificada se proyectará, instalará y pondrá en marcha de acuerdo con lo recogido en la instrucción MIE ITC –BT 030 y si resultara clasificada, según lo indicado en el Punto 4 de la MIE ITC-BT 29 del actual REBT como:

- Emplazamiento Clase I, i.e., susceptible de encontrarse en este lugar gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente como para producir atmósferas inflamables o explosivas.
- Zona 2, lo que indica que no cabe contar en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o, en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo subsiste por espacios de tiempo muy breves.

En esta zona se debe cumplir muy especialmente todo lo indicado en la MIE ITC-BT 029 del actual Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión vigente.

Todo material eléctrico utilizado en zonas clasificadas con riesgo de incendio o explosión deberá poseer un certificado de conformidad extendido por un laboratorio acreditado, de acuerdo con la norma UNE, con la norma europea EN o con la recomendación CE. Deberán estar marcados de acuerdo con las normas CEI 79-0, PNE-prEN 60.079-0 y UNE 20.323-78. De acuerdo con la

clasificación establecida en la Tabla 1 de la MIE ITC-BT 029, los equipos a instalar en las zonas clasificadas serán de Categoría 3.

El marcado de los materiales eléctricos clasificados utilizados en esta instalación recogerá los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Designación del tipo dado por el fabricante.
- Símbolo EEx.
- Símbolo de modo de protección utilizado: d.
- Símbolo de grupo de gases: IIC.
- Símbolo de clase de temperatura: T6.
- Características técnicas.
- Número de serie.
- Sigla de laboratorio o autoridad competente que emita el certificado de conformidad.
- Marca distintiva comunitaria para este tipo de material.
- Índice de protección IP.

3.1.4 Potencia solicitada

Para suministros en 30 kV, en los que la potencia necesaria este por encima de 200 kW se pide que se aumente la potencia solicitada en el punto de suministro hasta los 451 kW y se debe dimensionar toda la instalación para poder contratar 451 kW en el periodo 6

3.1.5 Protección de datos de carácter personal y confidencialidad

El contratista tendrá acceso a diferentes datos del CABB/BBUP con el objeto de prestar los servicios contratados, debiendo tratarlos conforma a las instrucciones del CABB/BBUP.

Asimismo, no podrá utilizar dichos datos con un fin distinto al del contrato, ni los comunicará a otras personas físicas o jurídicas, ni siquiera para su conservación, sin el consentimiento escrito del CABB/BBUP.

Durante la vigencia del contrato, e incluso una vez resuelto el mismo, el contratista se compromete a que ni él ni sus empleados o colaboradores divulguen a terceros, ni utilicen en su beneficio cualquier información confidencial obtenida como consecuencia de la prestación de los servicios

objeto del presente contrato, con especial atención a la Ley Orgánica de Protección de datos vigente

Toda la documentación e información derivada de la ejecución del contrato queda sujeta a normas estrictas de confidencialidad y seguridad debiendo comprometerse el adjudicatario a no utilizar dicha información fuera del ámbito de la ejecución del contrato.

Todo software desarrollado por el adjudicatario en la ejecución del proyecto, así como la totalidad de los datos, será propiedad del CABB/BBUP.

Una vez cumplida la relación contractual, los datos de carácter personal deberán ser devueltos al CABB/BBUP, al igual que cualquier soporte o documento en que conste algún dato de carácter personal sin que el contratista o sus empleados o colaboradores tengan derecho a retener copia alguna de la mencionada documentación.

3.2 CELDAS DE ALTA TENSIÓN

3.2.1 Aislamiento en SF6

3.2.1.1 Características generales

Se describen a continuación las características y requisitos técnicos de las celdas de alta tensión:

- Tensión asignada:
  - 36kV (para tensión nominal 30kV)
  - 24 kV (para tensión nominal 20kV y 13,2 kV)
  - 12kV (para tensión nominal 6kV)
- Intensidad de corta duración admisible (IK/IP): según características de la instalación (mínimo 16kA/1s)
- Aislamiento: SF6, salvo celdas de medida (en aire)
- Características según UNE-EN 62271
- Resistencia al arco interno: IAC AFL
- Pérdida de continuidad de servicio LCS2
- Clase de compartimentación PM
- Grado de protección IP-2X

- Ampliable por ambos lados

Todos los componentes bajo tensión estarán dentro de una cuba de gas de acero inoxidable sellada herméticamente.

Se dispondrá de un conducto de expansión de gases en la parte posterior de las celdas, de forma que puedan conducirse los gases generados por efecto de un arco interno.

Se debe cumplir lo establecido en la cláusula 5.11 de la norma UNE-EN 62.271-200 en referencia a los enclavamientos mecánicos. En todas las celdas deberá haber un enclavamiento mecánico entre la posición del disyuntor y el seccionador de línea y el seccionador de puesta a tierra.

El embarrado general que une las diferentes celdas será de redondo de cobre macizo de sección adecuada según cálculos eléctricos.

Los embarrados internos de las celdas serán de pletina de cobre.

El conjunto de celdas dispondrá de una pletina para la conexión a tierra de todas las carcasas metálicas, estructuras y armaduras de cables. La sección de la pletina estará dimensionada para soportar la intensidad admisible de corta duración de falta a tierra durante 1s, de acuerdo a la norma UNE-EN 62271-200.

Modelos:

- CGM (24 kV) de Ormazabal u otro de similares características
- CGM.3 (36 kV) de Ormazabal u otro de similares características
- CGM Cosmos (12 kV) de Ormazabal u otro de similares características

3.2.1.2 Tipos de celdas

- Llegada de línea:
    - Autoválvulas
    - Seccionador de puesta a tierra
    - Interruptor-seccionador motorizado
    - Transformadores de tensión de características adecuadas para la realización de la transferencia automática
    - Indicadores de presencia de tensión con lámpara
    - Enclavamiento mediante cerradura

- Protección con interruptor automático:
    - Interruptor-seccionador de línea y puesta a tierra
    - Interruptor automático con mando motorizado
    - Transformadores de tensión e intensidad de protección
    - Descargadores de sobretensión monofásicos
    - Indicadores de presencia de tensión con lámpara
    - Enclavamiento mediante cerradura
- Protección con fusibles (para protección de transformadores hasta 630 kVA):
    - Interruptor-seccionador de línea y doble puesta a tierra
    - Fusibles limitadores
    - Indicadores de presencia de tensión con lámpara
    - Enclavamiento mediante cerradura
- Interruptor pasante (con o sin puesta a tierra)
    - Interruptor-seccionador de línea y puesta a tierra
    - Interruptor automático con mando motorizado
    - Indicadores de presencia de tensión con lámpara
    - Enclavamiento mediante cerradura
- Remonte de barras (con o sin puesta a tierra)
    - Seccionador de puesta a tierra (según características de la instalación)
    - Indicadores de presencia de tensión con lámpara
    - Enclavamiento mediante cerradura
- Remonte de cables
    - Indicadores de presencia de tensión con lámpara
    - Enclavamiento mediante cerradura
- Salida o acoplamiento:
    - Interruptor-seccionador de 3 posiciones

  - Interruptor automático con mando motorizado
  - Transformadores de intensidad
  - Transformadores de tensión (según características de la instalación)
  - Indicadores de presencia de tensión con lámpara
  - Enclavamiento mediante cerradura
- Medida:
  - Transformadores de tensión antiexplosivos
  - Transformadores de intensidad (en caso necesario)
  - Fusibles
  - Resistencia de ferrorresonancia
  - Enclavamiento mediante cerradura
- Puesta a tierra:
  - Interruptor-seccionador de 3 posiciones
  - Interruptor automático con mando motorizado
  - Transformadores de intensidad
  - Transformador de puesta a tierra con resistencia limitadora
  - Transformador de intensidad toroidal de interposición
  - Indicadores de presencia de tensión con lámpara
  - Enclavamiento mediante cerradura

3.2.2 Aislamiento en aire

3.2.2.1 Características generales

Se describen a continuación las características y requisitos técnicos de las celdas de alta tensión:

- Tensión asignada:
  - 36kV (para tensión nominal 30kV)
  - 24 kV (para tensión nominal 20kV y 13,2 kV)
  - 12kV (para tensión nominal 6kV)

- Intensidad de corta duración admisible (IK/IP): según características de la instalación (mínimo 16kA/1s)
- Aislamiento: Aire
- Resistencia al arco interno: IAC AFL
- Color: Blanco RAL 9002 y Negro RAL 9030
- Pérdida de continuidad de servicio LCS2A
- Clase compartimentación PI
- Grado protección IP2X
- Ampliables ambos lados

Se debe cumplir lo establecido en la cláusula 5.11 de la norma UNE-EN 62.271-200 en referencia a los enclavamientos mecánicos. En todas las celdas deberá haber un enclavamiento mecánico entre la posición del disyuntor y el seccionador de línea y el seccionador de puesta a tierra.

El embarrado general que une las diferentes celdas será de redondo de cobre macizo de sección adecuada según cálculos eléctricos.

Los embarrados internos de las celdas serán de pletina de cobre. Las barras estarán aisladas con una funda aislante termorretráctil.

El conjunto de celdas dispondrá de una pletina para la conexión a tierra de todas las carcasas metálicas, estructuras y armaduras de cables. La sección de la pletina estará dimensionada para soportar la intensidad admisible de corta duración de falta a tierra durante 1s, de acuerdo a la norma UNE-EN 62271-200.

Modelo SM6 de Schneider o similar.

3.2.2.2 Tipos de celdas

- Celda de llegada de línea (subestación):
    - Interruptor-seccionador (SF6) con mando motorizado
    - Seccionador de puesta a tierra con poder de cierre
    - Autoválvulas de óxidos metálicos
    - Indicadores de presencia de tensión con lámpara
    - Enclavamiento mediante cerradura

- Celda de medida de tensión con protección en barras:
    - Interruptor-seccionador (SF6)
    - Seccionador de puesta a tierra sin poder de cierre
    - Transformadores de tensión antiexplosivos
    - Fusibles
    - Resistencia de ferrorresonancia
    - Enclavamiento mediante cerradura
- Celda de medida de tensión e intensidad:
    - Transformadores de tensión antiexplosivos
    - Transformadores de intensidad
    - Resistencia de ferrorresonancia
    - Enclavamiento mediante cerradura
- Celda de protección de línea:
    - Seccionador (SF6)
    - Interruptor automático con mando motorizado
    - Relé de protección
    - Analizador de redes
    - Transformadores de intensidad
    - Indicadores de presencia de tensión con lámpara
    - Enclavamiento mediante cerradura
- Celda de interruptor y remonte:
    - Interruptor-seccionador (SF6) con mando motorizado
    - Indicadores de presencia de tensión con lámpara
    - Enclavamiento mediante cerradura
- Celda de protección de entrada/salida de anillo:
    - Seccionador (SF6)

  - Seccionador de puesta a tierra con poder de cierre
  - Interruptor automático con mando motorizado
  - Relé de protección
  - Transformadores de intensidad
  - Indicadores de presencia de tensión con lámpara
  - Enclavamiento mediante cerradura
- Celda de entrada/salida con interruptor:
  - Interruptor-seccionador (SF6) con mando motorizado
  - Seccionador de puesta a tierra con poder de cierre
  - Indicadores de presencia de tensión con lámpara
  - Enclavamiento mediante cerradura
- Celda de remonte de cable con seccionador:
  - Seccionador de puesta a tierra con poder de cierre
  - Indicadores de presencia de tensión con lámpara
  - Enclavamiento mediante cerradura
- Celda de protección de transformador:
  - Seccionador (SF6)
  - Seccionador de puesta a tierra con poder de cierre
  - Interruptor automático con mando motorizado
  - Bobina de disparo y cierre con selector local
  - Relé de protección
  - Analizador de redes
  - Transformadores de intensidad
  - Indicadores de presencia de tensión con lámpara
  - Enclavamiento mediante cerradura

3.2.3 Aparamenta

- Autoválvulas

  Se deberán utilizar en las celdas de acometida, para protección de las líneas aéreas.

  Cumplirán la norma IEC 60.099-4

  La tensión asignada deberá de estar de acuerdo con la tensión de utilización. y tendrán las mismas características que las utilizadas por la compañía eléctrica

- Interruptor-seccionador de línea y puesta a tierra o interruptor de 3 posiciones:

  Cumplirán con la norma IEC 62271-102 y IEC 62271-103.

  Dispondrá de accionamiento manual y motorizado. Estará definido en el esquema unifilar de la instalación.

  Estará dotado de un grupo de contactos auxiliares 2 NA+ 2NC

- Interruptores automáticos:

  Los interruptores cumplirán con la normativa IEC 62271-100. El calibre mínimo de los interruptores automáticos queda definido en los esquemas unifilares.

  Los interruptores estarán dotados de accionamiento eléctrico, con bobinas de conexión y desconexión, con resorte de acumulación de energía que podrá cargarse mediante motor eléctrico en funcionamiento normal o manualmente y con una manivela apropiada, en emergencia.

  Serán de clase E2 con ciclo de reenganche rápido. Dispondrán de bobinas de conexión y desconexión, y accionamiento por resorte, con posibilidad de carga manual y motorizada. La motorización se alimentará a 48Vcc de tensión segura desde el cuadro del sistema de corriente continua de la instalación, que deberá cumplir los requisitos indicados en el capítulo 3.8 SISTEMAS DE CORRIENTE CONTINUA.

  Estará asociado con el interruptor-seccionador aguas arriba. Dispondrá de contactos auxiliares 6NA+6NC, contador de maniobras mecánico y dispositivo antibombeo.

  Todos ellos llevarán mínimamente un grupo de contactos 4 NA + 4 NC instalados en el interruptor que actuarán siempre que lo haga este.

  Se emplearán dos tipos de interruptores automáticos:

  - Corte en vacío (para celdas aisladas en SF6)

- Corte en SF6 (para celdas aisladas en aire)

En el caso de instalar interruptores automáticos de corte en SF6:

Los disyuntores estarán basados en tecnología de corte por auto expansión en SF6. Sus tres polos principales se encontrarán en una envolvente aislante del tipo sistema de presión sellado (s/norma CEI 62271-100) que no requiere relleno durante toda la vida del aparato.

El conjunto estanco estará relleno de gas SF6 a baja presión relativa de 0,15 MPa (1,5 bares relativos); asimismo estará equipado con manómetro y presostato para detectar la baja presión de SF6.

- Fusibles:

Se utilizarán fusibles de alta capacidad de ruptura (HRC) con portafusibles horizontal y acceso frontal. Se instalarán en compartimentos independientes a la fase y dispondrán de enclavamiento interno para garantizar el acceso seguro al área de portafusibles.

En caso de celdas de protección con fusibles estos serán “combinados” (si uno funde, se abre el interruptor.

- Relé de protección

Los relés de protección dispuestos deberán cumplir con la norma UNE-EN 60255. Los equipos cumplirán los requisitos de la directiva 2014/30/UE en materia de compatibilidad de electromagnética.

Todos los relés serán empotrados y montados sobre puerta y con rearme manual. Serán de tipo electrónico de tecnología digital. No deberán verse afectados por las vibraciones que se puedan producir en los paneles como consecuencia de actuaciones de equipos o faltas.

Los relés estarán equipados con dispositivos de señalización óptica, con diferenciación de la función actuante. Estos dispositivos serán visibles desde el frente del cuadro sin necesidad de abrir la puerta.

La falta de alimentación auxiliar deberá ser detectada por el relé de protección, y capaz de transmitir dicha información al PLC correspondiente.

Los relés podrán operar correctamente en un margen de tensiones de alimentación de 48 Vdc + 10 % y - 20 %. Los relés temporizados tendrán una precisión de ajuste del 5 %.

Los relés deben poder funcionar correctamente sin verse afectados por un cortocircuito en la entrada de alimentación ni por una interrupción de dicha alimentación de una duración

en torno a los 50 ms. En consecuencia, se preverá que las diferentes entradas y salidas de los equipos electrónicos serán de clase I ó III, según la posibilidad de verse afectadas por dichas interferencias, de acuerdo con lo que se define en la norma UNE-EN 60.255-151. Los equipos electrónicos deben estar protegidos frente a una inversión en la polaridad de las alimentaciones correspondientes, y frente a cortocircuitos en las diversas salidas.

El suministrador será el responsable de cargar los ajustes en los relés de protección, así como de los protocolos, pruebas y equipos necesarios para la realización de la puesta en marcha de los mismos.

Se deberá realizar un estudio de selectividad de protecciones previo al ajuste de los relés.

El suministrador configurará las protecciones de acuerdo al tarado, pudiendo realizarse esta programación tanto en fábrica como en obra, dependiendo de la evolución del proyecto. El suministrador incluirá un curso de formación para manejo y configuración de las protecciones, además de todo el software necesario para los posteriores cambios de configuración.

Los equipos de protección mostrarán en su pantalla de visualización las medidas de los parámetros eléctricos requeridos. Las precisiones de las medidas poseerán un error máximo del 3%.

El relé poseerá capacidad de almacenamiento de registro oscilográfico de períodos prefalta (>2 ciclos) y períodos postfalta (>20 ciclos). Dichos registros podrán ser descargados por el puerto local a un PC para su proceso.

Todos los relés instalados dispondrán de puerto de comunicaciones posteriores para conexión al PLC correspondiente mediante bus de campo y/o cableado, a través de protocolo IEC 61.850 y/o Modbus TCP/IP (se concretará en función de la instalación).

El alcance de suministro incluye todo el software y licencias necesarias para ajustes de protecciones eléctricas, modificaciones de aspectos de control y adquisición de registros oscilográficos.

- Analizador de redes

  Los analizadores de redes serán bidireccionales y monitorizarán energía en cuatro cuadrantes. Deberán ser capaces de realizar todas las medidas requeridas: tensión, intensidad, frecuencia, potencia activa y reactiva, energías activa y reactiva.

El equipo de medida y análisis de parámetros eléctricos debe poseer una pantalla para lectura de los principales parámetros eléctricos e información histórica mediante un display de cristal líquido, y cumplir con la normativa UNE-EN 61.000.

La clase de precisión del equipo deberá ser como mínimo 0,5S.

Los registros de energía podrán ser cargados automáticamente en horarios programados.

Los analizadores de redes ofrecerán una selección de mediciones de alta precisión, así como RMS verdaderos por fase y totales.

El equipo dispondrá de puerto de comunicaciones para conexión con el PLC correspondiente mediante bus de campo y/o cableado, a través de protocolo Modbus TCP/IP.

En los casos que se requieran analizadores de calidad de energía, éstos contarán con las siguientes prestaciones adicionales:

- Clase 0,2S según IEC 62.053-22
- Análisis espectral de armónicos
- Detección de fenómenos de conmutación de fase
- Detección de huecos y picos de tensión
- Tendencias y previsiones

3.2.4 Protecciones y medida

Los relés contarán, como mínimo, con las siguientes funciones de protección:

- Mínima y máxima tensión
- Mínima y máxima intensidad
- Desequilibrio
- Imagen térmica
- Defecto de interruptor
- Defecto de fase
- Defecto a tierra
- Máxima y mínima frecuencia
- Enclavamiento al cierre

- Control del interruptor
- Medida de tensión, intensidad, frecuencia, potencia activa y reactiva, energía activa y reactiva
- Registro oscilográfico

Comunicación Modbus TCP/IP o IEC 61.850 (según instalación)

Modelo Sepam Serie 40 de Schneider o similar. Para comunicación mediante mensajes GOOSE (IEC 61.850), Sepam Serie 80 de Schneider o similar.

En las celdas de acometida se instalarán equipos de medida de calidad de energía comunicables, con alta precisión en las medidas; clase 0,2 S; modelo ION 7550/7650 de Schneider o similar.

En las celdas de salida a transformadores, se instalarán analizadores de redes comunicables, clase 0,5 S; modelo PM8000 de Schneider o similar.

Casos particulares (funciones adicionales)

- En celdas de entrada/salida de anillo, además de las funciones ya mencionadas, los relés deberán contar con:
    - Máxima potencia activa/reactiva direccional
    - Defecto de fase direccional

  Modelo Sepam S42 (Serie 40) o S82 (Serie 80) de Schneider o similar.
- Para salidas a transformadores:
    - Termostato/Buchholz
    - Diferencial de transformador (según instalación)

  Modelo Sepam T40 (Serie 40) o T81 (Serie 80) de Schneider o similar.
- Para salidas a motores o generadores:
    - Arranque largo
    - Rotor bloqueado
    - Máxima y mínima velocidad (según instalación)

  Modelo Sepam G40/M41 (Serie 40) o G87/M81 (Serie 80) de Schneider o similar.
- En celdas de subestación:

- Sobrecarga
- Sincronismo
- Supervisión de conexión de circuito

Modelo Sepam S80/S82 (Serie 80) de Schneider o similar.

3.2.5 Otros componentes

- Transformadores de intensidad

Los transformadores cumplirán con lo establecido en la normativa UNE-EN 61.869

Los transformadores de intensidad serán del tipo interior encapsulados de aislamiento seco en "araldit" o resina equivalente para la tensión nominal primaria del sistema.

Los transformadores de intensidad podrán tener varios secundarios, siempre deberán serán adecuados para soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos de las intensidades máximas admisibles para las celdas.

Los secundarios serán de 1A o 5A según corresponda. La clase de los TI será como mínimo 0.5S para medida y 5P10 para protección.

Los valores de intensidad térmica y dinámica se ajustarán a los propios del punto de la instalación y como mínimo serán 100 In y 250 In respectivamente.

Deberán ser capaces de soportar el esfuerzo térmico correspondiente a la intensidad de cortocircuito durante 1 segundo.

Cada secundario se llevará a un conjunto de bornas cortocircuitables. La salida de los TI se conectará a los indicadores y relés mediante los dispositivos adecuados de corte, protección y aislamiento.

Será responsabilidad del suministrador el correcto dimensionamiento de los transformadores de intensidad de forma que mejor se ajusten a las necesidades, teniendo en cuenta las características de la instalación y los relés de protección a suministrar. Previo al acopio se deberá entregar un cálculo justificativo que deberá ser aprobado por el Consorcio o su representante

Las celdas de medida que albergarán los trafos de medida, deberán de ser precintables. Los transformadores a instalar y sus características estarán definidos en el esquema unifilar de la instalación. En caso de celdas de medida de facturación se tendrá en cuenta que deberán estar homologados para su uso en medida de facturación.

- Transformadores de tensión

  Los transformadores cumplirán con lo establecido en la normativa UNE-EN 61.869.

  Se emplearán transformadores monofásicos de tipo antiexplosivo, con válvula de evacuación de sobrepresión interna, encapsulados en resina y con recubrimiento metálico.

  Existirá un dispositivo de puesta a tierra de los transformadores de tensión y un aislamiento de las partes sometidas a tensión mediante pantallas, antes de que el transformador o las protecciones del primario puedan ser accesibles.

  El factor de sobretensión será 1,9 veces la tensión nominal durante un periodo de 8 horas y 1,2 veces la tensión nominal de modo permanente para todos los transformadores.

  Se incluirá un bobinado especial de triángulo abierto en los transformadores de medida de tensión para la conexión de la resistencia de ferroresonancia. Sera responsabilidad del suministrador el correcto dimensionamiento de la resistencia de ferrorresonancia.

  Los transformadores dispondrán de protección magnetotérmica para la conexión al relé correspondiente.

  Será responsabilidad del suministrador el correcto dimensionamiento las potencias de los transformadores de tensión de forma que mejor se ajusten a las necesidades.

- Transformadores de puesta a tierra

  Los transformadores cumplirán con lo establecido en la norma UNE-EN 60076.

  Los transformadores de puesta a tierra cumplirán con las siguientes características:

  - Tensión primaria: según tensión nominal de las celdas
  - Tensión secundaria: 0,42kV
  - Grupo de conexión: Ynd-abierto
  - Grado de protección: IP31
  - Envolvente metálica, pintada con epoxy poliéster
  - Bobinas encapsuladas en resina
  - Refrigeración ANAN
  - Aislante clase H – 180ºC
  - Bobinado clase HC – 200ºC

- Protección clase I

Se requerirá una resistencia de puesta a tierra con conexión en triángulo y envolvente metálica IP31.

- Enclavamientos

Se debe cumplir lo establecido en la cláusula 5.11 de la norma UNE-EN 62271 en referencia a los enclavamientos mecánicos. En todas las celdas deberá haber un enclavamiento mecánico entre la posición del disyuntor y el seccionador de línea y el seccionador de puesta a tierra.

Los órganos de accionamiento subordinados al establecimiento de las condiciones de seguridad serán lo suficientemente robustos para que no se produzcan deformaciones que puedan falsear las maniobras.

Todas las partes mecánicas relativas al mando y bloqueo de seguridad estarán protegidas contra la oxidación.

Los interruptores de final de carrera empleados para asegurar los bloqueos y consentimientos eléctricos requeridos serán robustos, insensibles a las vibraciones y fácilmente accesibles.

Se incluirán todos los enclavamientos por llave necesarios para el correcto funcionamiento.

Se deberá realizar un esquema de los mismos.

- Cuba de Gas (SF6)

Las celdas aisladas en SF6 irán provistas en la cuba de gas, de una placa de seguridad que, en el caso de producirse un arco interno, facilite la salida de los gases producidos, mediante su apertura. Dicha placa de seguridad estará situada de manera que la proyección de los gases no pueda incidir sobre el operador ni dañar los cables de tensión.

Ante la posibilidad de que se produzca un cortocircuito en el interior de la cuba de SF6, se adoptarán las medidas constructivas necesarias para garantizar la seguridad de las personas.

Para la comprobación de la presión del gas, en cada cuba se dispondrá de un detector de pérdida de presión de gas, con un contacto cableado al relé de protección correspondiente.

- Indicadores:

Se dispondrá de los siguientes elementos en el frontal de la celda:

- Sinóptico con Indicadores del estado de la aparamenta de conexión

- Indicadores capacitivos de tensión de las 3 fases
- Manómetro para control de presión de SF6 con indicador

- Circuito Auxiliar de Baja Tensión

  Los cables de interconexión interior se agruparán en zonas de recorrido común, alojados dentro de canaletas. El tendido de cableado a los aparatos situados en las puertas se realizará mediante agrupaciones formando mazos flexibles y protegidos mecánicamente, los cuales se distribuirán por el lado posterior de la puerta en canaletas.

  El cableado y los aparatos auxiliares se situarán de forma tal y se protegerán de manera que no puedan ser dañados por los gases que salgan de la cámara de escape de gases, disponiéndose un conducto de canalización de dichos gases hacia el exterior.

  La tensión auxiliar para mando y señalización será de 48Vdc. Se deberá separar la fuente de recarga de muelles del resto de los usos.

  El cableado de los circuitos de control, protección e instrumentación dentro de los cubículos se realizará con cable de sección mínima 1,5mm2.

  La sección de los cables de los transformadores de intensidad será como mínimo 2,5mm2.

  Las regletas de bornas estarán ubicadas en una zona fácilmente accesible para facilitar el mantenimiento y ensayos, Cada borna utilizada será identificada con numeración correlativa. Se dejará un mínimo de 10 % de bornas de reserva por cada regletero.

  Se dispondrá de alimentación auxiliar de 230Vac para calefacción.

- Placa de características y señalizaciones

  Las Celdas de Alta Tensión deben llevar una placa de características de acuerdo con la normativa UNE-EN 62271-200.

  Se suministrarán letreros indicativos del servicio de cada celda, y etiquetas identificativas de cada elemento de maniobra y cada equipo.

  En la cuba de SF6 se colocará una señal adhesiva de prohibido taladrar.

- Equipos de comunicaciones

  Los equipos de comunicaciones serán Ethernet y con protocolos estándares de mercado:

  - Modbus TCP/IP
  - IEC 61850, transmisión por mensajes GOOSE

Se determinará el protocolo a utilizar en función de la instalación.

3.3 TRANSFORMADORES DE POTENCIA

3.3.1 Transformadores secos

A continuación, se describen las características generales:

- Transformador seco encapsulado en resina
- Relación de transformación: se deberá concretar en cada caso
- Conmutador de tomas de regulación: En general 0% +2,5%, +5%, +7,5%, +10. Se deberá concretar en cada caso.
- Frecuencia: 50Hz
- Nivel de aislamiento:
    - 36kV (para tensión primaria de 30kV)
    - 24kV (para tensión primaria ≤ 20kV)
- Tensión asignada a 50 Hz. durante 60 seg. (valor eficaz):
    - 70 kV (para tensión primaria de 30kV)
    - 50kV (para tensión primaria ≤ 20kV)
- Tensión ensayo con onda de choque 1,2 / 50 µs:
    - 170 kV (para tensión primaria de 30kV)
    - 125kV (para tensión primaria ≤ 20kV)
- Tensión de cortocircuito: Ucc <=6,0%
- Grupo de conexión: en función de las características de la instalación y de la red de alta tensión

Los transformadores y sus accesorios serán aptos para instalar en interior, en zona segura y sin riesgo de incendio o explosión. Se instalarán en locales o edificios de uso exclusivo para el centro de transformación.

La puerta de acceso al transformador deberá estar enclavada con el seccionador de puesta a tierra de la celda de Alta Tensión correspondiente y con el interruptor de acometida de Baja Tensión.

En caso de no estar ubicado en un local de uso exclusivo, se instalará un cerramiento de malla metálica para el transformador, que será desmontable para poder extraer el transformador y estará provisto de puerta de paso de hombre. La puerta estará abisagrada, provista de cerradura, manilla y llave de enclavamiento.

Los transformadores deben ser capaces de funcionar en servicio continuo, y estarán diseñados para soportar la intensidad que corresponda a la potencia nominal con la tensión más desfavorable, así como las solicitaciones térmicas producidas por un cortocircuito externo en bornas, de acuerdo con las condiciones indicadas en la norma UNE-EN 60.076.

Los transformadores deberán cumplir con el RCE vigente y con la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a las pérdidas de transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.

Calidades del transformador según UNE-EN 60.076-11:

- E02 (medio ambiental) – nivel elevado de condensación y polución.
- F1 (comportamiento al fuego) – auto-extinguible
- C2 (clase climática) – de -25 ºC a 40ºC (preparado para cambios bruscos de temperatura)

El nivel medio de ruido de los transformadores medido no debe exceder del valor indicado en la hoja de datos de los transformadores.

La medida de las descargas parciales se debe realizar según se indica en la Norma UNE-EN 60.076-11.

El máximo nivel de descargas parciales debe ser de 10 pC.

El transformador estará dimensionado para disponer de una reserva de potencia mínima del 25% respecto a la carga de operación nominal.

El transformador estará dimensionado s/UNE-EN 60.076 para una temperatura ambiente:

- Máxima: 40ºC
- Media diaria: 30ºC
- Media anual: 20ºC

La ventilación del local deberá disipar la totalidad de las pérdidas del transformador.

3.3.2 Transformadores en aislamiento líquido

Se instalarán únicamente en los siguientes casos:

- Instalaciones de intemperie
- En edificios prefabricados de uso exclusivo para el centro de transformación
- En función del lugar del montaje, si en las proximidades existan viviendas que puedan verse afectadas por el ruido de un transformador (seco) o su ventilación

A continuación, se describen las características generales:

- Fluido tipo K
- De llenado integral (no se permiten los depósitos de expansión)
- Relación de transformación: se deberá concretar en cada caso
- Conmutador de tomas de regulación: En general 0% +2,5%, +5%, +7,5%, +10. Se deberá concretar en cada caso
- Frecuencia: 50Hz
- Nivel de aislamiento:
    - 36kV (para tensión primaria de 30kV)
    - 24kV (para tensión primaria ≤ 20kV)
- Tensión asignada a 50 Hz. durante 60 seg. (valor eficaz):
    - 70 kV (para tensión primaria de 30kV)
    - 50kV (para tensión primaria ≤ 20kV)
- Tensión ensayo con onda de choque 1,2 / 50 µs:
    - 170 kV (para tensión primaria de 30kV)
    - 125kV (para tensión primaria ≤ 20kV)
- Tensión de cortocircuito: Ucc <=6,0%
- Grupo de conexión: en función de las características de la instalación y de la red de alta tensión
- Refrigeración KNAN
- Protección contra sobretensiones:
    - Potencia > 160 kVA: relé DGPT2
    - Potencia ≤ 160 kVA: autoválvulas sobre el transformador

En caso de instalarse en interior, deberá ser en zona segura y sin riesgo de incendio o explosión. Se instalarán en locales o edificios de uso exclusivo para el centro de transformación. La puerta de acceso al transformador deberá estar enclavada con el seccionador de puesta a tierra de la celda de Alta Tensión correspondiente y con el interruptor de acometida de Baja Tensión.

Los transformadores deben ser capaces de funcionar en servicio continuo, y estarán diseñados para soportar la intensidad que corresponda a la potencia nominal con la tensión más desfavorable, así como las solicitaciones térmicas producidas por un cortocircuito externo en bornas, de acuerdo con las condiciones indicadas en la norma UNE-EN 60.076.

Los transformadores deberán cumplir con el RCE vigente y con la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a las pérdidas de transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.

El nivel medio de ruido de los transformadores medido no debe exceder del valor indicado en la hoja de datos de los transformadores.

La medida de las descargas parciales se debe realizar según se indica en la Norma UNE-EN 60.076-11.

El máximo nivel de descargas parciales debe ser de 10 pC.

El transformador estará dimensionado para disponer de una reserva de potencia mínima del 25% respecto a la carga de operación nominal.

El transformador estará dimensionado s/UNE-EN 60.076 para una temperatura ambiente:

- Máxima: 40ºC
- Media diaria: 30ºC
- Media anual: 20ºC

En caso de instalación en interior, la ventilación del local deberá disipar la totalidad de las pérdidas del transformador.

3.3.3 Componentes

- Núcleo

  La chapa magnética será construida de alto grado, bajas pérdidas, “non-ageing”, alta permeabilidad, laminada en frio y de laminado de acero de grano orientado.

  La unión de las culatas con las columnas será imbricada, es decir se realizan a base de chapas intercaladas con montaje Step Lap de modo que se favorece el flujo magnético, la

reducción de la corriente de vacío y ruido, confiriendo una buena rigidez mecánica al núcleo.

El núcleo deberá estar barnizado para impedir la acción de ataque de la humedad y de los agentes de corrosión durante la vida del transformador.

El núcleo y prensaculatas que sean metálicos estarán puestos a tierra en un solo punto.

- Bobinados

El bobinado de alta tensión se deberá realizar por lo general en hilo de aluminio o de cobre aislado. Para intensidades elevadas, el bobinado se realizará con la tecnología de "bandas", permitiendo un gradiente de tensión entre espiras muy débil y una capacidad en serie más uniforme en la bobina.

El bobinado será encapsulado y moldeado bajo vacío en una resina de clase F cargada e ignifugada.

El bobinado de baja tensión se realizará en banda de aluminio o de cobre. La banda estará separada por una película aislante de clase F preimpregnada en resina de epoxy reactivable en caliente.

El conjunto del bobinado deberá poseer:

  - Gran resistencia a las agresiones de la atmósfera industrial
  - Excelente resistencia dieléctrica
  - Buena resistencia a los esfuerzos radiales del cortocircuito franco

El montaje completo será reparable.

El calentamiento máximo de los arrollamientos obtenido en el ensayo no será superior a 100 K en el caso de aislamientos de clase térmica F.

En caso de incendio, los humos o vapores que puedan desprenderse no deben ser tóxicos ni químicamente agresivos.

Los aislantes deben ser de alta resistencia mecánica y eléctrica ante cortocircuitos.

Los soportes de sujeción del bobinado tendrán la suficiente flexibilidad y la vez solidez, de forma que permitan absorber, sin que se produzcan esfuerzos mecánicos localizados, las dilataciones provocadas por el calentamiento-enfriamiento de los bobinados.

- Cuba (transformadores de aislamiento líquido)

La cuba deberá ser de llenado integral, sellada herméticamente y sin depósito de expansión.

Deberá existir una distancia mínima de 90mm entre cualquier parte activa de A.T. y la tapa del transformador.

La cantidad de líquido aislante será como máximo de 600 litros.

El líquido aislante utilizado deberá estar clasificado como líquido de clase K según la Norma UNE-EN 61.100.

Se podrán emplear ésteres orgánicos sintéticos o ésteres naturales vegetales, que sean compatibles con todos los materiales aislantes que se utilizan en la construcción de los transformadores convencionales.

Se dispondrá de un relé de protección integral, para el control de presión interna de la cuba, control de temperatura del dieléctrico, nivel de aceite y detección de gases.

- Envolvente

La envolvente será metálica, tipo elástica. Contará con un tratamiento superficial adecuado para proteger al equipo frente a la corrosión, agentes atmosféricos, insolación e impactos.

El sistema de protección contra la corrosión deberá cumplir los requisitos especificados en el apartado de ensayos de la norma UNE 21.428-1, cumpliendo mínimamente un nivel para la corrosividad atmosférica C3 con un grado de durabilidad M. El fabricante presentará en la recepción el protocolo de ensayo correspondiente de placa-muestra utilizando un procedimiento de ensayos normativo.

Los transformadores secos podrán ser IP-00 (sin envolvente), pero deberán estar protegidos contra contactos directos. Se instalarán en locales o edificios de uso exclusivo para el centro de transformación.

- Conexiones

Las conexiones de BT se realizarán en los terminales, localizados en la parte superior de los arrollamientos y en el lado opuesto a las conexiones de AT.

Las salidas de cada bobinado BT se deberán componer de terminales de conexión de aluminio estañado o de cobre, permitiendo realizar cualquier conexión sin tener que recurrir a una interfase de contacto (grasa, bimetal).

En el caso de transformadores con aislamiento líquido, los pasatapas de Baja Tensión cumplirán lo indicado en la norma UNE-EN 50.386.

Las conexiones de AT se realizarán por la parte superior del transformador. Cada terminal será perforado para permitir la conexión por un sistema tornillo-tuerca.

En el caso de transformadores con aislamiento líquido, los pasatapas de Alta Tensión cumplirán lo indicado en la norma UNE-EN 50.180.

Los terminales se fabricarán de tal manera que puedan ser compatibles tanto para cobre como aluminio.

En caso de realizar las conexiones mediante barras blindadas, se incluirán las pletinas y accesorios necesarios.

- Tomas de regulación

  El arrollamiento primario deberá estar provisto de tomas que permitan variar la relación de transformación en los escalones definidos.

  Las tomas de regulación actuarán sobre la tensión más elevada para adaptar el transformador al valor real de la tensión de alimentación y se realizará por puentes de conexión, estando el transformador sin tensión. Estos puentes serán rígidos, formados por barritas metálicas.

  Sus posiciones deben estar marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

- Pantallas electrostáticas

  Los transformadores llevarán incluidas pantallas electrostáticas para permitir la reducción de interferencias de alta frecuencia.

- Ventilación forzada

  En caso de considerar necesaria la instalación de ventilación forzada para evitar calentamientos excesivos en los arrollamientos con sobrecargas temporales, se instalarán ventiladores centrífugos colocados en la parte inferior de los transformadores.

  Podrán actuar por alta temperatura de los devanados o por alta temperatura de la sala.

  Se incluirá una caja de interconexión en la que se concentrarán las alimentaciones a los ventiladores.

- Placa de características

  Los transformadores estarán previstos de una placa de características, de material resistente a la corrosión, fijada en un lugar visible desde el exterior, comprendiendo los datos indicados en la norma UNE-EN 60.076.

- Autoválvulas

  Se instalarán autoválvulas fase-tierra para el lado de AT (lado superior), sobre el propio transformador, conforme a la norma IEC 60.099-4, y se respetarán las distancias de aislamiento correspondientes.

  Se dispondrá de un contador de descargas de hasta 999.

  Será responsabilidad del suministrador la definición de las autoválvulas que mejor se adapten a los transformadores suministrados y su protección.

- Protección térmica

  Se instalará un dispositivo de control y medida formado por 3 sondas PT100 que protegerán al transformador contra sobrecargas térmicas colocados en cada fase y en el arrollamiento de menor constante de tiempo térmica.

  La instalación de las sondas se realizará de forma que puedan sustituirse de forma sencilla en caso de avería. Se incluirá una caja de interconexión que hará de interface entre las sondas y el relé de protección. Irán cableadas al módulo de sensor de temperatura del relé de protección, situado en las celdas de alta tensión.

  El relé de protección permitirá visualizar el valor de temperatura en tiempo real y gradualmente desde 0 hasta los 200 ºC.

  Este relé permitirá programar la temperatura de alarma y la temperatura de disparo para la protección del transformador. También deberá facilitar la temperatura instantánea y temperatura más elevada de las fases del transformador.

  El equipo deberá disponer de salidas cableadas o comunicadas con el relé de protección de la celda correspondiente, de forma que éste reciba las señales correspondientes a las medidas de temperatura (incluyendo alarma y disparo), así como el fallo de las sondas o de la alimentación eléctrica del relé de temperatura.

- Equipos auxiliares y accesorios

  El equipo del transformador estará formado por los siguientes accesorios:

  - 4 ruedas planas orientables
  - 4 cáncamos de elevación
  - berturas de arrastre sobre el chasis
  - 2 tomas de puesta a tierra

- 1 placa de características en acero inoxidable (situado en el lado de MT)
- 1 señal de advertencia de “peligro eléctrico”
- Válvula de vaciado y tapón de llenado (transformadores de aislamiento líquido)

3.4 GRUPOS ELECTRÓGENOS

3.4.1 Características generales

Los grupos electrógenos deberán cumplir los requisitos de potencia en emergencia ESP (según ISO 8528) en función de las necesidades de la instalación.

Los grupos serán aptos para instalación en intemperie.

Fabricante Caterpillar, Electra Molins, Himoinsa o similar.

Características eléctricas:

- Tensión nominal: 400Vca
- Margen de ajuste de tensión: ± 5%
- Precisión de la tensión en régimen permanente: ± 1%
- Variación de frecuencia en régimen permanente: ± 0,5%
- Conexión en estrella
- Factor de potencia > 0,8
- Clase de aislamiento H
- Corriente de cortocircuito sostenida: 3xIn (durante 10s)
- Sobrecarga admisible: 10% 1h cada 12h
- Carga media <70% PRP durante 24h

El grupo electrógeno se conectará a través de una toma de conexión específica o de una caja de interconexión en función de las características de la instalación, según se indica en el punto **3.6.4.11 Acometida general para pequeñas instalaciones (Bombeos, depósitos, aliviaderos, etc…) con Grupo Electrógeno sin Conmutación Automática.**. Siempre que sea posible, este punto de conexión estará ubicado en el exterior del muro perimetral de la instalación, evitando así introducir el grupo en el interior de la instalación.

En caso de un grupo fijo en la instalación este se conectará sin toma de conexión específica al cuadro eléctrico de la instalación.

El equipo contará con un pulsador de paro de emergencia. Al accionarlo se producirá el paro inmediato del grupo en cualquier modalidad de funcionamiento.

En zonas residenciales, se requerirá que el nivel sonoro no supere una presión acústica LpA (dBA a 10 metros) de 75 dBA y una potencia LwA menor de 105, según directiva 2005/88/CE.

3.4.2 Diseño y componentes

El alternador deberá ser sin escobillas, autoexcitado y autorregulado. Dispondrá de su propio sistema de refrigeración por medio de un ventilador centrífugo alojado en el eje de la máquina.

El motor contará con una resistencia calefactora controlada por termostato para evitar la condensación en el interior del equipo.

El conjunto de motor y alternador se fijará sobre una bancada de acero por medio de unos aisladores de vibraciones.

El sistema eléctrico del motor se alimentará con baterías de plomo u opcionalmente de níquel-cadmio. La tensión de éstas será de 12 o 24 voltios, dependiendo del motor diésel.

Se dispondrá de un cargador de baterías alimentado a 230Vca para asegurar la carga de la batería durante los períodos en los que el grupo permanezca parado.

La alimentación de combustible del motor se efectuará desde un depósito integrado en la bancada del mismo grupo o desde un depósito exterior. El depósito llevará incorporado un detector eléctrico de nivel cableado al cuadro del grupo.

En caso de disponer de un depósito de gasóleo externo, se incluirá una bomba para el trasiego automático de combustible (preferentemente), o, en su defecto, para conectar a la entrada de la aspiración de la bomba de gasóleo del motor (mediante válvula de 3 vías).

El neutro del grupo deberá conectarse a una tierra independiente de la tierra de masas y del neutro de la red. Se incluirá dentro del alcance del suministro una pica con grapa y cable de tierra.

Cuando el grupo se conecte en paralelo con la red, debe desconectarse la puesta a tierra del neutro. Para realizar esta función se deberá disponer de un seccionador de puesta a tierra del neutro del grupo.

Cuando el grupo esté en funcionamiento, el seccionador debe estar siempre cerrado. Sólo debe desconectarse durante la maniobra de transferencia de carga sin corte.

3.4.3 Sistema de control y conmutación

El equipo de control de conmutación detectará el fallo del suministro eléctrico de la red o una orden remota de puesta en servicio del grupo. Seguidamente, dará una señal para el arranque y, una vez recibe la señal de grupo disponible, dará la orden para realizar la conmutación.

Al recuperar la tensión de red, dependiendo del sistema de control del grupo, se transferirá la carga con o sin paso por cero y se dará la orden de paro del grupo.

El equipo contará con puerto de comunicaciones y display gráfico.

3.4.4 Funciones de protección

El equipo deberá disponer como mínimo de las siguientes protecciones:

- Parada por alta temperatura de refrigerante
- Parada por baja presión de aceite
- Parada por baja presión de refrigerante
- Enclavamiento por bajo nivel de gasóleo
- Parada de emergencia

3.4.5 Sincronización y Control de Grupos de Emergencia

En los grupos de emergencia con sincronización y retorno a la tensión de red sin paso por cero, incluirán un cuadro de control con un PLC por cada grupo dónde se incluirán los siguientes equipos:

- Sistema de medida y protección

  Equipo multifunción de protección integral del generador, con salidas analógicas y relés parametrizables, con protocolo de comunicaciones Modbus RTU, Modbus TCP/IP, … incluyendo las siguientes funciones de medida y protección:

  - Medida de los parámetros eléctricos del grupo diésel:
    - La tensión de las barras en las tres fases
    - La frecuencia de barras
    - El coseno de phi
    - La potencia activa, reactiva y aparente
    - El contador de horas de funcionamiento
    - La tensión de generador en las tres fases

        - La intensidad del generador en las tres fases
        - La frecuencia del generador
        - La potencia activa del generador
        - El cos de phi del generador
    - En caso necesario, funciones de reparto de carga entre grupos
    - Protección de sobrevelocidad automática independiente del controlador de velocidad
    - Funciones de sincronización del grupo diesel
    - Control de interruptor de generador (alternador)
    - Control del arranque y parada del moto-generador, en manual, automático y test
    - Vigilancia de las alarmas mecánicas de temperatura, presión, nivel, velocidad de motogenerador
    - Control de velocidad y sincronismo. En caso necesario control de carga en isla o en paralelo con otro grupo y reparto de cargas activas y reactivas.
    - Protección eléctrica de generador (alternador) y vigilancia de tensión de barras, incluyendo las siguientes protecciones, (27, 32, 46, 50, 51, 87G, 50N, 51N, 25A, 81m, 81M, 40, 59)
    - Display del tipo alfanumérico para la visualización de parámetros, eventos, alarmas, medidas y estados.
    - Selección de prioridad como base / reserva y parametrización de las potencias de la red y propia que lo arranca o para.
    - Interface de comunicaciones con el PLC, ampliaciones de I/O y para funciones de monitorización. (Modbus RTU, Modbus TCP/IP, Profibus, …)
    - Comunicación con panel local de control de grupos

- Sistema de regulación y sincronización
  El sistema deberá estar constituido por:
    - Unidad de sincronismo automática del grupo.
    - Unidad de regulación de la velocidad y del reparto de carga
    - Unidad de bloqueo de sincronización para la protección y vigilancia de acoplamientos fuera de sincronismo con igualación de frecuencia y deslizamiento

- Unidad con funcionalidad de regulación de potencia activa y reactiva

Modelo EasyGen 3500 de Woodward o similar.

- Vigilancia y control

Para el mando, control y vigilancia de los defectos y estados de cada grupo electrógeno se deberá incluir mínimamente las siguientes vigilancias:

- Vigilancia de tensión nominal del generador
- Vigilancia de frecuencia nominal del generador
- Vigilancia tacométrica

En caso necesario, existirá un cuadro de control con un PLC común para el control de varios grupos de emergencia que dispondrá de un equipo para sincronización automática y comprobación de condiciones de sincronismo y tensión, especialmente concebido para interconexión de redes independientes, para asegurar que las tensiones a ambos lados del interruptor cumplen las condiciones predefinidas de magnitud, fase y frecuencia, o comprobar que se conecta sobre barra muerta. Dispondrá de tensión de medida 100/110 V 50 Hz y tensión admisible continuada de 2xUn.

Las señales de subir/bajar frecuencia y subir/bajar tensión se conectarán al PLC común, el cual se encargará de actuar sobre los grupos para conseguir las condiciones de sincronismo.

El equipamiento para sincronización incluirá:

- Sincronoscopio equipado con relé de bloqueo de sincronización
- Unidad de sincronización automática Woodward SPMD o similar, compatible con el sistema de regulación de velocidad de los grupos
- Maniobra de sincronismo automática
- Conjunto de relés auxiliares de maniobra
- Función de comprobación de tensión
  - Nivel alto: 0,5 – 1,2 Un
  - Nivel bajo: 0,1 – 0,8 Un
- Función de sincronismo
  - Rango de tensión de sincronización: 0,02 -0,4 Un

- Rango de frecuencia de sincronización: 0,02 -0,5 Hz
- Rango de sincronización 5 … 50º
- Tiempo de operación a alimentación: 160 ms
- Tiempo de operación orden de cierre: 0,05 … 0,25 s

Modelo SPM-D10 de Woodward o similar.

3.5 ACOMETIDAS ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN

Las acometidas en baja tensión desde redes de distribución públicas se realizarán de acuerdo a lo indicado en el Reglamento de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, además de las especificaciones de la compañía eléctrica distribuidora.

Se dispondrá de los equipos de protección y medida requeridos según la normativa mencionada. El punto de interconexión con la red estará determinado por la empresa distribuidora.

3.6 CUADROS DE BAJA TENSIÓN Y CAJAS DE MANDO

3.6.1 Diseño, materiales y Fabricación

Se describe a continuación las características y requisitos técnicos exigidos de los diferentes equipos constitutivos de los cuadros eléctricos, así como a los dispositivos e instrumentos auxiliares incorporados dentro del mismo. Además de lo aquí descrito, se seguirán las recomendaciones de los fabricantes de cuadros y aparamenta en la fabricación de los mismos.

3.6.1.1 Cuadros eléctricos de interior

Cumplirán con lo especificado en las normas UNE-EN / IEC 61.439-1. Las características principales serán las siguientes:

- Instalación ..... Interior
- Tensión asignada ..... en función de la instalación
- Frecuencia ..... 50 Hz
- Intensidad asignada ..... s/ esquemas
- Intensidad asignada de corta duración ..... s/instalación y mínimo 50kA/1 sg

- Forma .....1/2b/3b/4b (en función de la instalación)
- Tensión auxiliar de mando:
    - Forma 3b/4b ..... 230 Vca, 48 Vcc (tensión segura)
    - Forma 1/2b .....230 Vca, 24 Vca, 24 Vcc (tensión segura)
- Tensión auxiliar servicios cuadro ..... 230 Vca
- Sistema de neutro .....en función de la instalación (TT / TN)
- Color .....RAL 7035
- Acometida ..... Cable (inferior) o barras (superior)
- Grado de protección:
    - Forma 3b/4b ..... IP54 (según UNE-EN 60.529)
    - Forma 1/2b ..... IP55 (según UNE-EN 60.529)
- Grado de resistencia a impactos .....IK10 (según UNE-EN 62.262)

Fabricación:

- Forma 3b/4b: Schneider Prisma, Siemens Sivacon u otro de similares características.
- Forma 1/2b: Himel o Siemens u otro de similares características

Los cuadros estarán constituidos por una envolvente metálica, y albergarán en su interior toda la aparamenta eléctrica. De espesor no inferior a 1,5 mm, con estructura, zócalo, puertas, tapas de acero y compartimentos interiores metálicos. Los bastidores fijos serán de la rigidez adecuada y los paneles tendrán posibilidad de extracción.

Dispondrá de refuerzos y medios necesarios para proporcionar la adecuada rigidez y resistencia del panel, tanto en las condiciones normales de operación como en las de transporte y montaje.

En funcionamiento normal, el cuadro tendrá acceso por la parte frontal mediante puertas. Los paneles laterales, posteriores y superiores estarán firmemente sujetos a la estructura mediante tornillería.

Las puertas irán equipadas con bisagras interiores, manillas provistas de cerraduras (con llave común), con sistema de cierre de tres puntos y junta de neopreno. La apertura mínima de la puerta será de 110°.

En todas las instalaciones que sea preciso el suministro de un cuadro de control asociado a un cuadro eléctrico de fuerza y siempre que sea posible, se establecerá un cubículo o modulo independiente del cuadro eléctrico para los equipos de control y comunicaciones. Este módulo será de forma 1, tendrá puertas de acceso de cristal por el frente y puerta ciega en el fondo, en el caso de que dispongan de acceso posterior.

En caso de que el cuadro de control y comunicaciones sea un armario independiente del cuadro eléctrico (situación a evitar en la medida de los posible), el módulo o módulos que lo constituyan tendrán una envolvente de las mismas características, dimensiones, acabado, pintura, etc. que la envolvente del armario eléctrico.

Dispondrán de los soportes necesarios para la fijación de elementos frontales, interiores, regleteros de bornas, canaleta de cables, etc. Dichos soportes serán atornillados y permitirán de una forma rápida la sustitución del cualquier equipo.

Normalmente, la entrada de cables exteriores será por la parte inferior, por lo que se dispondrá de espacio para el conexionado de dichos cables.

Se dispondrán los equipos en el interior de la envolvente de forma que se cumpla el ensayo de verificación de las propiedades dieléctricas.

En ningún caso se permitirá que para cambiar un equipo o acceder a sus conexiones se tenga que desmontar otro equipo.

En el caso de cubículos extraíbles, todos los equipos que realicen funciones similares serán intercambiables.

Los cuadros estarán diseñados para ser atornillados a un bastidor. Estos bastidores forman parte del suministro.

Los cuadros dispondrán de unas condiciones estructurales que aseguren la protección de personas contra los contactos directos. Se dispondrá de barreras que eviten la posibilidad de tocar partes en tensión al ir a realizar una maniobra sobre un dispositivo de protección o control.

Para acceder al embarrado será necesaria la utilización de herramientas o se dispondrá de un sistema de enclavamiento que dispare todos aquellos dispositivos de protección a través de los cuales puede llegar tensión a la barra.

En el caso de los cuadros tipo 3b/4b, no se podrá acceder a los bornes o terminales de conexión con los equipos exteriores sin la utilización de herramientas o se dispondrá de un sistema de

enclavamiento que evite el acceso a los mismos con posibilidad de riesgo de contactos con puntos en tensión.

No se podrán utilizar las puertas como barreras de protección, si la simple apertura de la misma, con o sin llave, permite el acceso a puntos en tensión.

Deberá existir una selectividad total frente a sobrecargas y cortocircuitos. El fabricante deberá justificar que el aparellaje seleccionado cumple con la selectividad exigida.

En todos los casos, los cuadros tienen que estar diseñados para soportar los esfuerzos dinámicos y térmicos a los que van a estar sometidos, tanto en funcionamiento normal, a las intensidades y tensiones asignadas, como en caso de falta, del tipo que sea.

En caso necesario, en función de la instalación a realizar, los cuadros deben asegurar la integridad de las personas, incluso con la falta más severa, de modo que no pueda haber proyecciones de elementos sólidos, puertas, paneles, etc. ni proyecciones de gases no canalizadas, ni tensiones diferidas no controladas, ni temperaturas inadmisibles.

Se valorará muy positivamente el diseño de mecanismos liberadores de presión en caso de arco interno producido en cualquiera de los compartimentos del cuadro.

Los cuadros podrán ser ampliados por ambos extremos.

El zócalo del cuadro irá apoyado y atornillado sobre una estructura metálica continua formada por perfiles UPN 100.

Debido a las dimensiones del cuadro, este podrá venir fraccionado por partes, las cuales se unirán en obra. Se procurará el menor número de divisiones posibles, compatibles con el transporte y manejo de las partes.

Se dispondrán etiquetas de identificación en castellano en el frente y parte posterior de cada columna del cuadro, así como, en cada interruptor y elemento que figure en el frente.

Las etiquetas de identificación serán de plástico laminado de color blanco con letras y números de 6 mm de altura grabadas en negro. El etiquetado deberá ser realizado de manera informática evitando los textos escritos “a mano”. Estarán fijadas al cuadro mediante remache plástico o tornillo.

Los elementos auxiliares se identificarán internamente de acuerdo con los esquemas desarrollados y con rótulos que no se borren o desprendan. Se identificará doblemente; sobre elemento y sobre placa o estructura de montaje.

Se incluirá una placa de características con todos los datos principales de identificación del Cuadro de Baja Tensión en el frontal del cuadro de manera visible.

Se proveerá al cuadro de resistencias de caldeo, ventilación (en caso de ser solicitado), termostatos e iluminación interior y final de carrera en puerta. El fabricante considerará el número de estos elementos en función de su diseño. Todos estos circuitos irán protegidos por los interruptores magnetotérmicos y/o diferenciales con protección en las fases necesarios.

Se dispondrá de un 20 % de superficie de reserva, entendiéndose como tal, la superficie destinada a reserva y no considerándose los restos de panel no ocupado en el montaje.

La envolvente exterior de los cuadros eléctricos dispondrá de una toma de tierra, asegurando la continuidad de esta toma a través de todos sus elementos.

Los cuadros dispondrán de un elemento portaplanos con los planos eléctricos funcionales de cada uno de ellos.

Tipos de cubículos en cuadros forma 3b/4b

- Acometida y acoplamiento

  Estarán equipados con interruptores automáticos tripolares o tetrapolares en montaje extraíble y corte al aire con mando mecánico y eléctrico.

  En el cubículo de acometida se incluirán 3 transformadores de intensidad para la medida de la intensidad de entrada. En caso necesario se incluirán 3 transformadores de tensión para la medida de la tensión de entrada.

- Salida

  Estarán dotados de interruptores automáticos tripolares o tetrapolares, además de relés o interruptores diferenciales. El tipo de mando (motorizado o manual) y montaje (fijo o extraíble) estará condicionado al tipo de carga a alimentar, según lo indicado en el punto 3.6.4 Aparellaje de los cuadros eléctricos.

- Alimentación a cargas internas

  En general dichas cargas (iluminación, ventilación, control) dispondrán de interruptores automáticos con protección en las fases.

- Barras

  Las barras principales estarán ubicadas en la parte superior, y distribuyen la potencia a las diferentes secciones que componen el cuadro. Las barras de distribución estarán colocadas

verticalmente en columna en la parte trasera de los cubículos de maniobra y distribuyen la potencia a los interruptores de panel.

- Cables

  El compartimento de cables se situará en la parte posterior de las columnas y se accederá a ella mediante portezuelas atornilladas desmontables.

Cuadro General de Baja Tensión (Interruptor general próximo al lado de baja tensión del transformador de potencia)

En toda instalación con centro de transformación propio se deberá disponer de un cuadro que albergará la aparamenta de protección de baja tensión, de acuerdo a lo indicado en la ITC-RAT-09. Este cuadro cumplirá con los requisitos descritos anteriormente, pudiendo tratarse de un cuadro de dimensiones adecuadas y montaje mural y estará ubicado lo más cerca posible del transformador. Tal y como se indica en el capítulo 3.3 TRANSFORMADORES DE POTENCIA, este dispositivo estará enclavado con la puerta de acceso al transformador.

Racks de comunicaciones

Cumplirán con lo especificado anteriormente y serán de las siguientes características:

- 19 pulgadas 42U
- 750 mm ancho x 1070mm fondo x 1991mm alto o medidas similares
- Posibilidad de enracado también mediante carril DIN
- Puertas metálicas perforadas o transparentes. (Nota 1)
- Color negro

El armario rack de comunicaciones albergará todos los elementos de seguridad y comunicaciones con todo debidamente etiquetado.

Además del acceso frontal por puerta tendrán también acceso posterior, mediante puertas divididas.

Dispondrán de cerradura electrónica para apertura de puerta del rack mediante tarjeta electrónica. Se deberán suministrar al menos 10 llaves electrónicas (estos criterios podrán ser revisados durante la ejecución y puesta en marcha del proyecto). Además, incluirá llave maestra para apertura de rack convencional.

Incluirán pasahilos metálicos, no de cepillos, paneles patch panels de UTP, categoría 6, paneles patch panels de fibra óptica monomodo y multimodo, latigillos de fibra óptica, etc..en cantidad necesaria para la correcta instalación interior de todos los elementos.

Los planos y esquemas típicos del rack de securización se incluyen en el capítulo "2 - PLANOS Y DOCUMENTOS".

Incluirá un sensor de temperatura del tipo TH2E con las siguientes características principales:

- Medidas de temperatura, humedad y punto de rocío
- Conexión LAN
- Interfaz web interno
- Logging inteligente de los valores de las medidas
- Envío a un servidor externo de los datos medidos
- Envío por correo electrónico de alerta de umbrales establecidos
- Comunicaciones: TCP, SNMP, e-mail, MODBUS TCP, XML, HTTP GET, etc.

Se incluirá la programación necesaria para integrar los nuevos sensores de temperatura con el resto de las sondas instaladas en una aplicación web desarrollada por el CABB

Se dispondrá de un 20 % de superficie de reserva, entendiéndose como tal, la superficie destinada a reserva y no considerándose los restos de panel no ocupado en el montaje.

Nota 1: En instalaciones dónde la sala donde se va a ubicar el Rack de comunicaciones tenga en mayor o menor medida una atmosfera corrosiva que pueda afectar a los equipos de comunicaciones que incorpora este rack, la envolvente será de unas características que impidan la afección de esta atmosfera y además tendrá en cuenta las solicitudes térmicas de los equipos que engloba. Se debe considerar una envolvente que cumpla ambos condicionantes.

3.6.1.2 Cuadros eléctricos de intemperie

Las características principales serán las siguientes:

- Instalación .....Exterior
- Tensión de asignada ..... 400 V ca
- Frecuencia ..... 50 Hz
- Intensidad asignada .....s/ esquemas

- Intensidad asignada de corta duración ..... 36kA/1 sg
- Tensión auxiliar de mando .....230 Vca, 24 Vca, 24 Vcc (tensión segura)
- Tensión auxiliar servicios cuadro ..... 230 Vca
- Sistema de neutro .....TT
- Forma 1
- Acometida cables .....Inferior
- Grado de protección ..... IP55(según UNE-EN 60.529)
- Grado de resistencia a impactos .....IK10 (según UNE-EN 62.262)

En general los nuevos cuadros eléctricos de intemperie serán fabricados en hormigón, de dimensiones normalizadas y adecuadas, con puerta de PRFV (Poliéster reforzado con fibra de vidrio) o metálica. La puerta se suministrará con retenedor y cerradura normalizada. La placa de montaje será de acero galvanizado.

Albergaran en su interior toda la aparamenta eléctrica y de control necesaria para el correcto funcionamiento de la instalación.

Al ser armarios de control y fuerza, dentro del cuadro deberá quedar claramente diferenciada la zona destinada a la aparamenta de fuerza (CCM) de la zona destinada al hardware de control, evitando en cualquier caso mezclar dentro de la misma zona aparamenta de fuerza con hardware de control.

Igualmente, se deberán organizar los cables a través de las canaletas, de tal manera que no se mezclen cables de fuerza con cables de control en la misma canaleta.

Se dispondrá de un 20 % de superficie de reserva, entendiéndose como tal, la superficie destinada a reserva y no considerándose los restos de panel no ocupado en el montaje.

3.6.1.3 Cajas de mando

Sera de montaje mural, fabricado en poliéster reforzado con fibra de vidrio de aislamiento total, según UNE-EN 60.529.

- Instalación .....Exterior/Interior
- Grado de protección IP65/IP55

- Acometida de cables..... en función de la instalación

Dispondrán de una puerta en la cual se realizarán los correspondientes perforados para los pulsadores de mando y contendrán los pulsadores y manetas de mando necesarias para el control local.

Los pulsadores serán de 9 mm ∅ y tendrán un bloque de contactos con 1 contacto NO, exceptuando el de paro que tendrá 1 contacto NC. Los bornes serán de enchufe (faston).

En casos excepcionales y si así se solicita podrán albergar también un panel de operador para el control local de la instalación.

3.6.1.4 Cajas de interconexión

Serán de material aislante de baja emisión de humos tóxicos y no propagador de la llama en caso de incendio con tapa del mismo material y tendrá taladros troquelados semicortados para las entradas de tubos en las cuatro caras.

Las dimensiones mínimas serán de 100x100x40 mm.

Las cajas para instalación empotrada serán de material sintético antihumedad con junta de estanqueidad IP55 según DIN 40.050, dotada de regleta de bornas y prensaestopas y con borne de puesta a tierra conectado a la red de tierras.

El grado de protección que se exigirá será IP 55 según norma UNE-EN 60.529.

El montaje será en pared, o en su defecto en soporte metálico tipo pie.

3.6.1.5 Cajas ATEx

Características técnicas exigibles:

- Certificación ..... II 2G EEX e II T5 IP66
- Instalación ..... zona 1
- Grupo de gases ..... IIA-IIB
- Grado de protección ..... IP66 (según norma UNE-EN 60.529)
- Material ..... …… Aluminio marino libre de cobre y tornillos exteriores de acero inoxidable
- Dimensiones mínimas ..... 130x130x90 (mm)

3.6.2 Embarrados

Los embarrados serán de cobre electrolítico de alta conductividad estirado en frío. Estarán soportados y diseñados convenientemente para soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos a los que puedan estar sometidos, a una distancia tal que no existan resonancias a la frecuencia de red. Se prestará especial atención a la unión entre barras, con soluciones probadas, con el fin de asegurar una buena superficie de contacto y evitar concentraciones locales de calor.

El embarrado se colocará en la parte superior de los cuadros en toda su longitud y deberá estar protegido contra contactos directos mediante pantalla de metacrilato o similar.

No se admitirá el uso de repartidores de tensión para el cableado de fuerza de 230/400Vca, excepto en los casos en los que no sea posible instalar embarrado.

La barra de tierra estará dimensionada para soportar la corriente de falta a tierra mientras actúa la protección correspondiente. Todos los paneles, los instrumentos y las puertas deberán estar conectados a la barra de tierra.

Será posible comprobar su unión con la red general de tierras sin interrumpir el servicio del cuadro.

3.6.3 Cableado interno (Cables y canales)

Todos los cables de fuerza en el interior del cuadro serán de cobre, unipolares, de tensión nominal 0,6/1 kV, flexible, clase 5, con características de rápida extinción de la llama, no propagadores de incendios y libre de halógenos, tipo RZ1-K (AS).

Todos los cables de control en el interior del cuadro serán de cobre, unipolares, de tensión nominal 750 V, flexible, clase 5, con características de rápida extinción de la llama, no propagadores de incendios y libre de halógenos, tipo H07Z1-K.

Los cables de control tendrán una sección mínima de 1,5 mm2.

Los cables que alimentan bobinas de interruptores y la conexión a los toroidales, 2,5 mm2.

Los cables de protección o medida de tensión 4 mm2.

Los cables de protección o medida de intensidad 6 mm2.

El transformador toroidal se cableará con cable apantallado si estuviese dentro del cuadro. Si el toroidal se montara en zanja fuera del cuadro será de cobre libre de halógenos, armado o sin armar según el tipo de instalación.

Para señalizar los distintos circuitos se deben utilizar obligatoriamente el siguiente código de colores para los conductores unipolares:

COLOR	TIPO DE CIRCUITO
Azul claro	Neutros de circuito de potencia
Negro	Conductores activos de circuitos de potencia en c.a y c.c.
Rojo	Circuitos de mando en corriente alterna
Blanco	Circuitos en 24 V.c.a.
Azul	Circuitos de mando en corriente continua
Naranja	Circuitos de enclavamiento de mando alimentados desde una fuente externa de energía.
Amarillo/Verde	Conductores de protección (Tierra)

Para los conductores tripolares:

COLOR	TIPO DE CIRCUITO
Negro	Conductores Circuito de potencia

Excepciones previstas a la norma:

- Mangueras multiconductoras. En este caso deben ir obligatoriamente identificadas mediante marcas en los cables u otros colores.
- Dispositivos individuales con un cableado interno que son adquiridos como complementos.
- Conductores que, por su naturaleza, no disponen de aislante superficial del color normalizado. En este caso se deberá identificar claramente mediante inscripciones indelebles.

Todas las puntas de cable serán identificadas de forma clara e indeleble, que no se perderá al desconectar los mismos. El etiquetado deberá ser realizado de manera informática evitando los textos escritos “a mano”. La identificación se corresponderá con el punto de conexión representado en los esquemas eléctricos.

Existirán como máximo dos cables (puntas) por punto de conexión. Las conexiones en los puntos de conexión se deberán realizar siempre con punteras adecuadas en función del número de cables y la sección de estos.

Las punteras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y estañado resistente según norma DIN 46.228-4. Dispondrán de manguitos de plástico (poliamida o similar). Estos terminales se ajustarán al cable mediante la herramienta de crimpado adecuada.

En el caso de necesidad de conexión de varios cables en una misma borna de un aparato para realizar series en paralelo, se utilizará un único terminal o puntera, adecuado especialmente para diversos conductores, siendo el máximo permitido de 2 cables en una única puntera o terminal de cable.

Para el cableado de mando exterior hasta el interior de la envolvente deberán utilizarse obligatoriamente bornas de conexión o combinaciones base-clavija adecuadas.

Los canales de cableado interior de la envolvente deben ser de material aislante, tipo ranurado, libres de halógenos y con tapas fijadas a presión. Se deben poder acceder preferiblemente desde la parte delantera del armario para poder hacer modificaciones; caso de no ser así, será necesario prever el acceso al armario desde la parte posterior mediante puertas o tapas accesibles. Los canales deben prever un espacio libre para reserva del 25% de su volumen.

Los cables de interconexión de fuerza y de control deben ir por canaletas separadas. Se guiarán por canaletas todos aquellos cables de sección inferior a 10 mm2. Para secciones superiores los cables constituirán mazos convenientemente sujetos a la estructura para soportar los posibles esfuerzos electrodinámicos.

La separación de las fijaciones de las canaletas no debe ser superior a los 600 mm.

Se prohíben los empalmes de cualquier tipo entre conductores dentro de canales o conducciones, debiéndose disponer de bornas para estas conexiones debidamente colocadas fuera de los canales.

Cuando sea necesario derivar varios cables de un punto dado para su distribución se utilizarán colectores de barras, bornas puenteables o barras de distribución diseñados para soportar los esfuerzos mecánicos y térmicos de la intensidad de cortocircuito máxima previsible en dicho punto.

Dentro de cada regletero las bornas serán sustituidas por niveles de tensión, formando subregleteros.

Dichos colectores se deben disponer en grupos separados cuando existan colectores de mando y de potencia.

Se prohíbe el uso común del mismo colector para funciones de protección (tierra) y funciones de neutro. El colector de tierra debe ser perfectamente identificable y distinto de cualquier otro colector.

Todos los colectores de conductores activos deben estar protegidos mediante tapas o cubiertas, garantizándose un grado de protección mínimo IP2x.

En el caso de que no se puedan tapar estos colectores y estos queden al aire en el interior del armario y el acceso a ellos sea fácil mediante operaciones normales de mantenimiento, será obligatorio instalar un dispositivo en el interruptor general de energía de forma que este se manipule directamente desde el exterior del armario y de forma que mientras esté conectado (cuadro en tensión) las puertas de dicho armario estén bloqueadas en posición cerradas y que solo se puedan abrir cuando el interruptor general se encuentre en posición abierto (cuadro sin tensión).

Las mallas o cubiertas de los cables apantallados o blindados no podrán ser utilizados bajo ningún concepto como conductores de protección, aunque si deben estar conectados obligatoriamente a tierra.

Cableado de señales analógicas

Todas las señales analógicas se cablearán siempre con mangueras apantalladas con el nº de hilos correspondiente según el tipo de señal, poniendo la malla protectora en conexión a tierra por uno solo de sus extremos, habitualmente el extremo más cercano al punto común de puestas a tierra.

Para el caso de señales analógicas sensibles (señales de tensión 0-10V, ±10V, 0-5V, ±5V, etc.) es aconsejable utilizar mangueras de pares trenzados.

No se deben utilizar conexiones de cables de señales analógicas en modo común, debiendo ser todas las conexiones en modo diferencial para facilitar así la compatibilidad electromagnética.

Para las señales de x/1 A o x/5 A que deban salir del armario del equipo de medida se utilizaran bornas del tipo seccionables y cortocircuitables especiales para este tipo de señales de medida.

Cableado de señales digitales

Para el cableado de señales digitales se utilizará preferentemente cables unifilares o mangueras de varios colores, utilizando preferiblemente conductores de 0.5mm² de sección mínima y 1 mm² de sección máxima.

Todos los conductores unifilares se instalarán con cubierta de color normalizado azul oscuro para circuitos de señales de corriente continua y rojo para circuitos de señales de corriente alterna.

Se evitará en la medida de lo posible el paralelismo y las zonas o canales de paso común entre cableados de señales y cableados de potencia.

Se estandarizará como tensión de alimentación para circuitos de control la alimentación a 24V en corriente continua.

Cableado Ethernet

Se utilizará cable Ethernet industrial libre de halógenos, con 4 hilos de par trenzado, apantallado y categoría 5.

Fabr.: Siemens; Ref.: 6XV1871-2F, Schneider Ref.: BDCFH100 o similar.

Incluidos los conectores necesarios del tipo RJ45 con carcasa metálica robusta y tecnología de conexión rápida para cable de 2x2.

Fabr Siemens, Ref.: 6GK1901-1BB10, Schneider Ref.: TCSEK3MR2 o similar.

Cableado UTP

El cable UTP a instalar será del tipo industrial libre de halógenos, par trenzado y categoría 6. Deberá instalarse con un código de colores diferenciador, como el que se indica a continuación:

- Blanco.....para las conexiones con equipos IT
- Verde ..... para las conexiones con equipos OT
- Rojo ..... para las conexiones del FW principal
- Azul ..... para las conexiones del FW de backup

El cableado de parcheo utilizado será de una medida adecuada para que no esté muy tirante ni sobre demasiado, se estima que en la mayoría de las ocasiones valdrán cables de 2 metros aunque en ciertas ocasiones pueden ser necesarios también algunos de 1 ó 3 metros. El etiquetado de estos cables deberá ser realizado de manera informática evitando los textos escritos “a mano”.

3.6.4 Aparellaje de los cuadros eléctricos

En el diseño del cuadro se tendrá en cuenta la disponibilidad de espacio de reserva para posibles ampliaciones futuras, que será como mínimo de un 20% del total.

Para los diferentes tipos de acometidas y salidas, el aparellaje a montar es el siguiente:

3.6.4.1 Interruptor General de Baja Tensión (próximo al lado de baja tensión del transformador de potencia)

Estará equipado con:

- Para protección de transformadores de más de 1000 kVA, interruptor automático IV de caja moldeada o bastidor abierto (In>630A) y ejecución fija, intensidad de cortocircuito s/instalación y como mínimo 50 kA a 400 V, con capacidad de seccionamiento, mando motorizado, bobinas de apertura y cierre, enclavable en posición abierto, contactos auxiliares de posición, contacto de relé magnético actuado, contacto relé térmico actuado, cerradura de enclavamiento, cubre bornas y pantalla de aislamiento. Intensidad s/ esquemas

  Llevará asociado además un relé electrónico con curva regulable de característica inversa.

  Fabricante Siemens, Schneider, o similar

- Para transformadores de 1000 kVA o menor potencia, se podrán utilizar fusibles tipo NH, de intensidad de cortocircuito s/instalación y como mínimo 50 kA a 400 V. Se deberá disponer de bases portafusibles seccionables, o en su defecto se instalará un dispositivo de corte omnipolar. Intensidad s/ esquemas

  Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.

- Se suministrarán e instalarán los interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares o tripolares necesarios según los esquemas tipo definidos con contactos auxiliares de posición.

  Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.

- En caso necesario, relé diferencial regulable en sensibilidad y tiempo, con toroidal asociado y cable de conexión apantallado, para protección homopolar, alimentación auxiliar a 230 Vca, rearmable a distancia y contactos NC y NO, Clase A súper inmunizado.

  Modelo RGU de Circutor u otro tipo de similares características.

- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

<u>Cuadros tipo 3b/4b</u>

3.6.4.2 Acometida general cuadro forma 3b/4b

Estará equipada con:

- Protectores de sobretensión adecuados en la entrada. Para redes tipo TT, clase de exigencia C, Tipo 2, clase II N/PE, 4 polos y con aviso remoto. Estará protegido mediante fusibles.
- Interruptor automático IV de ejecución extraíble, intensidad de cortocircuito s/instalación y como mínimo 50 kA a 400 V, mando motorizado, bobinas de apertura y cierre, contactos auxiliares de posición (4NA+4NC), contador de operaciones, cubre bornas y pantalla de aislamiento. Tipo bastidor abierto para In>630A y caja moldeada para el resto de los casos. En caso de sustitución de equipo existente, se instalará el mismo tipo de interruptor. Intensidad s/ esquemas.

  Los interruptores de bastidor abierto deberán ser enclavables en las posiciones de abierto y extraído.

  Dispondrá de pulsadores integrados para la apertura y cierre del interruptor, así como selector local/remoto.

  Los interruptores de acometida desde transformador dispondrán de enclavamiento con cerradura.

  Llevará asociado un relé de protección con curva regulable de característica inversa. El relé deberá ser comunicable y dispondrá de protecciones de sobrecarga y cortocircuito.

  Existirá selectividad entre la entrada y las salidas, de forma que sólo dispare aquella cuando no funcionen las últimas.

  Fabricante Siemens, Schneider o similar
- Analizadores. En las acometidas se dispondrán de equipos trifásicos para las medidas eléctricas, montaje en panel. medida en dos cuadrantes, entradas de corriente aisladas, comunicación Ethernet.

  Fabricante Siemens, Schneider o similar
- Relé trifásico de vigilancia de tensión que detectará desequilibrio de tensiones, mínima y máxima tensión, secuencia de fases incorrecta. Tendrán posibilidad de temporización, bien por el propio relé o bien por relé temporizado externo.

  Fabricante Siemens, Schneider o similar
- En caso necesario, relé diferencial regulable en sensibilidad y tiempo, con toroidal asociado y cable de conexión apantallado, para protección homopolar, alimentación auxiliar a 230 Vca, rearmable a distancia y contactos NC y NO, Clase A súper inmunizado.

Modelo RGU de Circutor u otro tipo de similares características.

- Para los embarrados alimentados desde secundario en triángulo, se dispondrá de detectores de aislamiento, que darán una orden de disparo ante una falta.

  Fabricante Siemens, Schneider, o similar

- Se suministrarán e instalarán los interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares o tripolares necesarios según los esquemas tipo definidos con contactos auxiliares de posición.

  Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.

- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

3.6.4.3 Acoplamiento de barras cuadro forma 3b/4b

Estará equipada con:

- Interruptor automático IV de ejecución extraíble, intensidad de cortocircuito s/instalación y como mínimo 50 kA a 400 V, mando motorizado, bobinas de apertura y cierre, contactos auxiliares de posición (4NA+4NC), contador de operaciones, cubre bornas y pantalla de aislamiento. Tipo bastidor abierto para In>630A y caja moldeada para el resto de los casos. En caso de sustitución de equipo existente, se instalará el mismo tipo de interruptor. Intensidad s/ esquemas.

  Los interruptores de bastidor abierto deberán ser enclavables en las posiciones de abierto y extraído.

  Dispondrá de pulsadores integrados para la apertura y cierre del interruptor, así como selector local/remoto.

  Llevará asociado un relé de protección con curva regulable de característica inversa. El relé dispondrá de protecciones de sobrecarga y cortocircuito.

  Fabricante Siemens, Schneider o similar.

- Se suministrarán e instalarán los interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares o tripolares necesarios según los esquemas tipo definidos con contactos auxiliares de posición.

  Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.

- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

3.6.4.4 Salidas desde Centros de Distribución cuadro forma 3b/4b

- Interruptor automático tetrapolar de ejecución extraíble, intensidad de cortocircuito s/instalación y como mínimo 50 kA a 400 V, mando motorizado, bobinas de apertura y cierre, contactos auxiliares de posición (4NA+4NC), contador de operaciones, cubre bornas y pantalla de aislamiento. Tipo bastidor abierto para In>630A y caja moldeada para el resto de los casos. En caso de sustitución de equipo existente, se instalará el mismo tipo de interruptor. Intensidad s/ esquemas.

  Los interruptores de bastidor abierto deberán ser enclavables en las posiciones de abierto y extraído.

  Llevará asociado un relé de protección con curva regulable de característica inversa. El relé deberá ser comunicable y dispondrá de protecciones de sobrecarga y cortocircuito.

  Existirá selectividad entre la entrada y las salidas, de forma que sólo dispare aquélla cuando no funcionen las últimas.

  Dispondrá de pulsadores integrados para la apertura y cierre del interruptor, así como selector local/remoto.

  Fabricante Siemens, Schneider o similar

- Relé diferencial regulable en sensibilidad y tiempo, con toroidal asociado y cable de conexión apantallado, para protección homopolar, alimentación auxiliar a 230 Vca, rearmable a distancia y contactos NC y NO, Clase A súper inmunizado.

  Modelo RGU de Circutor u otro tipo de similares características.

- Se suministrarán e instalarán los interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares o tripolares necesarios según los esquemas tipo definidos con contactos auxiliares de posición.

  Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.

- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

3.6.4.5 Salidas alimentación servicios varios cuadros forma 3b/4b

- Interruptor automático tripolar o tetrapolar de ejecución fija, intensidad de cortocircuito s/instalación, bobina de disparo, contactos auxiliares de posición (4NA+4NC), cubre bornas y pantalla de aislamiento. Tipo bastidor abierto para In>630A, caja moldeada para In>63A e interruptor modular para In≤63A. Intensidad s/ esquemas.

  Llevará asociado un relé de protección con curva regulable de característica inversa. El relé dispondrá de protecciones de sobrecarga y cortocircuito.

  Existirá selectividad entre la entrada y las salidas, de forma que sólo dispare aquélla cuando no funcionen las últimas.

  Fabricante Siemens, Schneider o similar

- Relé diferencial regulable en sensibilidad y tiempo, con toroidal asociado y cable de conexión apantallado, para protección homopolar, alimentación auxiliar a 230 Vca, rearmable a distancia y contactos NC y NO, Clase A súper inmunizado.

  Modelo RGU de Circutor u otro tipo de similares características.

  Para In≤63A, se incluirán interruptores diferenciales modulares, clase A o AC.

  Fabricante Siemens, Schneider o similar

- Se suministrarán e instalarán los interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares o tripolares necesarios según los esquemas tipo definidos con contactos auxiliares de posición.

  Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.

- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

3.6.4.6 Salidas alimentación a motores cuadro forma 3b/4b

- Interruptor protector de motor tripolar, con disparo magnetotérmico regulable y mando manual, contactor integrado o independiente. Con capacidad de corte adecuada a la intensidad de cortocircuito definida para el cuadro, contactos auxiliares de posición (2NA+2NC) y contacto de actuado.

  La coordinación entre el interruptor y el contactor será del tipo 2, según la norma IEC 60.947-4-1. El contactor será del tipo AC3.

Si el motor a alimentar requiere marcha directa e inversa, el interruptor contará con función de inversión de giro.

Fabricante Siemens, Schneider o similar

- Relé diferencial regulable en sensibilidad y tiempo, con toroidal asociado y cable de conexión apantallado, para protección homopolar, alimentación auxiliar a 230 Vca, rearmable a distancia y contactos NC y NO, Clase A súper inmunizado.

  Modelo RGU de Circutor u otro tipo de similares características.

- En caso de que la instalación existente a remodelar disponga de pulsadores de mando, se instalarán nuevos equipos siguiendo la misma filosofía de operación.

- Se suministrarán e instalarán los interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares o tripolares necesarios según los esquemas tipo definidos con contactos auxiliares de posición.

  Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.

- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

3.6.4.7 Salidas alimentación a motores con arrancador estático o variador cuadro forma 3b/4b

- Interruptor automático IV de ejecución fija, intensidad de cortocircuito s/instalación, bobina de disparo, contactos auxiliares de posición (4NA+4NC), cubre bornas y pantalla de aislamiento. Tipo caja moldeada. Intensidad s/ esquemas.

  Llevará asociado un relé de protección con curva regulable de característica inversa. El relé dispondrá de protecciones de sobrecarga y cortocircuito.

  Existirá selectividad entre la entrada y las salidas, de forma que sólo dispare aquélla cuando no funcionen las últimas.

  Fabricante Siemens, Schneider o similar

- Relé diferencial regulable en sensibilidad y tiempo, con toroidal asociado y cable de conexión apantallado, para protección homopolar, alimentación auxiliar a 230 Vca, rearmable a distancia y contactos NC y NO, Clase A súper inmunizado.

  Modelo RGU de Circutor u otro tipo de similares características.

- Equipo arrancador estático o variador de velocidad según se describe en los apartados“3.6.4.14 Arrancadores Estáticos” y “3.6.4.13 Variadores”.
- Se suministrarán e instalarán los interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares o tripolares necesarios según los esquemas tipo definidos con contactos auxiliares de posición.

  Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.
- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

Cuadros tipo 1/2b

3.6.4.8 Acometida general CDBT/CCM (ETAP Venta Alta, EDAR Galindo, EDARs, ETAPS, e instalaciones de cierta entidad como: Bombeos, Tanques de tormentas, …)

Como criterio general este tipo de acometidas se instalarán en cuadros de baja tensión de instalaciones de interior y que además sean de cierta entidad, bien por potencia instalada, bien por criticidad de la instalación.

Se instalará siempre este tipo de acometidas en instalaciones donde existe personal de explotación, bien diariamente, a jornada completa, bien esporádicamente como es el caso de ETAPs y EDARs, y otro tipo de instalaciones como bombeos y tanques de tormentas.

Estará equipada con:

- Protectores de sobretensión adecuados en la entrada. Para redes tipo TT, clase de exigencia C, Tipo 2, clase II N/PE, 4 polos y con aviso remoto. Estará protegido mediante fusibles.
- El interruptor automático IV de llegada será de caja moldeada y ejecución fija, intensidad de cortocircuito s/instalación y como mínimo 50 kA a 400 V, mando motorizado a 24 Vcc, bobinas de apertura y cierre, contactos auxiliares de posición, contacto de relé magnético actuado, contacto relé térmico actuado cubre bornas y pantalla de aislamiento. Intensidad s/ esquemas

  Llevará asociado además un relé electrónico con curva regulable de característica inversa.

  Existirá selectividad entre la entrada y las salidas, de forma que sólo dispare aquella cuando no funcionen las últimas.

Se instalarán todos los enclavamientos mecánicos y eléctricos precisos entre las distintas acometidas.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar

- En caso necesario, relé diferencial regulable en sensibilidad y tiempo, con toroidal asociado y cable de conexión apantallado, para protección homopolar, alimentación auxiliar a 230 Vca, rearmable a distancia y contactos NC y NO, Clase A súper inmunizado. Tipo RGU.

  Fabricación Circutor u otro tipo de similares características.

- Analizadores. En las acometidas se dispondrán de equipos trifásicos para las medidas eléctricas, montaje en panel. medida en dos cuadrantes, entradas de corriente aisladas, comunicación Ethernet.

  Fabricante Siemens, Schneider, o similar

- Relé trifásico de vigilancia de tensión que detectará desequilibrio de tensiones, mínima y máxima tensión, secuencia de fases incorrecta. Se cableará al PLC. Tendrán posibilidad de temporización, bien por el propio relé o bien por relé temporizado externo.

  Fabricante Siemens, Schneider, o similar

- Se suministrarán e instalarán los interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares o tripolares necesarios según los esquemas tipo definidos con contactos auxiliares de posición.

  Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.

- En aquellos casos en los que se considere necesario, se dejará previsto un interruptor automático para conexión de un grupo portátil de emergencia. Este interruptor será de las mismas características que el de la acometida general y llevará todos los enclavamientos reglamentarios, mecánicos y eléctricos precisos, con el interruptor general.

- En aquellos casos en los que se considere necesario, se suministrará condensadores fijos para la compensación de las pérdidas inductivas del transformador. Estos condensadores irán protegidos mediante un interruptor automático tripolar, de intensidad de cortocircuito 50 kA a 400V, contactos auxiliares de posición, y contacto de magnetotérmico actuado.

  Fbr. Siemens, Schneider, ABB o similar.

- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

3.6.4.9 Acoplamiento de barras CDBT/CCM (ETAP Venta Alta, EDAR Galindo, EDARs, ETAPS, e instalaciones de cierta entidad como: Bombeos, Tanques de tormentas, …)

Estará equipada con:

- El interruptor automático IV será de caja moldeada y ejecución fija, intensidad de cortocircuito s/instalación y como mínimo 50 kA a 400 V, mando motorizado a 24 Vcc, bobinas de apertura y cierre, contactos auxiliares de posición, contacto de relé magnético actuado, contacto relé térmico actuado cubre bornas y pantalla de aislamiento. Intensidad s/ esquemas

  Llevará asociado además un relé electrónico con curva regulable de característica inversa.

  Fabricante Siemens, Schneider, o similar

- Se suministrarán e instalarán los interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares o tripolares necesarios según los esquemas tipo definidos con contactos auxiliares de posición.

  Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.

- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

3.6.4.10 Acometida general para pequeñas instalaciones (Bombeos, depósitos, aliviaderos, etc…)

Estará equipada con:

- Protectores de sobretensión adecuados en la entrada. Para redes tipo TT, clase de exigencia C, Tipo 2, clase II N/PE, 4 polos y con aviso remoto. Estará protegido mediante fusibles.
- El interruptor automático IV de llegada será de caja moldeada y ejecución fija, intensidad de cortocircuito de servicio 50 kA. o 36 kA (según Icc definida para el cuadro) a 400 V, mando motorizado a 24Vcc, bobinas de apertura y cierre, contactos auxiliares de posición, contacto relé magnético actuado, contacto relé térmico actuado, cubre bornas y pantalla de aislamiento.

  Intensidad según lista de consumidores o unifilares.

  Llevará asociado además un relé electrónico con curva regulable de característica inversa.

Existirá selectividad entre la entrada y las salidas, de forma que sólo dispare aquella cuando no funcionen las últimas.

Se instalarán todos los enclavamientos mecánicos y eléctricos precisos entre las distintas acometidas.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Controlador electrónico comunicable en Ethernet. Con funciones de supervisión y control del interruptor de entrada y de analizador de redes.

  Este controlador será de la misma marca que el resto del hardware que compone la solución de control de la instalación (Simocode de Siemens o TesysT de Schneider).

  Deberá ser capaza de transmitir las siguientes informaciones: Intensidad de las tres fases, tensión de las tres fases (incluyendo sobretensión, subtensión y secuencia de fases), Potencia activa, Potencia reactiva, Factor de potencia, energía activa y energía reactiva.

  Para ello incluirá todos los módulos necesarios que podrán variar en función de los distintos fabricantes pero que de modo general serán: módulo base, y módulo de medida de intensidad y tensión.

  La alimentación auxiliar del controlador será 24 Vcc.

  Tendrá cableadas las siguientes entradas/salidas físicas según se refleja en el esquema del apartado “2 - PLANOS Y DOCUMENTOS”:

  - Interruptor de red en servicio
  - Interruptor de red armado (según modelo de interruptor)
  - Interruptor de red magnético/térmico armado (según modelo de interruptor)
  - Orden de rearmar interruptor de red (según modelo de interruptor)
  - Orden de cerrar interruptor de red (según modelo de interruptor)
  - Fallo de tensión (Avisador telefónico)

  En caso de necesitar módulos adicionales de entradas digitales, o cualquier otro tipo de accesorio en función de los distintos fabricantes se tendrán en cuenta incluyendo bases, contactos auxiliares, etc.

  Fabricante Siemens o Schneider.

- En aquellos casos en los que se considere necesario, se dispondrá de analizadores trifásicos para las medidas eléctricas, montaje en panel, medida en dos cuadrantes, entradas de corriente aisladas, comunicación Ethernet.

  Fabricante Siemens, Schneider, o similar

- Se suministrarán e instalarán los interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares o tripolares necesarios según los esquemas tipo definidos con contactos auxiliares de posición.

  Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.

- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

3.6.4.11 Acometida general para pequeñas instalaciones (Bombeos, depósitos, aliviaderos, etc…) con Grupo Electrógeno sin Conmutación Automática.

Este tipo de acometidas se instalarán siempre en los cuadros de intemperie. En el caso de instalaciones de interior, se instalarán en instalaciones de pequeña potencia y baja criticidad y que además no cuenten habitualmente con personal in situ, sólo por rutinas específicas y averías y/o mantenimiento.

Estará equipada con

- Protectores de sobretensión adecuados en la entrada. Para redes tipo TT, clase de exigencia C, Tipo 2, clase II N/PE, 4 polos y con aviso remoto. Estará protegido mediante fusibles.
- El interruptor automático IV de red será de caja moldeada y ejecución fija, intensidad de cortocircuito de servicio 50 kA. o 36 kA (según Icc definida para el cuadro) a 400 V, mando motorizado a 24Vcc, bobinas de apertura y cierre, contactos auxiliares de posición, contacto relé magnético actuado, contacto relé térmico actuado, cubre bornas y pantalla de aislamiento, embellecedor en puerta.

  Intensidad según lista de consumidores o unifilares.

  Llevará asociado además un relé electrónico con curva regulable de característica inversa.

  Existirá selectividad entre la entrada y las salidas, de forma que sólo dispare aquella cuando no funcionen las últimas.

  Se instalarán todos los enclavamientos mecánicos y eléctricos precisos entre las distintas acometidas.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- El interruptor automático IV de grupo será de caja moldeada y ejecución fija, intensidad de cortocircuito de servicio 50 kA. o 36 kA (según Icc definida para el cuadro) a 400 V, contactos auxiliares de posición, contacto relé magnético actuado, contacto relé térmico actuado, cubre bornas y pantalla de aislamiento, embellecedor en puerta.

  Intensidad según lista de consumidores o unifilares.

  Llevará asociado además un relé electrónico con curva regulable de característica inversa.

  Existirá selectividad entre la entrada y las salidas, de forma que sólo dispare aquella cuando no funcionen las últimas.

  Se instalarán todos los enclavamientos mecánicos y eléctricos precisos entre las distintas acometidas.

  Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Relé trifásico de vigilancia de tensión que detectará desequilibrio de tensiones, mínima y máxima tensión, secuencia de fases incorrecta. Tendrán posibilidad de temporización, bien por el propio relé o bien por relé temporizado externo

  Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Relé diferencial regulable en sensibilidad y tiempo, con toroidal asociado y cable de conexión apantallado, para protección homopolar, alimentación auxiliar a 230 V ca, dos contactos NC y uno NO, Clase A súper inmunizado. Tipo RGU.

  Fabricación Circutor u otro tipo de similares características.

- Contactor, categoría AC-3, de potencia adecuada, tensión de la bobina 230 V AC 50 Hz, un contacto NA y NC. Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Para I ≤ 63A: base de conexión hembra bi-tensión 230/400V – 3P+N+T, con enclavamiento, para la conexión del grupo electrógeno al cuadro de fuerza; instalada en caja con grado de protección IP67 y cierre con llave. Fabricante Marechal o similar.

- Para I ≥ 50A: caja tipo CGP con bornas de conexión adecuadas a la sección de acometida de grupo, con grado de protección IP67 y cierre con llave.

- Controlador electrónico comunicable en Ethernet. Con funciones de supervisión y control del interruptor de entrada y de analizador de redes.

Este controlador será de la misma marca que el resto del hardware que compone la solución de control de la instalación (Simocode de Siemens o TesysT de Schneider).

Deberá ser capaza de transmitir las siguientes informaciones: Intensidad de las tres fases, tensión de las tres fases (incluyendo sobretensión, subtensión y secuencia de fases), Potencia activa, Potencia reactiva, Factor de potencia, Energía activa y Energía reactiva.

Para ello incluirá todos los módulos necesarios que podrán variar en función de los distintos fabricantes pero que de modo general serán: módulo base, y módulo de medida de intensidad y tensión.

La alimentación auxiliar del controlador será 24 Vcc.

Tendrá cableadas las siguientes entradas/salidas físicas según se refleja en el esquema del apartado "2 - PLANOS Y DOCUMENTOS":

- Interruptor de red en servicio
- Interruptor de red armado (según modelo de interruptor)
- Interruptor de red magnético/térmico armado (según modelo de interruptor)
- Interruptor grupo electrógeno en servicio
- Interruptor grupo electrógeno armado
- Orden de rearmar interruptor de red (según modelo de interruptor)
- Orden de cerrar interruptor de red (según modelo de interruptor)
- Fallo de tensión (Avisador telefónico)

En caso de necesitar módulos adicionales de entradas digitales, o cualquier otro tipo de accesorio en función de los distintos fabricantes se tendrán en cuenta incluyendo bases, contactos auxiliares, etc.

Fabricante Siemens o Schneider.

- En aquellos casos en los que se considere necesario, se dispondrá de analizadores trifásicos para las medidas eléctricas, montaje en panel, medida en dos cuadrantes, entradas de corriente aisladas, comunicación Ethernet.

  Fabricante Siemens, Schneider, o similar

- Se suministrarán e instalarán los interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares o tripolares necesarios según los esquemas tipo definidos con contactos auxiliares de posición.

  Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.

- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

3.6.4.12 Salidas

En función del tipo de salida a la que alimentan se han especificado distintos típicos de salida:

- Típico 1 A – 1 A0 - Arranque directo a motor P < 9 kW - Arranque directo bomba de achique
- Típico 1 B - Arranque con variador de frecuencia P < 5 kW
- Típico 1 C - Arranque directo a motor P < 9 kW con inversión de giro
- Típico 2 - Arranque con inversor P < 5 kW (válvulas y compuertas)
- Típico 3A - Arranque con arrancador estático 9 kW < P < 55 kW
- Típico 3B - Arranque con variador de frecuencia 5 kW < P < 55 kW
- Típico 3C - Arranque con arrancador estático 9 kW < P < 55 kW con inversión giro
- Típico 4A - Arranque con arrancador estático 55 kW < P < 150 kW
- Típico 4B - Arranque con variador de frecuencia 55 kW < P < 150 kW
- Típico 5A – Alimentación servicios varios tetrapolar o tripolar
- Típico 5B – Alimentación servicios varios bipolar

Las salidas estarán protegidas por interruptores automáticos en caja moldeada o interruptores protectores de motor en función de la intensidad del motor.

La intensidad, potencia y esquema de los arrancadores se definirán en la “Lista de consumidores” que incluirá cada proyecto, en los “Esquemas típicos” o en los particulares que se definan de cada armario.

Estarán compuestos por interruptor, contactor, y controlador de motor electrónico.

Los contactores cumplirán con la normativa IEC 60.947 y dispondrán de un poder de corte superior a la intensidad de corta duración admisible que debe ser capaz de soportar el cuadro de distribución de Baja Tensión.

La coordinación entre el interruptor y el contactor será del tipo 2, según la IEC 60.947-4.1. El contactor será del tipo AC3.

Los controladores de motor, para todos los tipos de salida, serán electrónicos comunicables en Ethernet con funciones de mando integradas, de forma que lleven a cabo las funciones de protección, medida y supervisión de los motores del centro de control de motores. Tensión de alimentación auxiliar 230 Vca.

Estos controladores de motor siempre serán de la misma marca que el resto del hardware que compone la solución de control de la instalación (Simocode de Siemens o TesysT de Schneider).

Incorporarán las siguientes funciones:

Funciones de protección

- Protección electrónica de sobrecarga
- Protección contra desequilibrio de fases y perdida de fase
- Protección de motor por termistor (para motores de potencia > X kW)
- Rotor bloqueado
- Arranques largos
- Inversión de fases
- Fallo de corriente de fuga a tierra

Funciones de medida

- Medida de la corriente entre fases
- Medida de la corriente de fuga a tierra
- Medida de la temperatura del motor

Funciones de control

- Arranque de motores directo
- Arranque directo/inversor

Funciones de estadística y diagnostico

Podrán ser Simocode PROV de Siemens, o TeSys T de Schneider.

- **Salida tipo 1A – 1A0: Arranque directo P ≤ 9 kW – Arranque directo bomba de achique**

  Arrancador tripolar, de arranque directo para motores de potencia menor o igual a 9 kW. Estará compuesto de forma general por:

  - Interruptor protector de motor, protección magnética con capacidad de corte adecuada a la intensidad de cortocircuito definida para el cuadro, contactos auxiliares de posición, contacto de actuado.

    Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

  - Contactor, categoría AC-3, potencia adecuada al motor, tensión de la bobina 230 VAC 50 Hz, 1 contacto NA y NC.

    Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

  - Controlador electrónico comunicable de las características definidas anteriormente. Tendrá cableadas las siguientes entradas/salidas físicas según se refleja en el esquema tipo 1A:

    - Interruptor en servicio
    - Interruptor armado
    - Enclavamiento externo
    - Marcha/paro sin PLC
    - Orden de marcha
    - Termistancia (en caso de que aplique)

    En caso de necesitar relés auxiliares para las ordenes, o módulos adicionales de entradas digitales, o cualquier otro tipo de accesorio en función de los distintos fabricantes se tendrán en cuenta incluyendo bases, contactos auxiliares, etc

  - Toroidal homopolar para conectar a módulo de defecto a tierra del controlador electrónico

  - Interruptor automático magnetotérmico bipolar (2P) de 6A, con contactos auxiliares de posición para protección de la alimentación al controlador (230 VAC)

- En caso de que el motor este dotado de resistencia de calefacción se deberá prever su alimentación y protección por medio de magnetotérmico y diferencial
- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, cables de conexión de los distintos módulos del controlador canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

- **Salida tipo 1B: Arranque con Variador de frecuencia P ≤ 5 kW**

  Arrancador tripolar con variador de frecuencia para motores de potencia menor o igual a 5 kW estará compuesto por:

  - Interruptor protector de motor, protección magnética con capacidad de corte adecuada a la intensidad de cortocircuito definida para el cuadro, contactos auxiliares de posición, contacto de actuado.

    Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

  - Contactor, categoría AC-3, potencia adecuada al motor, tensión de la bobina 230 VAC 50 Hz, 1 contacto NA y NC

    Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

  - Controlador electrónico comunicable de las características definidas anteriormente. Tendrá cableada las siguientes entradas/salidas físicas según se refleja en el esquema tipo 1B:
    - Interruptor en servicio
    - Interruptor armado
    - Enclavamiento externo
    - Marcha/paro sin PLC
    - Orden de cierre contactor
    - Orden de marcha al variador
    - Orden de reset al variador
    - Variador OK
    - Confirmación de marcha variador
    - Termistancia (en caso de que aplique)

En caso de necesitar relés auxiliares para las órdenes, o módulos adicionales de entradas digitales, o cualquier otro tipo de accesorio en función de los distintos fabricantes se tendrán en cuenta incluyendo bases, contactos auxiliares, etc.

- Toroidal homopolar para conectar a módulo de defecto a tierra del controlador electrónico.
- Interruptor automático magnetotérmico bipolares (2P) de 6A, con contactos auxiliares de posición para protección de la alimentación al controlador (230 VAC).
- Equipo variador de velocidad según se describe en "3.6.4.13 Variadores".
- En caso de que el motor este dotado de resistencia de calefacción se deberá prever su alimentación y protección por medio de magnetotérmico y diferencial.
- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, cables de conexión de los distintos módulos del controlador, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

- **Salida tipo 1C: Arranque directo P ≤ 9 kW con inversión de giro**

  Arrancador tripolar con inversión de giro, de arranque directo para motores de potencia menor o igual a 9 kW. Estará compuesto de forma general por:

  - Interruptor protector de motor, protección magnética con capacidad de corte adecuada a la intensidad de cortocircuito definida para el cuadro, contactos auxiliares de posición, contacto de actuado.

    Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

  - Contactor inversor, categoría AC-3, potencia adecuada al motor, tensión de las bobinas 230 V AC 50 Hz, 1 contacto NA y NC.

    Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

  - Controlador electrónico comunicable de las características definidas anteriormente. Tendrá cableada las siguientes entradas/salidas físicas según se refleja en el esquema tipo 1C:
    - Interruptor en servicio
    - Interruptor armado
    - Enclavamiento externo

- Marcha/paro sin PLC
- Orden de marcha directa
- Orden de marcha inversa
- Termistancia (en caso de que aplique)

En caso de necesitar relés auxiliares para las órdenes, o módulos adicionales de entradas digitales, o cualquier otro tipo de accesorio en función de los distintos fabricantes se tendrán en cuenta incluyendo bases, contactos auxiliares, etc

- Toroidal homopolar para conectar a módulo de defecto a tierra del controlador electrónico
- Interruptor automático magnetotérmicos bipolares (2P) de 6A, con contactos auxiliares de posición para protección de la alimentación al controlador (220 V AC).
- En caso de que el motor este dotado de resistencia de calefacción se deberá prever su alimentación y protección por medio de magnetotérmico y diferencial.
- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, cables de conexión de los distintos módulos del controlador canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

- **Salida tipo 2: Arranque inversor P ≤ 5 kW**

Arrancador tripolar inversor para motores de potencia menor o igual a 5 kW. Formado por:

- Interruptor protector de motor, protección magnética con capacidad de corte adecuada a la intensidad de cortocircuito definida para el cuadro, contactos auxiliares de posición, contacto de actuado.

  Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Contactor inversor, categoría AC-3, potencia adecuada al motor, tensión de la bobina 230 V AC 50 Hz, 1 contacto NA y NC.

  Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Controlador electrónico comunicable de las características definidas anteriormente. Tendrá cableada las siguientes entradas/salidas físicas según se refleja en el esquema tipo 2:

- Interruptor en servicio
- Interruptor armado
- Enclavamiento externo
- Marcha/paro sin PLC (sin aplica)
- Final de carrera 1
- Final de carrera 2
- Limitación par 1
- Limitación par 2
- Orden de marcha 1
- Orden de marcha 2
- Termistancia (en caso de que aplique)

En caso de necesitar módulos adicionales de entradas digitales, o cualquier otro tipo de accesorio en función de los distintos fabricantes se tendrán en cuenta incluyendo bases, contactos auxiliares, etc.

- Toroidal homopolar para conectar a módulo de defecto a tierra del controlador electrónico.
- Interruptor automático magnetotérmicos bipolares (2P) de 6A, con contactos auxiliares de posición para protección de la alimentación al controlador (220 V AC).
- Interruptor automático magnetotérmico bipolares (2P) de 6A, con contactos auxiliares de posición o fusible electrónico con contacto auxiliar de armado, para protección de la alimentación auxiliar del módulo auxiliar del controlador en caso necesario (24V CC).
- En caso de que el motor este dotado de resistencia de calefacción se deberá prever su alimentación y protección por medio de magnetotérmico y diferencial.
- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, cables de conexión de los distintos módulos del controlador canaletas, etiquetas, cualquier módulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

- **Salida tipo 3A: Arranque con Arrancador estático 9 kW < P ≤ 55 kW**

Arrancador tripolar con arrancador estático para motores de potencias entre 9 y 55 kW estará compuesto por:

- Interruptor automático con protección magnética regulable. Con capacidad de corte adecuada a la intensidad de cortocircuito definida para el cuadro, contactos auxiliares de posición, y contacto de actuado.

  Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Contactor, categoría AC-3, potencia adecuada al motor, tensión de la bobina 230 V AC 50 Hz, 1 contacto NA y NC.

  Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Controlador electrónico comunicable de las características definidas anteriormente. Tendrá cableada las siguientes entradas/salidas físicas según se refleja en el esquema tipo 3A:

  - Interruptor en servicio
  - Interruptor armado
  - Enclavamiento externo
  - Marcha/paro sin PLC
  - Equipo OK
  - Confirmación marcha arrancador
  - No humedad motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
  - No alta temperatura motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
  - Orden de marcha al arrancador
  - Orden de reset al arrancador
  - Orden de reset relé motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
  - Orden de cierre contactor

  En caso de necesitar relés auxiliares para las órdenes, o módulos adicionales de entradas digitales, o cualquier otro tipo de accesorio en función de los distintos fabricantes se tendrán en cuenta incluyendo bases, contactos auxiliares, etc.

- Toroidal homopolar para conectar a módulo de defecto a tierra del controlador electrónico.
- Interruptor automático magnetotérmicos bipolares (2P) de 6A, con contactos auxiliares de posición para protección de la alimentación al controlador (230 V AC).
- Equipo arrancador estático según se describe en "3.6.4.14 Arrancadores Estáticos".
- Un relé de control de temperatura / humedad por medio de termistancias, rearmable a distancia, tipo MiniCAS II, fabricación Flygt u otro tipo de protección asociada a los accionamientos alimentados por esta salida tipo.
- En caso de que el motor este dotado de resistencia de calefacción se deberá prever su alimentación y protección por medio de magnetotérmico y diferencial.
- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, cables de conexión de los distintos módulos del controlador, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

- **Salida tipo 3B: Arranque con Variador de frecuencia 5 kW < P ≤ 55 kW**

  Arrancador tripolar con variador de frecuencia para motores de potencias entre 5 y 55 kW estará compuesto por:

  - Interruptor automático con protección magnética regulable. Con capacidad de corte adecuada a la intensidad de cortocircuito definida para el cuadro, contactos auxiliares de posición, y contacto de actuado.

    Fabricante Siemens, Schneider, o similar.
  - Contactor, categoría AC-3, potencia adecuada al motor, tensión de la bobina 230 V AC 50 Hz, 1 contacto NA y NC.

    Fabricante Siemens, Schneider, o similar.
  - Controlador electrónico comunicable de las características definidas anteriormente. Tendrá cableada las siguientes entradas/salidas físicas según se refleja en el esquema tipo 3B:
    - Interruptor en servicio
    - Interruptor armado
    - Enclavamiento externo

- Marcha/paro sin PLC
- Equipo OK
- Confirmación de marcha variador
- No humedad motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
- No alta temperatura motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
- Orden de marcha al variador
- Orden de reset al variador
- Orden de reset relé motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
- Orden de cierre contactor

En caso de necesitar relés auxiliares para las órdenes, o módulos adicionales de entradas digitales, o cualquier otro tipo de accesorio en función de los distintos fabricantes se tendrán en cuenta incluyendo bases, contactos auxiliares, etc.

- Toroidal homopolar para conectar a módulo de defecto a tierra del controlador electrónico.
- Interruptor automático magnetotérmicos bipolares (2P) de 6A, con contactos auxiliares de posición para protección de la alimentación al controlador (230 V AC)
- Equipo variador de velocidad según se describe en "3.6.4.13 Variadores".
- Un relé de control de temperatura / humedad por medio de termistancias, rearmable a distancia, tipo MiniCAS II, fabricación Flygt u otro tipo de protección asociada a los accionamientos alimentados por esta salida tipo.
- En caso de que el motor este dotado de resistencia de calefacción se deberá prever su alimentación y protección por medio de magnetotérmico y diferencial.
- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, cables de conexión de los distintos módulos del controlador, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

- **Salida tipo 3C: Arranque con Arrancador estático 9 kW < P ≤ 55 kW, con inversión de giro**

  Arrancador tripolar con arrancador estático, e inversión de giro para motores de potencias entre 9 y 55 kW estará compuesto por:

- Interruptor automático con protección magnética regulable. Con capacidad de corte adecuada a la intensidad de cortocircuito definida para el cuadro, contactos auxiliares de posición, y contacto de actuado.

  Fabricante Siemens, Schneider, o similar

- Contactor inversor, categoría AC-3, potencia adecuada al motor, tensión de las bobinas 230 V AC 50 Hz, 1 contacto NA y NC.

  Fabricante Siemens, Schneider, o similar

- Controlador electrónico comunicable de las características definidas anteriormente. Tendrá cableada las siguientes entradas/salidas físicas según se refleja en el esquema tipo 3C:
  - Interruptor en servicio
  - Interruptor armado
  - Enclavamiento externo
  - Marcha/paro sin PLC
  - Equipo OK
  - Confirmación de marcha
  - No humedad motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
  - No alta temperatura motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
  - Orden de marcha al arrancador
  - Orden de reset al arrancador
  - Orden de reset relé motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
  - Orden de cierre contactor marcha directa
  - Orden de cierre contactor marcha inversa
- En caso de necesitar relés auxiliares para las órdenes, o módulos adicionales de entradas digitales, o cualquier otro tipo de accesorio en función de los distintos fabricantes se tendrán en cuenta incluyendo bases, contactos auxiliares, etc.
- Toroidal homopolar para conectar a módulo de defecto a tierra del controlador electrónico

- Interruptor automático magnetotérmicos bipolares (2P) de 6A, con contactos auxiliares de posición para protección de la alimentación al controlador (220 V AC)
- Equipo arrancador estático según se describe en "3.6.4.14 Arrancadores Estáticos".
- Un relé de control de temperatura / humedad por medio de termistancias, rearmable a distancia, tipo MiniCAS II, fabricación Flygt u otro tipo de protección asociada a los accionamientos alimentados por esta salida tipo.
- En caso de que el motor este dotado de resistencia de calefacción se deberá prever su alimentación y protección por medio de magnetotérmico y diferencial.
- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, cables de conexión de los distintos módulos del controlador, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

- **Salida tipo 4A: Arranque con arrancador estático 55 kW < P ≤ 150 kW**

  Arrancador tripolar con arrancador estático para motores de potencias entre 55 kW y 150 kW estará compuesto por:

  - Interruptor automático con protección magnética regulable. Con capacidad de corte adecuada a la intensidad de cortocircuito definida para el cuadro, mando motorizado a 230 Vca, bobinas de disparo, apertura y cierre, contactos auxiliares de posición, y contacto de actuado.

    Fabricante Siemens, Schneider, o similar.
  - Controlador electrónico comunicable de las características definidas anteriormente. Tendrá cableada las siguientes entradas/salidas físicas según se refleja en el esquema tipo 4A:
    - Interruptor en servicio
    - Interruptor armado
    - Enclavamiento externo
    - Marcha/paro sin PLC
    - Equipo OK
    - Confirmación de marcha
    - No humedad motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)

- No alta temperatura motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
- Orden de marcha al arrancador
- Orden de reset al arrancador
- Orden de reset relé motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
- Orden de disparo interruptor

En caso de necesitar relés auxiliares para las órdenes, o módulos adicionales de entradas digitales, o cualquier otro tipo de accesorio en función de los distintos fabricantes se tendrán en cuenta incluyendo bases, contactos auxiliares, etc.

- Toroidal homopolar para conectar a módulo de defecto a tierra del controlador electrónico.
- Interruptor automático magnetotérmicos bipolares (2P) de 6A, con contactos auxiliares de posición para protección de la alimentación al controlador (230 V AC)
- Equipo arrancador estático según se describe en "3.6.4.14 Arrancadores Estáticos".
- Un relé de control de temperatura / Humedad por medio de termistancias y/o PT100 y sensores de filtración, rearmable a distancia, tipo MAS711 y MRM 01, fabricación Flygt u otro tipo de protección asociada a los accionamientos alimentados por esta salida tipo.
- En caso de que el motor este dotado de resistencia de calefacción se deberá prever su alimentación y protección por medio de magnetotérmico y diferencial.
- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, cables de conexión de los distintos módulos del controlador, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

- **Salida tipo 4B: Arranque con variador de frecuencia 55 kW < P ≤ 150 kW**

Arrancador tripolar con variador de frecuencia para motores de potencias entre 55 y 150kW estará compuesto por:

- Interruptor automático con protección magnética regulable. Con capacidad de corte adecuada a la intensidad de cortocircuito definida para el cuadro, mando motorizado a 230 V, bobinas de disparo, apertura y cierre, contactos auxiliares de posición, y contacto de actuado.

  Fabricante Siemens, Schneider, o similar

- Controlador electrónico comunicable de las características definidas anteriormente. Tendrá cableadas las siguientes entradas/salidas físicas según se refleja en el esquema tipo 4B:
  - Interruptor en servicio
  - Interruptor armado
  - Enclavamiento externo
  - Marcha/paro sin PLC,
  - Equipo OK
  - Confirmación de marcha variador
  - No humedad motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
  - No alta temperatura motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
  - Orden de marcha al variador
  - Orden de reset al variador
  - Orden de disparo interruptor
  - Orden de reset relé motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)

  En caso de necesitar relés auxiliares para las ordenes, o módulos adicionales de entradas digitales, o cualquier otro tipo de accesorio en función de los distintos fabricantes se tendrán en cuenta incluyendo bases, contactos auxiliares, etc.
- Toroidal homopolar para conectar a módulo de defecto a tierra del controlador electrónico
- Interruptor automático magnetotérmicos bipolares (2P) de 6A, con contactos auxiliares de posición para protección de la alimentación al controlador (230 V AC)
- Equipo variador de velocidad según se describe en “3.6.4.13 Variadores”.
- Un relé de control de temperatura / Humedad por medio de termistancias y/o PT100 y sensores de filtración, rearmable a distancia, tipo MAS711 y MRM 01, fabricación Flygt u otro tipo de similares características. (Bombas Saneamiento)
- En caso de que el motor este dotado de resistencia de calefacción se deberá prever su alimentación y protección por medio de magnetotérmico y diferencial.

- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, cables de conexión de los distintos módulos del controlador, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

- **Salida tipo arrancador convencional**

  Para aquellos consumidores de potencias menores de 300 W, cuyo funcionamiento no forme parte del proceso y no tengan que tener funcionamiento sin PLC, siempre que sea validado por el CABB/BBUP, el arranque podrá ser convencional (sin controlador electrónico), formado por interruptor protector de motor, contactor, coordinación tipo 3, bloque de contactos auxiliares y diferencial.

- **Salida tipo 5A: Alimentación tripolar/tetrapolar servicios varios**

  Estará compuesto por:

  - Interruptor automático magnetotérmico IV del calibre adecuado, capacidad de corte adecuada según cuadro, con contactos auxiliares de posición y disparo, curva C.

    Fabricante Schneider, Siemens, o similar.

  - Interruptor diferencial tetrapolar de corte en polos, con contacto auxiliar de posición y montaje en carril DIN. Se tendrá en cuenta el tipo de carga a proteger al definir el tipo de diferencial a instalar.

    Fabricante Schneider, Siemens, o similar.

  - Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

- **Salida tipo 5B: Alimentación bipolar servicios varios**

  Estará compuesto por:

  - Interruptor automático magnetotérmico II del calibre adecuado, capacidad de corte adecuada según cuadro, con contactos auxiliares de posición y disparo, curva C

    Fabricante Schneider, Siemens o similar.

  - Interruptor diferencial bipolar de corte en polos, con contacto auxiliar de posición y montaje en carril DIN, tipo multi 9. Se tendrá en cuenta el tipo de carga a proteger al definir el tipo de diferencial a instalar.

    Fabricante Schneider, Siemens o similar.

- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

- **Salida tipo Feeder: Alimentación tetrapolar/tripolar**

  Estará compuesto por:

  - Interruptor automático tetrapolar de caja moldeada y ejecución fija, mando motorizado (24 Vcc o 230 Vca), bobinas de apertura y cierre, contactos auxiliares de posición, contacto de relé magnético actuado, contacto relé térmico actuado, cubre bornas y pantalla de aislamiento. Intensidad s/ esquemas.

    Llevará asociado además un relé electrónico con curva regulable de característica inversa.

    Fabricante Siemens, Schneider, o similar

  - En caso necesario, relé diferencial regulable en sensibilidad y tiempo, con toroidal asociado y cable de conexión apantallado, para protección homopolar, alimentación auxiliar a 230 Vca, rearmable a distancia y contactos NC y NO, Clase A súper inmunizado o clase AC según carga. Tipo RGU, fabricación Circutor u otro tipo de similares características.

  - Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

3.6.4.13 Variadores

A continuación, se indican las principales características que deben de cumplir los variadores:

- Tensión alimentación (la de la red), preferentemente 3x400 Vac y -20% a + 10% – 6 pulsos
- Rendimiento mínimo: 96%
- Frecuencia de modulación de 3,3 kHz sin desclasificación
- En función de las condiciones de instalación (cuadros intemperie, cuadros de interior…) y en función de la aplicación (par variable, par constante, carga pesada, carga normal…) se definirá:

  - Potencia del equipo definida para una temperatura de operación de 40ºC, y frecuencia de modulación mínima de 3,3 kHz sin desclasificación y sobrecarga 110% durante aproximadamente 1 minuto cada 5 minutos (todo a la vez, 40ºC,

sobrecarga, 3,3 kHz en la frecuencia de conmutación – tiene que subir y bajar automáticamente).

  - Potencia del equipo definida para una temperatura de operación de 50ºC, y frecuencia de modulación de 3,3 kHz sin desclasificación y sobrecarga 150% durante aproximadamente 1 minuto cada 5 minutos (todo a la vez, 50ºC, sobrecarga y 3,3 kHz en la frecuencia de conmutación).

- Con bobinas (dv/dt) a la salida cuando el cable de alimentación al motor tenga una longitud superior a 50 m (apantallado) o 100 m (sin apantallar), o siempre con motores de más de 37 kW. (Máxima dV/dt alcanzada con filtro 500 V/µs, medidos en un lugar próximo a bornas del motor, para cualquier régimen de funcionamiento del motor).
- Con funciones de protección, funciones de diálogo analógico y digital y comunicación Ethernet.
- Máxima tensión de pico (medidos en un lugar próximo a bornas del motor) entre fases 1400 V.
- IP 20 para equipos dentro de envolventes de IP54 (armarios eléctricos) e IP54 para equipos fuera de envolventes.
- Tarjetas de control tropicalizadas para ambientes con ácido sulfhídrico o cloro (cualquiera de ellos). De acuerdo con la norma UNE-EN 61086-3-1:2004, u otra norma internacional equivalente de reconocido prestigio. O también según la norma IEC 60720-3-3 con una clase mínima de 3C2 o superior.
- Todos los accesorios y filtros para el cumplimiento con las normas de compatibilidad electromagnética. Concretamente, tanto el variador y sus accesorios cómo la instalación propuestos deben cumplir en su “conjunto” con la norma IEC 61.800-3. Y concretamente para instalaciones donde la potencia contratada sea inferior a 100 kW será de primer entorno y límite 2; y para el resto de segundo entorno (industrial) y límite 3 ó 4 (según la corriente de entrada inferior o superior a 100 A o las condiciones particulares de la instalación, a concretar).
- Deben suministrarse los cables para el variador siguiendo las prescripciones del fabricante (para su alimentación y salida hasta el motor).
- Protecciones del motor integradas en el variador de frecuencia:
  - Adaptación de la limitación de corriente en función de la velocidad

  - Rotor bloqueado
  - Imagen térmica del motor.
  - Alta temperatura motor, mediante sondas PTC del motor (si el motor lo dispone).
  - Desequilibrio de intensidad del motor.
  - Protección contra Subcarga
  - Límite de arranques/hora (si aplica)
- Protecciones del variador integradas en el variador de frecuencia:
  - Límite de corriente de salida.
  - Sobrecorriente.
  - Modelo térmico del variador.
  - Fallo a tierra.
  - Pérdida de fase de entrada.
- Certificación RoHSRosh (Cumplimiento con la Directiva europea RoHS) del equipo y todos sus accesorios.
- Refrigeración por circulación de aire forzado. Debe incorporar los ventiladores.
- Kit de display gráfico para montaje en puerta (si es solicitado).
- Servicio de asistencia técnica 24 horas.
- En instalaciones con problemas de armónicos o cuándo se vayan a instalar más de 30% de potencia instalada con variadores, o instalaciones alimentadas con grupo de emergencia se deberá adecuar la solución para el correcto dimensionamiento eléctrico y funcional de la instalación.
- En obra nueva, los motores se suministrarán con sondas PTC cuándo estén alimentados a través de variadores de frecuencia y deberán de ser específicos para funcionar con variadores.
- Para motores > 37 kW, deberá disponer de los siguientes accesorios:
  - Fusibles rápidos para protección de los semiconductores aguas arriba del rectificador (incorporados en el variador preferentemente)
  - Filtro EMC.

- Inductancia de Línea.

- Para motores > 37 kW, máxima tasa de distorsión harmónica en corriente en la entrada trifásica de variador del 40% medidas para los valores nominales del variador. Para las pruebas se verificará que el valor de los armónicos no supera en magnitud (en vez de porcentaje) los valores indicados para el punto de prueba. Se probará con la carga más baja del equipo (a velocidad mínima).

Fabricación Siemens, Schneider, ABB, Power Electronics o Emotron.

3.6.4.14 Arrancadores Estáticos

A continuación, se indican las principales características que deben de cumplir los arrancadores:

- Con control en las tres fases.
- Límite de corriente de 2 a 5 veces In.
- Con contactor de by-pass incluido (a ser posible interno).
- En función de las condiciones de instalación (cuadros intemperie, cuadros de interior…) y en función de la aplicación (carga pesada, carga normal…) y la temperatura máxima de trabajo (50ºC) se definirá el arrancador a instalar.
- Ajuste (según aplicación):
  - Con algoritmo de control de bombas o el accesorio correspondiente, para el paro con control del golpe de ariete.
  - Pulso de par y par inicial para tornillos, tamices y con bombas con atascos frecuentes.
- Protecciones integradas en el arrancador:
  - Subcarga
  - Imagen térmica
  - Inversión de la secuencia de fases (si aplica)
  - Desequilibrio de fases
  - Alta temperatura motor, mediante sondas PTC del motor (si el motor lo dispone)
  - Rotor bloqueado
  - Límite de arranques/hora (si aplica)

- En aplicaciones muy críticas el fallo de un tiristor no debe dejar fuera de servicio el arrancador.
- IP 20 para equipos dentro de envolventes de IP54 (armarios eléctricos) e IP54 para equipos fuera de envolventes.
- Deberá disponer de pantalla con indicación de las medidas eléctricas más importantes (U, I, P, fdp).
- Certificación RoHS (Cumplimiento con la Directiva europea RoHS) del equipo y todos sus accesorios.
- Refrigeración por circulación de aire forzado. Debe incorporar los ventiladores.
- Comunicación Ethernet.
- Servicio de asistencia técnica 24 horas.
- En instalaciones con potencias de motores de más de un 20% en relación con la potencia del trafo, realizar el cálculo de la caída de tensión en el arranque. En función de este cálculo se deberá dimensionar la instalación eléctrica para el correcto funcionamiento.
- En función del servicio alimentado, deberá disponer de un limitador de par electrónico.

Fabricación Siemens, Schneider, Power Electronics o Emotron.

3.6.4.15 Varios

Para alimentación de los circuitos de mando de los conjuntos que dispongan de más de un arrancador de motor y/o más de 2 dispositivos de mando (relés, temporizadores, etc.) debe utilizarse obligatoriamente transformadores separadores.

Se incluirán transformadores de mando de seguridad, cumplirán con la norma EN 61.558, serán trifásicos (o monofásicos en función de la potencia) de 400/230 Vca, de 230/230 Vca en los Racks de comunicaciones de los Sistemas de Securización y 400/24 Vca para los circuitos eléctricos que representan las lógicas de funcionamiento en caso de fallo de PLC (antialivios en instalaciones de saneamiento…) y serán encapsulados en resina epoxi. Protegidos mediante interruptor automático de la potencia adecuada y curva D.

Es obligatorio el uso de un sistema de seguridad en los circuitos secundarios de mando para evitar las conexiones o desconexiones involuntarias de las máquinas ante la aparición de derivaciones a masa en puntos distintos del circuito, por lo que aguas abajo del trafo de mando de 230V c.a. se instalará relé diferencial con función de rearme automático.

Dentro del propio cuadro se disponen de una serie de cargas, tales como: iluminación, ventilación y una toma de corriente monofásica (Schuko de 16 A). Dichas cargas dispondrán de interruptores automáticos con protección en las fases. El poder de corte de los interruptores automáticos debe ser adecuado al punto de conexión.

Transformadores de medida y protección

Los transformadores de medida cumplirán con lo establecido en la normativa IEC 61.869.

Los transformadores de intensidad para medida en las entradas tendrán una relación de transformación x/5A, potencia de precisión 5 VA en clase 0,5s, factor de saturación 5.

Los valores de intensidad térmica y dinámica se ajustarán a los propios del punto de la instalación y deberán ser capaces de soportar el esfuerzo térmico correspondiente a la intensidad de cortocircuito durante 1 segundo.

La salida de los TI se conectará a los indicadores y relés mediante los dispositivos adecuados de corte, protección y aislamiento.

Los transformadores de medida de tensión tendrán una relación de transformación 400:√3/110:√3 y potencia de precisión 15 VA, cl. 0,5.

El factor de sobretensión será 1,2 veces la tensión nominal de modo permanente para todos los transformadores.

Será responsabilidad del suministrador el correcto dimensionamiento de las potencias de los transformadores de tensión de forma que mejor se ajuste a las necesidades.

Los transformadores toroidales de protección tendrán la relación de transformación, potencia y clase de precisión adecuada para alcanzar la sensibilidad necesaria, de acuerdo con el relé electrónico al que esté asociado. Tendrán además un diámetro suficiente para abarcar los cables o pletinas necesarias.

En todos los casos estarán construidos con aislamiento seco de resina epoxi.

Bornas

Las bornas serán de paso 6 mm para cables de control y de al menos 8 mm para el resto. Serán seccionables para circuitos de control y de tensión. Para los circuitos de intensidad serán puenteables.

Los regleteros estarán convenientemente identificados y separados por tensión y función. Se separarán las alimentaciones, los circuitos de intensidad, de tensión y las bornas de entradas y salidas digitales, así como las analógicas.

3.6.4.16 Módulos de seguridad

En caso de equipos que dispongan de setas de parada de emergencia, se añadirá a las salidas típicas un módulo de seguridad para el control de esta parada. Serán alimentados a 24 V AC/DC y dispondrán de salidas para control de dos o cuatro equipos, según necesidades.

Podrán ser de los fabricantes Siemens (ref: 3SK1111-1AB30 para control de dos equipos y ref. 3SK111-1AB30 + 3SK1211-1BB00/3SK1211-1BB40 para control de cuatro equipos) o Schneider Electric (ref: XPSAF5130 para control de dos equipos y ref. XPSAF5130 + XPSECME5131P para control de cuatro equipos) y se cableará una salida para el enclavamiento del controlador electrónico (si aplica) o PLC en el caso de aparellaje convencional, tal y como se especifica en los esquemas típicos.

3.7 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA

3.7.1 Características generales

El sistema de alimentación segura deberá tener las siguientes características técnicas:

- Trifásicos:
  - Parámetros de entrada: 400 Vac ±10% - (3F+N), frecuencia: 50 Hz ± 5%
  - Parámetros de salida: 400 Vac ±4% - (3F+N), frecuencia: 50 Hz ± 5%
- Monofásicos:
  - Parámetros de entrada: 230 Vac ±10% - (F+N), frecuencia: 50 Hz ± 5%
  - Parámetros de salida: 230 Vac ±4% - (F+N), frecuencia: 50 Hz ± 5%
- Potencia:
  - EDAR/ETAP: mínima 3 kVA (con reserva del 50 %)
  - Racks Comunicaciones: mínima 1,5 kVA (con reserva del 50 %)
- Autonomía: 1 hora
- Carga máxima: 50%

- Factor de potencia > 0,98
- Rendimiento > 92%
- Configuración single
- Baterías con 10 años de vida útil
- Diseño compacto y ligero
- Rectificadores y onduladores de alta frecuencia
- Arranque suave en rampa
- Nivel de ruido < 52 dB(A) a 1 m
- Panel de control integrado
- Tecnología online de doble conversión cuando se alimentan servidores o interactivo si no las hay

Todos los equipos irán incluidos en uno o dos armarios y su disposición en el interior permitirá acceder con facilidad a cada elemento. Todos los armarios deberán suministrarse completamente cableados hasta las regletas de bornas terminales donde se harán las conexiones externas.

El equipo deberá ser capaz de proporcionar una protección segura en condiciones extremas de alimentación eléctrica (con variaciones de tensión, frecuencia, ruidos eléctricos, cortes).

Cualquiera que sea el tipo de carga a proteger, estos equipos estarán preparados para asegurar la calidad y continuidad en el suministro eléctrico.

3.7.2 Diseño y construcción

Se describen a continuación las características y requisitos técnicos exigidos a todos los equipos:

- Rectificadores – Cargador de baterías

  Los equipos cargadores deben diseñarse de forma que se evite la descarga de la batería a través de los mismos por cualquier causa.

  Los cargadores de baterías serán de regulación automática, evaluando permanentemente el estado de las baterías, su temperatura y otros parámetros del sistema, para garantizar una tensión estable y limitación de intensidad durante el funcionamiento.

  Los rectificadores deberán estar equipados con elementos de protección contra sobretensiones debidas a conexiones, desconexiones y conmutaciones. Igualmente estarán protegidos frente a cortocircuitos externos e internos y frente a sobrecarga

El rectificador será un puente trifásico a IGBTs que convierte la tensión AC en DC absorbiendo una corriente senoidal, cargando las baterías a corriente y tensión constante.

- Onduladores – Inversores DC-AC

  El ondulador será de alta frecuencia mediante transistores IGBTs, controlado por procesador de señales digitales, y se encargará de transformar la tensión de DC a AC proporcionando una salida senoidal alterna, estabilizada en tensión y frecuencia, apta para alimentar las cargas conectadas a la salida.

  En caso de fallo de red, el grupo de baterías suministrará la energía necesaria para alimentar el inversor, por lo que éste continuaría funcionando normalmente sin apreciar la falta de la red y la autonomía del equipo dependerá únicamente de la capacidad del grupo de baterías.

  Deberán estar equipados con todos los elementos de protección contra sobretensiones debidas a transitorios o de origen cíclico, sobrecargas y cortocircuitos externos e internos.

  Cuando la tensión de las baterías llega al final de su autonomía, el control bloquea la salida como protección contra la descarga profunda de baterías. Al retornar la red y pasados los primeros segundos de análisis, la UPS vuelve a funcionar normalmente.

- Baterías de acumuladores

  Las baterías del tipo Pb-Ca estarán dimensionadas para suministrar la energía requerida por el inversor en caso de fallo de red.

  La tensión mínima de descarga se medirá en bornes terminales de la batería. Las baterías se dimensionarán de forma tal que al final de la descarga o en periodos de descargas transitorias con puntas muy bruscas, la tensión no baje del valor especificado.

  La corriente de cortocircuito a considerar tendrá en cuenta la resistencia de los conexionados, así como se referirá al conjunto de todos los elementos es decir en bornes terminales de la batería en las condiciones de batería cargada y batería al final de la carga.

- Sistema de bypass estático

  El conmutador de bypass estático conectará la carga de salida directamente a la red de bypass en circunstancias especiales, tales como sobrecarga o sobretemperatura, y la reconectará de nuevo al inversor cuando se restablecen las condiciones normales.

- Interface de comunicación y monitorización

Los sistemas de tensión segura deberán tener un sistema de monitorización para poder conocer en cualquier momento el estado del equipo, así como su comportamiento funcional de sus elementos, eventos y previsiones para mantenimiento.

Dicho sistema permitirá el envío de correos electrónicos de avisos, alarmas y eventos, visualización de histórico de alarmas y eventos, monitorización vía SNMP, visualización de datos históricos, estado del equipo en tiempo real, gestión de usuarios, programación de eventos periódicos, sincronización horaria, configuración de red, … Así mismo, dicha tarjeta estará dotada de toma de red y comunicación Modbus TCP/IP para su integración en el SCADA correspondiente y visualización de los datos en tiempo real.

Este sistema podrá no estar integrado en el propio equipo y podrá ser externo al equipo a través de una única tarjeta, la cual se alimentará a través de la propia SAI. No se permitirán fuentes de alimentación externas.

El interface o panel de control nos dará la información en relación al estado del sistema de bypass, estado del ondulador, equipo funcionando desde baterías o no, valor de la tensión de entrada, etc.

- Alarmas de fin de vida útil

  El equipo vendrá con las alarmas/avisos de fin de vida útil de baterías, ventiladores o similar desactivados.

- Cuadro de distribución

  El cuadro de distribución deberá cumplir los requisitos indicados en el apartado 3.6.1.1 Cuadros eléctricos de interior.

  La aparamenta a instalar será acorde a lo indicado en el esquema típico. Se incluirá protección magnetotérmica de curva Z y diferencial superinmunizado en cabecera, además de un circuito de bypass para la unidad SAI.

  No se usará una entrada independiente para el circuito de bypass.

- Placa de características

  Se incluirá una placa de características con todos los datos principales de identificación del sistema de tensión segura de manera visible.

- Seguridad y medidas de protección

Los sistemas de tensión segura dispondrán de unas condiciones estructurales que aseguren la protección de personas contra los contactos directos. Se dispondrá de barreras metálicas que eviten la posibilidad de tocar partes en tensión al ir a realizar una maniobra sobre un dispositivo de protección o control.

3.8 SISTEMAS DE CORRIENTE CONTINUA

3.8.1 Características generales

El sistema de corriente continua de 48 Vcc deberá tener las siguientes características técnicas:

- Tensión de alimentación (Red): 400/230 V ±10%
- Frecuencia: 50Hz ±5%
- Tensión de salida: 48 Vcc ±15%
- Autonomía de las baterías: 5h
- Vida media de batería > 3 años
- Vida operativa de rectificador > 20 años
- Rendimiento del rectificador > 90%
- Máxima corriente de entrada: 5In
- Nivel de rizado: ±20mVpp
- Tiempo medio entre fallos (MTBF) > 60.000h
- Diseño compacto y ligero
- Fuentes de alimentación reguladas
- Temperatura de operación 0 - 40ºC
- Protección permanente frente a cortocircuitos
- Nivel de ruido < 40 dB(A) a 1 m

Estará formado por los siguientes elementos principales:

- Interruptor magnetotérmico para la entrada del sistema de tipo caja moldeada, dimensionado correctamente
- Módulo rectificador con tecnología de fuente de alimentación conmutada

- Elemento de protección de la batería
- Sistema de baterías de capacidad autónoma suficiente
- Panel de control que indique información de los diferentes parámetros del sistema
- Interruptor magnetotérmico bipolar (48Vcc) para la salida del rectificador
- Sistemas de protección contra descargas, uno a la entrada y otro a la salida del sistema rectificador-cargador
- Cuadro de distribución de corriente continua de 48 Vcc, con las salidas y las protecciones necesarias

3.8.2 Diseño y construcción

Todos los equipos irán incluidos en un solo armario y su disposición en el interior permitirá acceder con facilidad a cada elemento. Todos los armarios deberán suministrarse completamente cableados hasta las regletas de bornas terminales donde se harán las conexiones externas.

El armario estará equipado con los elementos necesarios para la refrigeración de los equipos.

Se describen a continuación las características y requisitos técnicos exigidos a todos los equipos:

- Elementos de maniobra y protección

  El sistema de corriente continua estará protegido por interruptores magnetotérmico, tanto a la entrada como a la salida.

  Cumplirán con la normativa IEC 60947 y dispondrán de un poder de corte superior a la intensidad de corta duración admisible. Llevarán mínimamente un grupo de contactos 2 NA + 2 NC instalados en el interruptor que actuarán siempre que lo haga éste.

  De igual manera, contará con sistemas de protección contra descargas, tanto a la entrada como a la salida del rectificador.

- Módulo rectificador

  El módulo rectificador transformará la tensión de entrada, previamente acondicionada mediante un filtro de línea, en una tensión continua, filtrada y controlada.

  Cada módulo rectificador con tecnología de fuente de alimentación conmutada. La potencia del sistema se alcanzará cuando el sistema está trabajando a tensión de flotación en su salida.

El puente rectificador deberá disponer de un arranque suave, de forma que se evite cualquier punta de corriente cuando el rectificador arranque, y así los condensadores de filtraje incluidos internamente se precargarán de una forma progresiva en lugar de hacerlo rápidamente.

La tensión de salida se empleará tanto para recargar las baterías como para alimentar al cuadro de distribución. Este sistema dispondrá de tres estados diferentes de funcionamiento:

- Modo normal: las cargas están alimentadas directamente de los módulos rectificadores, es decir se toma la energía de la red eléctrica AC, y se transforma en energía continua de 48 Vcc, que alimenta las cargas. En esta situación las baterías se mantienen en estado de flotación.
- Modo emergencia: en el caso de fallo de red, las cargas conectadas al sistema seguirán estando alimentadas, pero desde las baterías, no desde el rectificador. El paso de transferencia del modo manual al de emergencia, no deberá suponer una interrupción de alimentación de las cargas.
- Modo de recarga: cuando la red eléctrica sea restaurada, el rectificador arrancará automáticamente, recargará las baterías y alimentará las cargas al mismo tiempo.

- Baterías

Las baterías serán del tipo Ni-Cd de alta temperatura, libres de mantenimiento y sin desprendimiento de gases, dimensionadas para ser capaces de soportar las descargas requeridas. Estarán protegidas contra descargas profundas.

Las baterías estarán situadas en el propio armario, sobre bandejas fijas o móviles, de tal manera que sea fácil su reemplazo o el rellenado de electrolito (NiCd).

La polaridad de cada uno de los bloques estará etiquetada de manera permanente. Y cada una de ellas llevará una placa de características con sus principales características.

Dispondrán de indicación de nivel máximo y mínimo de la disolución, de forma que sean fácilmente visibles una vez instaladas.

Los recipientes serán cerrados y dispondrán de tapa hermética. Existirán orificios de llenado, para ventilación y para toma de temperaturas y densidades.

Las baterías se cargarán según los siguientes modos:

- Carga de igualación: en caso de fallo de la red, y una vez que se restablece la tensión, se realizará una carga de igualación que estará en función de los siguientes parámetros:
  - Factor de carga (energía que debe recargarse a la batería, después de una descarga de la misma)
  - Mínima corriente de carga (corriente a la cual se pararía la carga)
  - Mínimo tiempo de carga (mínimo tiempo de carga para el modo de carga de igualación)
- Carga periódica; consiste en realizar una carga de igualación, pero repetitiva en el tiempo. Con ello es posible ajustar la tensión máxima, el tiempo máximo de recarga y la periodicidad. Sólo se llevará a cabo cuando el sistema no ha realizado ninguna carga de igualación durante un periodo marcado.
- Carga manual; sólo se podrá activar de manera manual, y se podrá configurar los parámetros de máxima tensión y tiempo de recarga.

- Panel de control

  Esta unidad controlará todo el funcionamiento del sistema, almacenará todos los parámetros y calibraciones y gestionará los datos de entrada y salida del módulo rectificador y de las baterías y en él se programarán todos los parámetros necesarios.

  Este módulo hará de interface entre el usuario y el sistema, y además deberá tener un display para consultar, ajustar y calibrar cualquier parámetro necesario y alarmas necesarias: tensión de red, tensión de salida de rectificador, tensión de utilización, intensidad de salida de rectificador, intensidad de batería, intensidad de utilización, tiempo restante de carga rápida, etc.

- Protección contra sobretensiones

  A la entrada y salida del rectificador se incluirán unos sistemas de protección contra sobretensiones que eviten la rotura de los equipos por una sobretensión.

- Cuadros de distribución de 48Vcc

  El cuadro de distribución deberá cumplir los requisitos indicados en el apartado 3.6.1.1 Cuadros eléctricos de interior para los cuadros de forma 1.

Todas las alimentaciones a los distintos servicios contarán con interruptores automáticos del tipo modular magnetotérmicos bipolares de capacidad adecuada a la potencia de la carga y a las características de la instalación.

- Placa de características

  Se incluirá una placa de características en el sistema rectificador con todos los datos principales de identificación situada en el frontal del armario.

  Las baterías también llevarán una placa de características en un lugar visible.

3.9 INSTRUMENTACIÓN

A continuación, se describe la instrumentación más habitual utilizada en las instalaciones del CABB/BBUP. No es viable la especificación de toda la instrumentación dada la gran variedad de instrumentos y equipos existentes y dada la variedad de necesidades particulares que se dan en cada instalación. Por lo tanto, será necesario prestar especial atención a este apartado con el fin de analizar detalladamente la instrumentación a instalar en cada caso particular.

En cualquier caso, se deben suministrar e instalar con todos los materiales auxiliares que sean necesarios para su correcta instalación (cables de interconexión con sondas y controladores, soportes, bridas, cadenas, lastres, cables, tarjetas de comunicaciones…) y deberán de ser de un material adecuado para soportar los posibles agentes externos que puedan atacarles en cada instalación (gases, corrosiones...).

Todos los equipos instalados de deberán alimentar desde protecciones independientes desde el cuadro de la instalación.

Cuando así se requiera, también se deberá incluir la puesta en marcha de los equipos por parte del fabricante de estos.

3.9.1 Estaciones Abastecimiento

Cumplirán con lo establecido en las normas UNE 61.326-1:2006, UNE 61.010-1:2001.

La instrumentación precisa en este tipo de instalaciones es la siguiente:

3.9.1.1 Medición en continuo de presión y de nivel

- **Medición en continuo de nivel (Hidrostático)**

  Serán equipos provistos de una celda de medida cerámico-capacitiva. La presión hidrostática del proceso provoca una variación de la capacidad dentro de la celda de medida

a través de la membrana. Esta variación es transformada en una señal de salida correspondiente.

Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

- Resistencia de sobre carga muy elevada.
- Buena resistencia a la corrosión.
- Muy buena resistencia a la abrasión
- Ninguna histéresis.

Características técnicas:

Rango de medición:	+0,1.....60 bar
Rango de medición mínimo	0,1 bar
Temperatura de proceso	-20.....+80 ºC
Conexión al proceso	Cable de suspensión de PE
Material Transmisor / Diámetro	Dúplex (1.4462) / 32 mm
Precisión	0.1 %
Fijación /material	Gancho soporte / 1.4301 (304)
Salida de señal	4…20 mA/Hart + 4 hilos PT 100
Grado de protección conexión:	Carcasa con bornes IP66/IP67
Tensión de trabajo	9,6…35 V DC

Fabricante Vega: Tipo VegaWell 52 u otro se similares características

- **Caja para filtro de compensación de presión**

Serán equipos para la conexión eléctrica y la ventilación de transmisores de presión hidrostáticos.

Dispondrá de carcasa de plástico de alta resistencia, bornes integrados y filtro de ventilación.

Características técnicas:

Protección	IP66/IP68
Montaje	pared, riel o tubo

Temperatura ambiente	-20…+70 ºC

Fabricante Vega. Tipo.: VEGABOX 03 u otro de similares características

- **Medición en continuo de presión**

  Serán equipos provistos de una celda de medida cerámica, que transforma la presión aplicada en una señal eléctrica. Esta señal es evaluada por la electrónica y convertida en una señal de salida normalizada.

  Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

  - Gran resistencia de sobrecarga y al vacío.
  - Gran resistencia a la abrasión

Características técnicas:

Conexión al proceso / material	Rosca G½, interior G¼, ISO 228-1 / 316L
Material de la junta	FKM
Presión	Relativa
Rangos de medición	-1 …+100 bar (según aplicación)
Rango de medición mínimo	+ 0,1 bar
Precisión	0,2 %
Salida de señal	dos hilos 4…mA / HART
Material carcasa	Plástico
Protección	IP68
Temperatura de proceso	-40…+150º C
Tensión de trabajo	9,6…35 V DC

Fabricante Vega. Tipo Vegabar 82 u otro de similares características

- **Sonda Radar**

  La función de medición es por impulsos de microondas emitidos por un sistema de antenas sobre el producto a medir. Los impulsos reflejados en el producto son captados nuevamente por el sistema de antenas. El tiempo desde la transmisión hasta la recepción es proporcional al nivel.

Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

- Medición sin contacto
- El principio de medición es independiente de la presión, temperatura, presencia de gases y/o polvo en el proceso.
- Alta precisión
- Alta protección

Características técnicas:

Rango de medición:

○ Sistema de antenas encapsulado	15 m/35m.
○ Antena de trompeta plástica	hasta 35 m.
Error de medición:	± 2 mm
Conexión al proceso	Soporte de montaje 300mm/ 316L
	Rosca ≥ G1½, ≥ 1½ NPT
	Brida ≥ DN80, ≥ 3"
	Estribo de montaje
Presión de proceso	-1…2 bar
Temperatura de proceso	-40 ...+ 80 ºC
Tensión de alimentación	9,6...36 V DC
Electrónica	2 hilos 4…20 mA/HART
Carcasa/ protección	Plástico / IP68

Fabricante Vega. Tipo Vegapuls (WL)61 u otro de similares características.

❖ **Equipo acondicionador de señal**

Con la "Medición en continuo de nivel (Hidrostático)", la "Medición en continuo de presión" y la "Sonda radar", si se solicita, se deberá instalar un equipo acondicionador de señal.

Será un acondicionador de señal e indicador para alimentar, procesar y mostrar los valores de medición de un sensor 4…20mA/HART. Tendrá la posibilidad de ajuste del valor de

medida para adaptarse a las condiciones del proceso. Se mostrarán los valores en un display.

Características técnicas:

Montaje:	en regleta de montaje 35 x 7,5 (EN 50022)
Bornes de conexión:	Tornillo
Sección máx. de conexión:	1,5 mm²
Grado de protección:	IP20
Temperatura de trabajo:	-20...60 ºC
Tensión de alimentación:	20…253V AC/ DC, 50/60Hz,
Consumo máx. de potencia:	12 VA, 4 W
Entradas de sensor	1x4-20 mA
Tipo de entrada	activa/pasiva (seleccionable)
Salidas de relé	2 x relés de trabajo, 1 x relé de fallo, ≤ 250 V AC/DC
Salidas de corriente	1x0/4...20 mA, 500 Ω
Medio de transmisión de la medida:	Digital para los sensores HART
	Analógica para los sensores 4-20 mA
Indicación del valor de medición:	Pantalla de cristal líquido (45x45 mm)
	Indicación digital y casi-analógica
	Rango máx.: –99999...99999

Fabricante Vega. Tipo Vegamet 381 u otro de características similares

3.9.1.2 Medición discreta de nivel. Boyas

Es un interruptor flotante tipo boya para la detección de niveles en líquidos. Se utilizarán interruptores flotadores para el control de seguridad de bombas y alarmas.
Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

- Ausentes de mercurio y plomo entre sus materiales.
- Apto para uso en agua potable.
- Sin mantenimiento.

- Amplio ángulo de conmutación.

Características técnicas:

Elemento de conmutación	micro interruptor
Conexión al proceso	Cable de suspensión
Salida	Contacto inversor 16 (6) A, 250 VAC
Presión máx.	3,5 bar
Temperatura máx.	80 ºC
Densidad del fluido	0,7 a 1,1
Longitud del cable	Según necesidad
Material boya	Polipropileno especial.
Aislamiento del cable	EPDM (3x1 mm^2)
Lastre	230 g Acero inoxidable 316L
Grado de protección:	IP68
Ángulo de conmutación	165º

Incluirá gancho para colgar en INOX.

Fabricante Vega. Tipo VEGAFLO SL1C EP u otro de características similares.

3.9.1.3 Medición discreta de nivel. Detector de alivio y Detector de inundación

Se utilizarán interruptores vibratorios de nivel para detectar desbordamientos o inundaciones. El principio de funcionamiento del sensor es el accionamiento de vibración que excita una horquilla vibratoria a su frecuencia de resonancia. En el caso de recubrimiento de la horquilla con producto, la frecuencia de vibración se reduce. El cambio de frecuencia es evaluado por la electrónica y convertido en una señal de conmutación.

Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

- Detección segura y exacta del nivel límite.
- Apto para uso en agua potable.
- **Dispositivo modular**, el cual admite piezas de recambio y reparaciones.

- El propio dispositivo permite una **salida directa con relé**. No se admitirá salida PNP + relé adicional.
- La carcasa hace las veces de caja de bornas, realizándose la conexión eléctrica por prensaestopas (no se admitirá conector M12x1).
- Al ser modular, el dispositivo permite la adaptación a todo tipo de temperatura, presión, conexión mecánica, productos a detectar, electrónica, etc.
- Presión, temperatura, formación de espuma, viscosidad y composición del líquido no tienen influencia alguna sobre la exactitud de conmutación.

Características técnicas:

Presión de proceso:	-1…+64 bar/ -100…+6400kPa
Temperatura de proceso	-50…+250 ºC (-58…+482 ºF)
Viscosidad – dinámica	0,1…10000 mPa s
Densidad	0,7…2,5 g/cm³ (0.025…0.09 lbs/in³); 0,47…2,5 g/cm³ (0.0163…0.09 lbs/in³)
Salida de señal	Mediante conmutación
Temperatura ambiente	-40…+70 ºC (-40…+158 ºF)
Histéresis	Aprox. 2 mm (0.08 in) con montaje vertical
Conexión a proceso	Rosca a partir de G¾, ¾ NPT, bridas a partir De DN 25, 1”, conexiones higiénicas
Tensión de trabajo	20…253 V AC, 50/60 Hz; 20…72 V DC
Consumo de potencia	1…8 VA (AC), 1,5 W (DC)
Tensión de activación	mín. 10 mV, máx. 253 V AC; 253 V DC
Corriente de conmutación	mín. 10 µA/ max. 3 A AC, 1 A DC
Potencia de ruptura	mín. 50 mW, máx 750 VA AC, 54 W DC
Material	Aluminio
Grado de protección:	IP68

Incluirá soporte extensible de fijación a pared en INOX 316L

Fabricante Vega. Tipo Vegaswing 61 u otro tipo de similares características.

3.9.1.4 Medición en continuo de caudal (alimentado con baterías)

Serán equipos de medición por ultrasonidos de inducción electromagnética.

Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

- Baja pérdida de presión.
- Apto para uso en agua potable.
- Sin mantenimiento.

Características técnicas:

Diámetro nominal	Adecuado para cada aplicación
Caudal máximo	Adecuado para cada aplicación
Principio de medición	Inducción electromagnética
Conexión al proceso	Bridas EN1092-1
Presión nominal	PN16
Tª ambiente	-20…+60 ºC
Tª fluido	0…+70 ºC
Protección ambiental	IP68
Materiales:	
- Tubo de medida	Acero inoxidable AISI 304
- Carcasa y bridas	Acero al carbono ASTM A105 con pintura Epoxy
- Revestimiento	EPDM
- Electrodo	Hastelloy C276
- Electrodos puesta a tierra	Hastelloy C276
Montaje	Separado, con cable y conectores incluidos
Precisión medida	0,4% ± 2 mm/s
Salida de señal	Cable salida de pulsos, longitud según aplicación
Alimentación	Baterías internas

Fabricante Siemens; tipo MAG 8000 u otro de similares características.

3.9.1.5 Medición en continuo de caudal (alimentado de red)

Serán equipos de medición por inducción electromagnética y montaje por separado del caudalímetro y el transmisor.

Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

- Alta precisión a bajo caudal.
- Apto para uso en agua potable.

Características técnicas del caudalímetro:

Diámetro nominal	Adecuado para cada aplicación
Caudal máximo	Adecuado para cada aplicación
Principio de medición	Inducción electromagnética
Conexión al proceso	Bridas EN1092-1
Presión nominal	PN16
Tª ambiente	-40…+ 100 ºC
Tª fluido	-10…+70 ºC
Protección ambiental	IP68
Materiales:	
- Tubo de medida	Acero inoxidable AISI 304
- Carcasa y bridas	Acero al carbono ASTM A 105 con pintura Epoxy
- Revestimiento	EPDM
- Electrodo	Hastelloy C276
- Electrodos puesta a tierra	Hastelloy C276
- Caja de bornes	Poliamida reforzada con fibra de vidrio

Fabricante Siemens; tipo MAG 5100W u otro de similares características

Características técnicas del transmisor:

Convertidor para la medida del caudal, magnético-inductivo, con auto diagnóstico para conectar los sensores de medida. Montaje separado del sensor.

Precisión medida	0,4% ± 1 mm/s
Ajuste del cero	Automático

Indicación tubo vacío	Automático (Incluido)
Señal de salida	De 0/4 a 20 mA/Pulsos
Comunicación	Sin/ Profibus PA-DP
Pantalla:	Retroalimentación con texto alfanumérico
Protección ambiental	IP 67
Tª ambiente	De -20 ºC a +50 ºC
Longitud cable	según necesidad
Alimentación	220 V ca o 24 Vcc

Incluido el cable de conexión del sensor electromagnético al transmisor, juego de piezas para montaje en pared, anillo de puesta a tierra en Hastelloy C22, cable comunicaciones del transmisor al concentrador Profibus PA/DP, y cualquier otro elemento accesorio necesario.

Fabricante Siemens; tipo MAG 5000/MAG 6000 u otro de similares características.

3.9.1.6 Medición en continuo de pH

Serán equipos de medición por diferencia de potencial mediante un electrodo de medición que reaccione lo más específicamente posible a los cambios de concentración de un determinado reactivo, y un electrodo de referencia que suministre un potencial lo más constante posible independiente de la concentración del reactivo.

Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

- Medición precisa y fiable del valor de pH.
- Apto para uso en agua potable.
- Alta calidad de los vidrios y diafragmas.

Características técnicas:

Rango de medición:	1-12 pH
Rango de Tª	0-80ºC
Presión máx.	6 bar
Conductividad min.	>150 µS/cm
Membrana	cerámica

Longitud	120 +/-3mm, rosca PG13.5, Enchufable SN 6
Montaje	En soporte

Fabricante Prominent. Tipo Sonda de pH PHEP-112-SE (150041) u otro de similares características.

Características técnicas controlador:

Convertidor para la medida de pH, con auto diagnóstico para conectar los sensores de medida. Montaje separado del sensor. Medición continua. Procesamiento de la variable de perturbación.

Rango de medición	0-14 pH
Resolución:	0,01 pH
Precisión:	0,3 % del valor final del rango de medición
Entrada de medición	pH (resistencia de la entrada > 0,5 x 1012 Ω)
Variable de corrección	Temperatura vía Pt100/Pt 1000
Rango de corrección de Tª	0…100ºC
Canal de medición:	1 ó 2
Señal de salida:	2 x 0/4 – 20 mA (aislada galvánicamente)
	450 Ω
	Rango ajustable
Salidas ajustables	2 x 2 salidas de frecuencia de impulsos
	2 relés
Entradas digitales (de mando)	2
Conexión de bus de campo	Sin/PROFIBUS-DP/ Modbus RTU / Profinet
Tensión alimentación	100-253 V, 50/60 Hz, 25 VA, 24 V cc
Temperatura ambiente	-20…60 ºC
Protección	IP67 en pared / IP 54 en cuadro eléctrico
Montaje	En pared / En cuadro eléctrico

Fabricante Prominent. Tipo Dulcometer diaLog DACa/DACb u otro de similares características.

3.9.1.7 Medición en continuo de Cl de Agua Tratada

Serán equipos de medición con electrodos por amperometría; corriente de medición, utilizada para determinar la concentración de solidos/gases disueltos en soluciones acuosas.

Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

- Medición precisa y fiable del valor de cloro.
- Apto para uso en agua potable.
- Sin alteraciones por la turbidez, coloración o temperatura.
- Con compensación interna ante las fluctuaciones de temperatura y pH.

Características técnicas:

Rango de medición:	Según aplicación
Parámetro de medición	Cloro libre
Reproducibilidad	30 ppb o 3%
Rango de Tª	5º …45ºC (Corrección automática)
Rango de pH	4 – 9
Caudal de agua	30 - 50 l/h
Presión de muestra	Max. 0,5 bar
Protección	IP 65
Montaje	En soporte. Kit de montaje.

Incluye cable de sonda hasta el controlador

Fabricante Hach. Tipo Sonda cloro CLF10sc (LXV45A) u otro de similares características.

Características técnicas controlador:

Convertidor para la medida de cloro, con auto diagnóstico para conectar los sensores de medida. Montaje separado del sensor. Medición continua. Procesamiento de la variable de perturbación.

Display	Matriz gráfica, retroiluminado
Entradas	2 o 4 canales de entrada para sensores digitales o analógicos

Salidas analógicas	Dos a cuatro; 0-20 mA o 4-20 mA
	Impedancia máxima de 500 ohm o 550 ohm.
	Rango ajustable
Relés	Cuatro relés, contacto SPDT, configurables.
Temperatura de Operación	–20 a 55 o 60 °C
Conexión de bus de campo	Modbus RTU (RS485) / Modbus TCP IP
Tensión de alimentación	24 Vcc
Protección	NEMA 4X/IP66/IP65
Material	Acrilonitrilo butadieno estireno ABS
	Policarbonato
	Aluminio (recubrimiento contra el polvo)
	Acero inoxidable
Montaje	En pared / En cuadro eléctrico

Fabricante Hach Lang Tipo SC200 (LXV404) o Tipo SC1000 (LXV400) con módulo de comunicación u otro de similares características.

3.9.1.8 Medición en continuo de Cl de Agua Decantada o Filtrada

Serán equipos de medición mediante colorímetro. Se mide la transmisión de la luz a través de la muestra mezclada con el reactivo. La intensidad del color medida se compara con un patrón de referencia.

Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

- Medición precisa y fiable del valor de cloro.
- Apto para uso en agua potable.

Características técnicas:

Rango de medición:	Según aplicación
Exactitud	±5 % o ±0,04 mg/l (el valor más alto) de 0 a 5 mg/L Cl2
	± 10 % de 5 a 10 mg/L Cl2
Rango de Tª	5º …40ºC

Presión de entrada	0.3-5.2 bares suministrados al filtro en Y
	0.1-0.3 bares suministrados al analizador
Caudal de agua	60 - 200 ml/h a través del instrumento
Fuente de luz	LED, medición a 510nm, camino óptico de 1cm
Consumo de reactivos	0.5 l de solución tampón y 0.5 l solución indicadora en 31 días
Protección	IP 66
Conexiones	Línea de muestra con racor de conexión rápida de ¼" de diámetro exterior para tubos de plásticos
	Línea de drenaje con racor para tubos de plástico blando de ½" de diámetro interior
Filtración	Filtro en Y con malla de 40 o superior
Montaje	En soporte. Kit de montaje.

Incluye cable de la sonda hasta el controlador y kit de instalación con ajuste o con regulación de presión por rotura de carga.

Fabricante Hach Lang. Tipo Sonda cloro CL17sc u otro de similares características.

Características técnicas controlador:

Convertidor para la medida de cloro, con auto diagnóstico para conectar los sensores de medida. Montaje separado del sensor. Medición continua. Procesamiento de la variable de perturbación.

Display	Matriz gráfica, retroiluminado
Entradas	2 o 4 canales de entrada para sensores digitales o analógicos
Salidas analógicas	Dos a cuatro; 0-20 mA o 4-20 mA
	Impedancia máxima de 500 ohm o 550 ohm.
	Rango ajustable
Relés	Cuatro relés, contacto SPDT, configurables.
Temperatura de Operación	–20 a 55 o 60 °C
Conexión de bus de campo	Modbus RTU (RS485) / Modbus TCP IP

Tensión de alimentación	24 Vcc
Protección	NEMA 4X/IP66/IP65
Material	Acrilonitrilo butadieno estireno ABS
	Policarbonato
	Aluminio (recubrimiento contra el polvo)
	Acero inoxidable
Montaje	En pared / En cuadro eléctrico

Fabricante Hach Lang Tipo SC200 (LXV404) o Tipo SC1000 (LXV400) con módulo de comunicación u otro de similares características.

3.9.1.9 Medición en continuo de Cl de Agua Tratada mediante batería

Serán equipos de medición con electrodos por amperometría; corriente de medición, utilizada para determinar la concentración de solidos/gases disueltos en soluciones acuosas.

Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

- Medición fiable del valor de cloro.
- Apto para uso en agua potable.
- Con compensación interna ante las fluctuaciones de temperatura

Características técnicas:

Rango de medición:	0-5ppm
Parámetro de medición	Cloro libre
Material	PVC-U
Largo del cuerpo del sensor	175 mm
Tiempo de respuesta	50 sg
Rango de Tª	0º …50ºC
Rango de pH	5 – 9
Caudal de agua	0,05 m/s
Presión de servicio	0-8 bares
Estanqueidad	IP 68

Salida	4-20 mA
Alimentación	Alimentado mediante el datalogger

Incluye cable de sonda hasta el datalogger

Fabricante Sofrel. Tipo Sonda cloro aquasector-Cl u otro de similares características.

Características técnicas sistema de inserción:

Sistema de soportado e inserción en la tubería del analizador de cloro

Soporte	Nylon reforzado
Conector	1 ¼" para la conexión de un captador de presión collarín para toma en carga. Depende del diámetro de la tubería

Características técnicas datalogger:

Equipo registrador a batería, como sistema de control

Envolvente	Estanqueidad IP68 reforzada
Temperatura	-20 a 55 ºC
Alimentación	Pila de litio
Comunicación	GPRS/3G
Antena	Integrada y externa
Entradas	2 AI 4-20 mA +4DI

Incluye soporte de montaje en pared

Fabricante Sofrel Tipo Datalogger LS42 u otro de similares características.

Este equipo Datalogger deberá comunicar con un servidor en el puesto de control central vía GSM/GPRS de tal manera que la información de la instalación quede a disposición de los sistemas de supervisión y control del PCC.

3.9.1.10 Medición en continuo de turbidez Agua bruta

- **Medición en continuo de turbidez montaje by-pass en pared**

  Serán equipos de medición según el método nefelométrico (medición de la luz difusa en un ángulo de 90° - DIN ISO EN 27027). La cantidad de luz dispersada es directamente proporcional a la turbidez de la muestra.

Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

- Funciones de autodiagnóstico
- Eliminación física y matemática de burbujas.
- Con autolimpieza mecánica.
- Apto para uso en agua potable.

Características técnicas

Principio de medida:	Pulsos de luz dispersa infrarroja a 90º (DIN EN 27027, ISO 7027)
Rango:	0.0001–1000 FNU
Coef. de variación proceso	1 % (DIN 38402)
Tiempo de respuesta	1-60 s (ajustable)
Reproducibilidad	± 0,002 NTU o bien ± 1,0 %
Caudal de muestra	Mín. 0,2 l/min
Presión de la muestra	6 bar a 20º C
Temperatura de la muestra	50 °C (máximo)
Temperatura ambienten	2 a 40 °C
Protección	IP 65
Conexión de muestra	Espiga macho para tubo de 13 mm ID
Autolimpieza	Mecánica
Materiales	Lentes: cuarzo
	Cámara de medida: Noryl
	Soporte rasquetas: Aleación de titanio
	Rasquetas: Silicona
	Contenedor: ASA

Incluido set de autolimpieza, cable de la sonda al controlador y kit de montaje con soporte

Fabricante Hach Lang. Tipo Ultraturb SC (LPV415) u otro de características similares

Características técnicas controlador:

Convertidor para la medida de turbidez, con auto diagnóstico para conectar los sensores de medida. Montaje separado del sensor. Medición continua. Procesamiento de la variable de perturbación.

Display	Matriz gráfica, retroiluminado
Entradas	2 ó 4 canales de entrada para sensores digitales o analógicos
Salidas analógicas	Dos a cuatro; 0-20 mA o 4-20 mA.
	Impedancia máxima de 500 ohm o 550 ohm.
	Rango ajustable
Relés	Cuatro relés, contacto SPDT, configurables.
Temperatura de Operación	–20 a 55 o 60 °C
Conexión de bus de campo	Modbus RTU (RS485) / Modbus TCP IP
Tensión de alimentación	24 Vcc
Protección	NEMA 4X/IP66/IP65
Material	Acrilonitrilo butadieno estireno ABS
	Policarbonato
	Aluminio (recubrimiento contra el polvo)
	Acero inoxidable
Montaje	En pared / En cuadro eléctrico

Fabricante Hach Lang Tipo SC200 (LXV404) o Tipo SC1000 (LXV400) con módulo de comunicación u otro de similares características.

- **Medición en continuo de turbidez por sonda sumergida**

  Serán equipos de medición según el método nefelométrico (medición de la luz difusa en un ángulo de 90° - DIN ISO EN 27027). La cantidad de luz dispersada es directamente proporcional a la turbidez de la muestra.

  Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

  - Independiente del color de la turbidez y de los sólidos en suspensión
  - Con autolimpieza mecánica.

- Apto para uso en agua potable.

Características técnicas

Principio de medida:	luz infrarroja dispersa a 90º (DIN ISO EN 27027)
Rango:	0.001–1000 NTU
Tolerancia de medida:	± 1 % del valor medido ±0,001 NTU
Tiempo de respuesta:	0,5 s < T90 < 5 min (ajustable)
Ciclo de medida:	0,3 s
Presión:	Max. 1 bar
Temperatura de la muestra:	2 a 40 °C
Carcasa:	Plástico (PVC)

Incluido set de montaje en inmersión (cubeto, codo, pértiga y anclajes en acero inoxidable 316L) y set de autolimpieza.

Fabricante Hach Lang. Tipo Solitax T-line SC (LXV423) u otro de características similares.

Características técnicas controlador:

Convertidor para la medida de turbidez, con auto diagnóstico para conectar los sensores de medida. Montaje separado del sensor. Medición continua. Procesamiento de la variable de perturbación.

Display	Matriz gráfica, retroiluminado
Entradas	2 ó 4 canales de entrada para sensores digitales o analógicos
Salidas analógicas	Dos a cuatro; 0-20 mA o 4-20 mA. Impedancia máxima de 500 ohm o 550 ohm. Rango ajustable
Relés	Cuatro relés, contacto SPDT, configurables.
Temperatura de Operación	–20 a 55 o 60 °C
Conexión de bus de campo	Modbus RTU (RS485) / Modbus TCP IP
Tensión de alimentación	24 Vcc

Protección	NEMA 4X/IP66/IP65
Material	Acrilonitrilo butadieno estireno ABS
	Policarbonato
	Aluminio (recubrimiento contra el polvo)
	Acero inoxidable
Montaje	En pared / En cuadro eléctrico

Fabricante Hach Lang Tipo SC200 (LXV404) o Tipo SC1000 (LXV400) con módulo de comunicación u otro de similares características.

3.9.1.11 Medición en continuo de turbidez agua tratada

- **Medición en continuo de turbidez montaje by-pass en pared**

Serán equipos de medición por luz dispersa laser utilizada para determinar la turbidez en soluciones acuosas. La cantidad de luz dispersada es directamente proporcional a la turbidez de la muestra.

Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

- Aviso de las necesidades de mantenimiento con antelación.
- Con autolimpieza mecánica.
- Apto para uso en agua potable.

Características técnicas

Método de Detección:	Fuente de luz láser de clase 2, de 1,0 mW como máximo y de 850 nm (ISO)
Rango:	0 – 1000 NTU/FNU/TE/F/FTU
Exactitud:	± 2% de la lectura o ± 0.01 NTU de 0 a 40 NTU;
	± 10% de la lectura de 40 a 1000 NTU
Resolución:	0,0001 NTU/FNU/TE/F/FTU/EBC
Repetibilidad:	Superior que 1 % de la lectura o ±0.002 NTU en formacina 25 ºC, el que sea mayor sea para cada rango.
Luz difusa:	< 10 mNTU

Tiempo promedio de la señal:	de 5 a 90 s.
Tiempo de respuesta:	T90<45s a 100 mL/min
Temperatura de la muestra:	2 a 60 °C
Presión de la muestra:	6 bar
Caudal de muestra:	100 a 1000 mL/min.; óptimo 200 a 500 mL/min.
Temperatura de Operación:	0 a 50 °C (32 a 122 °F)
Humedad de Operación:	5 a 95% no condensable

Incluido set de autolimpieza, kit de mantenimiento y kit de montaje.

Fabricante Hach Lang. Tipo TU5300 SC (LXV445) u otro de similares características

Características técnicas controlador:

Convertidor para la medida de turbidez, con auto diagnóstico para conectar los sensores de medida. Montaje separado del sensor. Medición continua. Procesamiento de la variable de perturbación.

Display	Matriz gráfica, retroiluminado
Entradas	2 o 4 canales de entrada para sensores digitales o analógicos
Salidas analógicas	Dos a cuatro; 0-20 mA o 4-20 mA
	Impedancia máxima de 500 ohm o 550 ohm.
	Rango ajustable
Relés	Cuatro relés, contacto SPDT, configurables.
Temperatura de Operación	–20 a 55 o 60 °C
Conexión de bus de campo	Modbus RTU (RS485) / Modbus TCP IP
Tensión de alimentación	24 Vcc
Protección	NEMA 4X/IP66/IP65
Material	Acrilonitrilo butadieno estireno ABS
	Policarbonato
	Aluminio (recubrimiento contra el polvo)
	Acero inoxidable

Montaje	En pared / En cuadro eléctrico

Fabricante Hach Lang Tipo SC200 (LXV404) o Tipo SC1000 (LXV400) con módulo de comunicación u otro de similares características.

3.9.2 Estaciones Saneamiento

Cumplirán con lo establecido en las normas UNE 61326-1:2006, UNE 61010-1:2001.

La instrumentación precisa en este tipo de instalaciones es la siguiente:

3.9.2.1 Medición en continuo de nivel

- **Medición en continuo de nivel (Hidrostático)**

  Serán equipos provistos de una celda de medida con membrana cerámica resistente. La presión hidrostática del proceso provoca una variación de la capacidad dentro de la celda de medida a través de la membrana. Esta variación es transformada en una señal de salida correspondiente.

  Las principales características de esta celda de medida serán las siguientes:

  - Resistencia de sobre carga muy elevada.
  - Buena resistencia a la corrosión.
  - Muy buena resistencia a la abrasión
  - Ninguna histéresis.

Características técnicas:

Rango de medición:	+0,1.....60 bar
Rango de medición mínimo	0,1 bar
Temperatura de proceso	-20.....+80 ºC
Conexión al proceso	Cable de suspensión de PE
Material Transmisor / Diámetro	Dúplex (1.4462) / 32 mm
Precisión	0.1 %
Fijación /material	Gancho soporte / 1.4301 (304)
Salida de señal	4…20 mA/Hart + 4 hilos PT 100
Grado de protección conexión:	Carcasa con bornes IP66/IP67

Tensión de trabajo	9,6…35 V DC

Fabricante Vega: Tipo VegaWell 52 u otro se similares características

❖ **Caja para filtro de compensación de presión**

Serán equipos para la conexión eléctrica y la ventilación de transmisores de presión hidrostáticos. Dispondrá de carcasa de plástico de alta resistencia, bornes integrados y filtro de ventilación.

Características técnicas:

Protección	IP66/IP68
Montaje	pared, riel o tubo
Temperatura ambiente	-20…+70 ºC

Fabricante Vega. Tipo: VEGABOX 03 u otro de similares características

- **Sonda Radar**

La función de medición es por impulsos de microondas emitidos por un sistema de antenas sobre el producto a medir. Los impulsos reflejados en el producto son captados nuevamente por el sistema de antenas. El tiempo desde la transmisión hasta la recepción es proporcional al nivel.

Las principales características de este tipo de medición son las siguientes:

- Medición sin contacto
- El principio de medición es independiente de la presión, temperatura, presencia de gases y/o polvo en el proceso.
- Alta precisión
- Alta protección

Características técnicas:

Rango de medición:

- Sistema de antenas encapsulado 15 m/35m.
- Antena de trompeta plástica hasta 35 m.

Error de medición:	± 2 mm.
Conexión al proceso	Soporte de montaje 300mm/ 316L

	Rosca ≥ G1½, ≥ 1½ NPT
	Brida ≥ DN80, ≥ 3"
	Estribo de montaje
Presión de proceso	-1…2 bar
Temperatura de proceso	-40 ...+ 80 ºC
Tensión de alimentación	9,6...36 V DC
Certificación:	ATEX II 1G, 1/2G, 2G Ex ia IIC T6 Ga, Ga/Gb, Gb
Electrónica	2 hilos 4…20 mA/HART
Carcasa/ protección	Plástico / IP68

Fabricante Vega. Tipo Vegapuls (WL)61 u otro de similares características.

- **Equipo acondicionador de señal**

Con la "Medición en continuo de nivel (Hidrostático)", la "Medición en continuo de presión" y la "Sonda radar", si se solicita, se deberá instalar un equipo acondicionador de señal.

Será un acondicionador de señal e indicador para alimentar, procesar y mostrar los valores de medición de un sensor 4…20mA/HART. Tendrá la posibilidad de ajuste del valor de medida para adaptarse a las condiciones del proceso. Se mostrarán los valores en un display.

Características técnicas:

Montaje:	En tableros de mando, armarios de conexiones o carcasas
Bornes de conexión:	Terminal elástico enchufable con codificación
Sección máx. de conexión:	2,5 mm²
Grado de protección:	IP20
Temperatura de trabajo:	-20...60 ºC
Tensión de alimentación:	20…253V AC/ DC, 50/60Hz
Consumo máx. de potencia:	7 VA, 3 W
Entradas de sensor	1x4-20 mA

Tipo de entrada	Activa/pasiva (seleccionable)
Salidas de relé	3 x relés de trabajo, 1 x relé de fallo, ≤ 250 V AC/DC
Salidas de corriente	1x0/4...20 mA, 500 Ω
Medio de transmisión de la medida:	Digital para los sensores HART
	Analógica para los sensores 4-20 mA
Indicación del valor de medición:	Pantalla de cristal líquido (65x32 mm)
	Indicación digital y casi-analógica
	Rango máx.: –99999...99999

Fabricante Vega. Tipo Vegamet 391 u otro de características similares.

3.9.2.2 Medición discreta de nivel

- **Zona Húmeda (boyas pozo de bombeo y alivio)**

  Se utilizarán interruptores flotadores detectores de nivel para el control de seguridad de bombas y alarmas. Serán específicos para líquidos que contienen gases inflamables (Zonas 0-1-2). Deberán ir asociados a un relé de seguridad intrínseca.

  Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

  - Sin mantenimiento.
  - Amplio ángulo de conmutación.
  - Apto para áreas con riesgo de explosión

Características técnicas:

Elemento de conmutación	Micro interruptor
Conexión al proceso	Cable de suspensión
Salida	Contacto inversor 24 VAC/DC – 10mA
	12 VAC/DC – 100 mA
Presión máx.	5 bar
Temperatura	-20...70 ºC
Densidad del fluido	0,8 a 1,1
Longitud del cable	Según necesidad

Material boya	Copolímero de polipropileno + HR HY (Hypalon).
Aislamiento del cable	Hypalon (3x1 mm2)
Lastre	275 g en resina
Grado de protección:	IP68
Ángulo de conmutación	25º

Incluirá gancho para colgar en INOX.

Fabricante Vega. Tipo VEGAFLO SL1C Ex u otro de características similares.

- **Zona Seca (boyas cubeto achique)**

  Se utilizarán interruptores flotadores detectores de nivel para el control de seguridad de bombas y alarmas. No precisaran certificación.

  Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

  - Sin mantenimiento.
  - Amplio ángulo de conmutación.

Características técnicas:

Elemento de conmutación	Micro interruptor
Conexión al proceso	Cable de suspensión
Salida	Contacto inversor 20 (8) A, 250 VAC
Presión máx.	5 bar
Temperatura	85 ºC
Densidad del fluido	0,7 a 1,5
Longitud del cable	Según necesidad
Material boya	Copolímero de polipropileno
Aislamiento del cable	Neopreno (3x1 mm2)
Lastre	250 g en resina
Grado de protección:	IP68
Ángulo de conmutación	110º

Incluirá gancho para colgar en INOX.

Fabricante Vega. Tipo VEGAFLO SL1C u otro de características similares.

3.9.2.3 Medición discreta de nivel. Detector de alivio y Detector de inundación.

Se utilizarán interruptores vibratorios de nivel para detectar desbordamientos o inundaciones. El principio de funcionamiento del sensor es el accionamiento de vibración que excita una horquilla vibratoria a su frecuencia de resonancia. En el caso de recubrimiento de la horquilla con producto, la frecuencia de vibración se reduce. El cambio de frecuencia es evaluado por la electrónica y convertido en una señal de conmutación.

Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

- Detección segura y exacta del nivel límite.
- Apto para uso en agua potable.
- **Dispositivo modular**, el cual admite piezas de recambio y reparaciones.
- El propio dispositivo permite una **salida directa con relé**. No se admitirá salida PNP + relé adicional.
- La carcasa hace las veces de caja de bornas, realizándose la conexión eléctrica por prensaestopas (no se admitirá conector M12x1).
- Al ser modular, el dispositivo permite la adaptación a todo tipo de temperatura, presión, conexión mecánica, productos a detectar, electrónica, etc.
- Presión, temperatura, formación de espuma, viscosidad y composición del líquido no tienen influencia alguna sobre la exactitud de conmutación.

Características técnicas:

Presión de proceso:	-1…+64 bar/ -100…+6400kPa
Temperatura de proceso	-50…+250 ºC (-58…+482 ºF)
Viscosidad – dinámica	0,1…10000 mPa s
Densidad	0,7…2,5 g/cm³ (0.025…0.09 lbs/in³);
	0,47…2,5 g/cm³ (0.0163…0.09 lbs/in³)
Salida de señal	Mediante conmutación
Temperatura ambiente	-40…+70 ºC (-40…+158 ºF)

Histéresis	Apróx. 2 mm (0.08 in) con montaje vertical
Conexión a proceso	Rosca a partir de G¾, ¾ NPT, bridas a partir De DN 25, 1", conexiones higiénicas
Tensión de trabajo	20…253 V AC, 50/60 Hz; 20…72 V DC
Consumo de potencia	1…8 VA (AC), 1,5 W (DC)
Tensión de activación	mín. 10 mV, máx. 253 V AC; 253 V DC
Corriente de conmutación	mín. 10 µA/ max. 3 A AC, 1 A DC
Potencia de ruptura	mín. 50 mW, máx 750 VA AC, 54 W DC
Material	Aluminio
Grado de protección	IP68

Incluirá soporte extensible de fijación a pared en INOX 316L

Fabricante Vega. Tipo Vegaswing 61 u otro tipo de similares características.

3.9.2.4 Medición en continuo de caudal

Serán equipos de medición por inducción electromagnética y montaje por separado del caudalímetro y el transmisor.

Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

- Alta precisión a bajo caudal.
- Apto para uso en agua potable.

Características técnicas del caudalímetro:

Diámetro nominal	Adecuado para cada aplicación
Caudal máximo	Adecuado para cada aplicación
Principio de medición	Inducción electromagnética
Conexión al proceso	Bridas EN1092-1
Presión nominal	PN16
Tª ambiente	-40…+ 100 ºC
Tª fluido	-10…+70 ºC

Protección ambiental	IP68

Materiales:

- Tubo de medida	Acero inoxidable AISI 304
- Carcasa y bridas	Acero al carbono ASTM A 105 con pintura Epoxy
- Revestimiento	EPDM
- Electrodo	Hastelloy C276
- Electrodos puesta a tierra	Hastelloy C276
- Caja de bornes	Poliamida reforzada con fibra de vidrio

Fabricante Siemens; tipo MAG 5100W u otro de similares características

Características técnicas del transmisor:

Convertidor para la medida del caudal, magnético-inductivo, con auto diagnóstico para conectar los sensores de medida. Montaje separado del sensor.

Precisión medida:	0,4% ± 1 mm/s
Ajuste del cero:	Automático
Indicación tubo vacío:	Automático (Incluido)
Señal de salida	De 0/4 a 20 mA/Pulsos
Comunicación	Sin/ Profibus PA-DP
Pantalla:	Retroalimentación con texto alfanumérico
Protección ambiental	IP 67
Tª ambiente	De -20 ºC a +50 ºC
Longitud cable	Según necesidad
Alimentación	220 V ca o 24 Vcc

Incluido el cable de conexión del sensor electromagnético al transmisor, juego de piezas para montaje en pared, anillo de puesta a tierra en Hastelloy C22, cable comunicaciones del transmisor al concentrador Profibus PA/DP, y cualquier otro elemento accesorio necesario.

Fabricante Siemens; tipo MAG 5000/MAG 6000 u otro de similares características.

3.9.2.5 Medición en continuo de conductividad

Serán equipos de medición basados en un procedimiento de medición inductivo sin contacto, con dos bobinas (primaria y secundaria) completamente aisladas del medio; la principal crea una corriente en el líquido a través de un campo magnético y la segunda determina la corriente recibida por el movimiento iónico dentro del líquido, con lo que es capaz de determinar la conductividad de este.

Debe ser apto para Zonas Atex y aguas residuales.

Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

- Sensor inductivo para medios muy contaminados.
- Alta resistencia mecánica y química.
- Sin polarización para aumentar el rango de medición.
- Con medición de temperatura

Características técnicas

Principio de medida:	Inductivo
Rango:	250 µS/cm ... 2,5 S/cm
Precisión de medición	±1,0% del valor de medición indicado o bien ±0,004 mS/cm
Tiempo de respuesta	< 15 s; T90
Sensor de temperatura	PT100
Precisión de medición Tª	± 0.2 °C
Tiempo de respuesta Tª	< 2 min; T90
Reproducibilidad	< 0,2 %
Sensibilidad	± 0,5 % del valor final del rango de medición
Presión máxima	2 bar
Temperatura de medición	–5 °C ... 50 °C
Potencia del sensor	< 7 W
Protección	IP 68
Velocidad máx. del flujo	4 m/s

Montaje	En inmersión (soporte, pértiga o cadena)
Materiales	Cuerpo en acero inoxidable y sensor en PEEK

Incluido set de autolimpieza.

Fabricante Hach Lang. Tipo 3798-S SC (LXV428) u otro de características similares.

Características técnicas controlador:

Convertidor para la medida de turbidez, con auto diagnóstico para conectar los sensores de medida. Montaje separado del sensor. Medición continua. Procesamiento de la variable de perturbación.

Display	Matriz gráfica LCD, retroiluminado
Entradas	1 ó 2 canales de entrada para sensores digitales o analógicos
Salidas analógicas	Dos; 0-20 mA o 4-20 mA.
	Impedancia máxima de 500 ohm.
Relés	Cuatro relés, contacto SPDT, configurables.
Temperatura de Operación	–20 a 60 °C - 95% de humedad relativa no condensable.
Conexión de bus de campo	Sin/PROFIBUS-DP/Modbus RS232-RS485/HART
Protección	NEMA 4X/IP66
Tensión de alimentación	100–230 V ac ±10%, 50/60 Hz; 24 V cc
Material	Policarbonato
	Aluminio (recubrimiento contra el polvo)
	Acero inoxidable
Montaje	En pared / En cuadro eléctrico

Fabricante Hach Lang. Tipo SC200 (LXV404) u otro de similares características.

3.9.3 Protecciones

3.9.3.1 Equipo protector contra sobretensiones

Como norma general, todas las sondas de medida se deberán proteger con un protector de sobre tensiones, sobre todo cuando la sonda se encuentra en el exterior.

Características técnicas:

Características	12…36Vcc
Montaje	Carril o en dispositivo de campo
Grado de protección:	IP20

Incluido bornas de fuerza y control, relés auxiliares, cables, canaletas, etiquetas, cualquier módulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

Fabr. Vega, Ref.: B 62-36 G o similar.

3.9.3.2 Equipo separador galvánico

Cuando la tarjeta de entradas analógicas del PLC no disponga de separación galvánica, se deberá suministrar uno de manera independiente.

Se utilizarán equipos de separación galvánica en los cables de señal 4…20mA/HART. La fuente de alimentación independiente asegura una fiabilidad en la transmisión de valores medidos.

Características técnicas:

Características	12…36Vcc
Montaje	Carril o en dispositivo de campo
Grado de protección:	IP20
Entrada	1 x 4 … 20 mA entrada de sensor
Salida	1 x 4 … 20 mA/24 V

Incluido bornas de fuerza y control, relés auxiliares, cables, canaletas, etiquetas, cualquier módulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

Fabr. Vega, Ref.: Vegatrenn 149A, Vegatrenn 141 o similar.

3.9.4 Toma de muestra para instrumentación de medida de calidad de agua

La toma de muestra para los analizadores de calidad de agua estará formada por:

- Picaje 1/2” y con válvula de corte.
- Tubería de acero al carbono galvanizado 1/2”
- Tubería de PVC
- Tubería PE

- Válvula de aislamiento, filtro Y, rotámetro, válvula reguladora de presión y válvula de aguja
- Accesorios: "Ts", codos, reductores, adaptadores de materiales, manómetros, soportes, etc.
- Bomba toma muestra (230Vca 50 Hz) para las tomas de muestra en la salida de los depósitos de las características adecuadas para tomar y recircular la muestra al depósito. Se instala la bomba, cuando en la salida del depósito cumpla las siguientes condiciones:
  - Instalaciones de sistemas deficitarios
  - Aquellos en los que el recurso bombeado al Depósito no es muy superior a la muestra perdida 1/20
  - Cuando por cotas no se garantice presión mínima en el analizador para el rango de carrera habitual del Depósito.

  Las características de la bomba de toma muestra son:
  - Material de cuerpo Fundición
  - Alimentación 220-230V 50Hz
  - Potencia 0.37KW
  - Caudal 5-40 l/min
  - Altura manométrica metros 38-5 m
  - Temperatura máxima 60ºC

  Incluidos todos los accesorios necesarios para su instalación, montaje y retorno de la muestra al depósito (Válvulas, reductores, bancada, etc.)

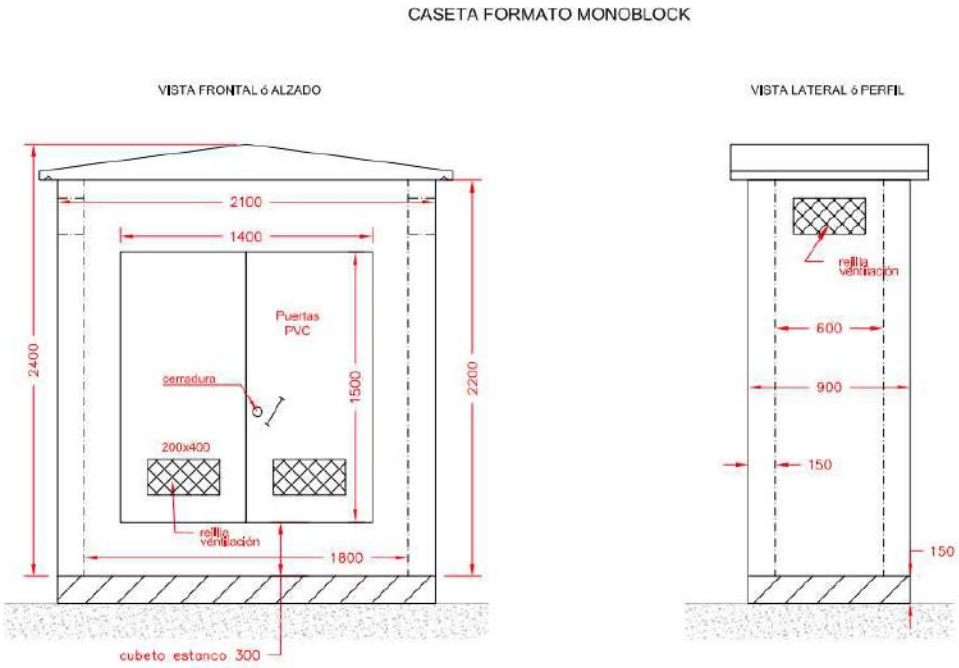
Los planos de instalación de los analizadores de calidad se encuentran en el capítulo "2 - PLANOS Y DOCUMENTOS"

3.9.5 Caseta prefabricada de cloración

La caseta prefabricada para instalación de instrumentación de medida de calidad de agua será de tamaño suficiente para instalar el sistema de medida de calidad de agua y para que se pueda albergar un sistema de cloración de agua completo formado por la bomba dosificadora, tanque de aspiración de hipoclorito y dos garrafas de almacenamiento, bomba de recirculación, cubeto de retención, etc.

La caseta prefabricada estará construida sobre la cimentación de dimensiones adecuadas. Se dotará a la misma de puerta de aluminio para el acceso y una ventilación adecuada.

Las dimensiones aproximas de la caseta de prefabricada será 2400x2100x900 mm y el plano de esta se incluye en el capítulo “2 - PLANOS Y DOCUMENTOS”



Esta caseta se tendrá que dotar de alimentación eléctrica para los equipos que lo requieran instalados en la misma. En el interior se dispondrá de iluminación.

Se deberá llevar la señal de los analizadores instalados en la caseta hasta el PLC de la instalación y las señales de control de la bomba dosificadora desde el PLC.

Se instalará las tuberías desde la toma muestra hasta los analizadores de calidad de agua de la caseta.

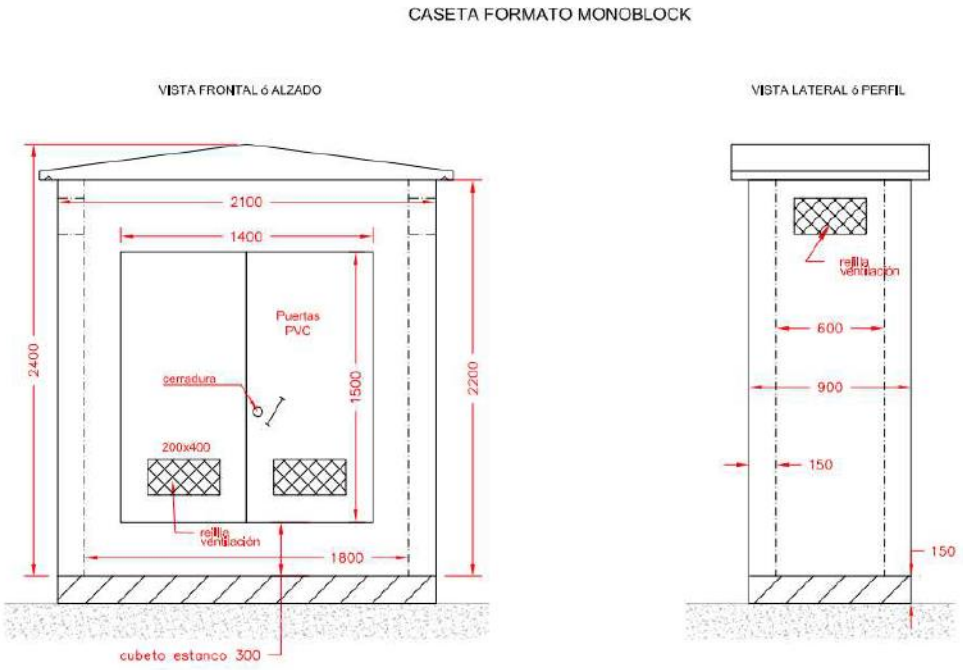
Esta caseta prefabricada de hormigón anexa a la instalación se instalará cuando sea necesario realizar la cloración del agua o la instalación de instrumentación de medida de calidad de agua fuera de la instalación debido a la falta de espacio en su interior, se construirá una caseta prefabricada.

3.9.6 Caseta prefabricada para instrumentación

La caseta prefabricada para instalación de instrumentación de medida de calidad de agua será de tamaño suficiente para instalar el sistema de medida de calidad de agua y para que se pueda albergar un sistema de cloración de agua completo formado por la bomba dosificadora, tanque de aspiración de hipoclorito y dos garrafas de almacenamiento, bomba de recirculación, etc.

La caseta prefabricada estará construida sobre la cimentación de dimensiones adecuadas. Se dotará a la misma de puerta de aluminio para el acceso y una ventilación adecuada.

Las dimensiones aproximas de la caseta de prefabricada será 2400x2100x900 mm y el plano de esta se incluye en el capítulo “2 - PLANOS Y DOCUMENTOS”



Esta caseta se tendrá que dotar de alimentación eléctrica para los equipos que lo requieran instalados en la misma. En el interior se dispondrá de iluminación.

Se deberá llevar la señal de los analizadores instalados en la caseta hasta el PLC de la instalación y las señales de control de la bomba dosificadora desde el PLC.

Se instalará las tuberías desde la toma muestra hasta los analizadores de calidad de agua de la caseta y, además, se instalará un sistema de desagüe para evacuar la muestra.

Esta caseta prefabricada de hormigón anexa a la instalación se instalará cuando sea necesario realizar la cloración del agua o la instalación de instrumentación de medida de calidad de agua fuera de la instalación debido a la falta de espacio en su interior, se construirá una caseta prefabricada.

3.10 CABLES

3.10.1 Cables de alta tensión

Los Cables de Alta Tensión cumplirán las características indicadas a continuación:

- Tensión de aislamiento: 18/30 kV o 6/10kV
- Designación: HEPRZ1
- Conductor: Aluminio clase 2
- Capa semiconductora interna: Capa extrusionada de material conductor
- Aislamiento: etileno-propileno de alto módulo (HEPR)
- Capa semiconductora externa: Capa extrusionada de material conductor separable en frío
- Pantalla: Corona de hilos de 25 mm2 o 16 mm2
- Cubierta exterior: poliolefina
- Temperatura máxima de trabajo: 90º C
- Temperatura máxima de cortocircuito: 250º C
- Otras características: no propagador de la llama, no propagador del incendio, libre de halógenos

La cubierta exterior estará marcada con la identificación del fabricante, rango de tensión, tipo de aislamiento y calidad del conductor. Esta identificación estará repetida sucesivamente a lo largo de la longitud del cable instalado.

Los terminales serán contráctiles en frío y premoldeados. El aislamiento deberá ser de material elastómero, resinas sintéticas u otro material de características adecuadas a las condiciones de instalación. Se suministrarán con todos sus accesorios de montaje.

3.10.2 Cables de baja tensión para zonas no clasificadas

3.10.2.1 Cables de Fuerza

Los cables de fuerza utilizados en instalaciones eléctricas de baja tensión serán, tipo flexible, con aislamiento nominal 0,6/1kV y libre de halógenos.

Los utilizados para acometidas (s/ITC, BT-015) y los utilizados en canalizaciones subterráneas y sobre bandeja serán tipo RZ1-K (Cca-sb1, d1, a1) y libre de halógenos.

En aquellas instalaciones que se indique expresamente los cables serán armados, libres de halógenos, tipo RZ1MZ1-K (Cca-sb1, d1, a1) para multipolares y RZ1MAZ1-K (Cca-sb1, d1, a1) para unipolares. Generalmente en instalaciones de Saneamiento los cables serán armados, y en instalaciones de Abastecimiento no.

Los conductores de cables aislados cumplirán la norma UNE – EN 60.228 sobre formación y resistencia de los mismos.

Las características físicas, mecánicas y eléctricas del material deberán satisfacer lo previsto en las normas UNE 21.011-2.

Los conductores serán siempre de cobre recocido y la sección mínima a utilizar de 2,5 mm^2.

Los cables llevarán impresas las características siguientes:

- Tipo constructivo.
- Tensión nominal del cable en kilovoltios.
- Número, sección nominal, naturaleza y forma de los conductores.
- Identificación de la clase CPR en el cable

Además, los cables llevarán una marca indeleble que identifique claramente al fabricante, su designación completa y las dos últimas cifras del año de fabricación.

El embalaje deberá disponer del marcado CE. El fabricante deberá disponer de la Declaración de Prestaciones (DoP).

Se realizarán los siguientes ensayos:

- Ensayo de rigidez dieléctrica de los aislamientos.
- Medida de la resistencia del aislamiento.
- Medida de la resistencia eléctrica de los conductores.

La tensión de prueba de los cables de 0,6/1kV de aislamiento será de 1.000Vcc - 1 min y la resistencia mínima de aislamiento, a la tensión de prueba será de 2MΩ.

La identificación de los conductores se realizará de acuerdo con la norma UNE 21.089.

Se deberán etiquetar las mangueras, indicando el circuito al cual pertenecen, con idéntica nomenclatura a la utilizada en los esquemas eléctricos desarrollados de la instalación.

La conexión a los equipos se realizará mediante prensaestopas y con varias vueltas de coca de cable.

Los cables de los variadores cumplirán las especificaciones indicadas por los fabricantes de los variadores en cada caso particular y deberán de ser aprobados por el CABB/BBUP antes de su compra.

3.10.2.2 Cables de Control e Instrumentación

Para interconexión con campo se utilizarán cables de cobre, no propagadores de la llama, ni de incendio, libres de halógenos, tipo RZ1-K (Cca-sb1, d1, a1) 0,6/1 kV.

Las composiciones que se van a utilizar serán:

- 4x1,5 mm²; 7x1,5 mm²; 12x1,5 mm² y 19x1,5 mm²;
- 4x2,5 mm²; 7x2,5 mm²; 12x2,5 mm²;
- 4x4 mm²;
- 4x6 mm²;

Para las señales analógicas se utilizará cable de cobre, con aislamiento nominal 0,6/1 kV, libre de halógenos, con pantalla de trenza de hilos de cobre desnudo tipo RC4Z1-K, de composición 2x1 y 4x1 mm², con pantalla por cada par de hilos y al conjunto.

3.10.3 Cables de baja tensión para zonas clasificadas.

3.10.3.1 Cables de Fuerza

Los cables de fuerza utilizados en instalaciones eléctricas de baja tensión serán de tipo flexible de tensiones de aislamiento 0,6/1 kV y libres de halógenos.

Los utilizados para acometidas (s/ITC, BT-015) serán libres de halógenos del tipo RZ1-K (Cca-sb1, d1, a1), y los utilizados en canalizaciones subterráneas y sobre bandeja serán tipo armados y libres de halógenos, tipo RZ1MZ1-K (Cca-sb1, d1, a1) para multipolares y RZ1MAZ1-K (Cca-sb1, d1, a1) para unipolares, con aislamiento nominal 0,6/1kV.

Los conductores de cables aislados cumplirán la norma UNE – EN 60.228 sobre formación **y** resistencia de los mismos.

Las características físicas, mecánicas y eléctricas del material deberán satisfacer lo previsto en las normas UNE 21.011-2.

Los conductores serán siempre de cobre recocido y la sección mínima a utilizar de 2,5 mm^2.

Los cables llevarán impresas las características siguientes:

- Tipo constructivo.
- Tensión nominal del cable en kilovoltios.
- Número, sección nominal, naturaleza y forma de los conductores.
- Identificación de la clase CPR en el cable

Además, los cables llevarán una marca indeleble que identifique claramente al fabricante, su designación completa y las dos últimas cifras del año de fabricación.

El embalaje deberá disponer del marcado CE. El fabricante deberá disponer de la Declaración de Prestaciones (DoP).

Se realizarán los siguientes ensayos:

- Ensayo de rigidez dieléctrica de los aislamientos.
- Medida de la resistencia del aislamiento.

La tensión de prueba de los cables de 0,6/1kV de aislamiento será de 1.000Vcc - 1 min y la resistencia mínima de aislamiento, a la tensión de prueba será de 2MΩ.

La identificación de los conductores se realizará de acuerdo con la norma UNE 21.089.

Se deberán etiquetar las mangueras, indicando el circuito al cual pertenecen, con idéntica nomenclatura a la utilizada en los esquemas eléctricos desarrollados de la instalación.

La conexión a los equipos se realizará mediante prensaestopas y con varias vueltas de coca de cable.

Los cables de los variadores cumplirán las especificaciones indicadas por los fabricantes de los variadores en cada caso particular y deberán de ser aprobados por el CABB/BBUP antes de su compra.

3.10.3.2 Cables de Control e Instrumentación

Para interconexión con campo se utilizarán cables de cobre, no propagadores de la llama, ni de incendio, libres de halógenos, tipo RZ1MZ1K (Cca-sb1, d1, a1) 0,6/1 kV.

Las composiciones que se van a utilizar serán:

- 4x1,5 mm²; 7x1,5 mm²; 12x1,5 mm² y 19x1,5 mm²;
- 4x2,5 mm²; 7x2,5 mm²; 12x2,5 mm²;
- 4x4 mm²;
- 4x6 mm²;

Para las señales analógicas se utilizará cable de cobre, con aislamiento nominal 0,6/1 kV, libre de halógenos, con pantalla por cada par de hilos y al conjunto, y armadura tipo Z1HOZ1MZ1.

3.10.4 Cables para aplicaciones especiales

Este tipo de cable podrá ser requerido en situaciones con riesgo de abrasión, presencia de aceites, grasas e hidrocarburos, alto grado de humedad, agua, etc.

- Designación:
  - Servicios fijos: DN–K
  - Servicios móviles: DN-F
- Tensión nominal de aislamiento: 0,6 kV a 1 kV
- Tensión de ensayo de aislamiento: 3.500 V
- Conductores:
  - DN-K: conductores de cobre recocido Clase V, s/ UNE-EN 60.228
  - DN-F: Conductores de cobre pulido flexible Clase V, s/ UNE-EN 60.228
- Aislamiento en goma EPR (etilenopropileno)
- Cubierta exterior PCP (neopreno) o goma tipo SE1
- Temperatura en servicio permanente: 90 ºC y 250 ºC en condiciones de cortocircuito
- Color de la cubierta: negro
- Otras características: no propagador de llama, UNE-EN 60.332-1, resistencia a grasas, aceites y agentes químicos

3.10.5 Cables de Fibra Óptica

El cable de fibra óptica a instalar tendrá las siguientes características, tanto en zonas clasificadas como en no clasificadas:

Tipo:	**Multimodo 62,5/125 µm, 12 fibras**
	Multimodo 52/125 µm, 12 fibras (anillo principal EDAR Galindo)
	Monomodo 9/125 µm, 12 fibras
Protección secundaria:	Tubo holgado de PBT
Relleno:	Gel hidrófugo atóxico ni irritante
Cubierta interior:	Termoplástico no propagador de la llama, cero halógenos y baja emisión humos
Armadura:	Fleje de acero con capa de copolímero corrugado
Cubierta exterior:	Termoplástico no propagador de la llama, cero halógenos y baja emisión de humos.
Máxima tracción	1500 N en operación, 2700 N en instalación
Máximo aplastamiento	2000 N/10cm
Impacto	5J

3.10.6 Cables de Bus de Campo

Se utilizarán los siguientes tipos de cable:

- Cable Ethernet: cable apantallado categoría 5e, 4x2x0,26mm^2
- Cable Serie: cable apantallado 4x0,5mm^2
- Cable Profibus FC a 2 hilos

3.11 CANALIZACIONES

3.11.1 Zanjas

Las canalizaciones estarán constituidas por tubos de plástico, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito eléctrico.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de la tubular. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en casos que lo requieran, como mínimo cada 40m. En la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Deberán respetarse de igual manera los radios mínimos de curvatura especificados por el fabricante conforme a la norma UNE-EN 61.386-24. Los ángulos en los cambios de dirección serán de apertura mayor que 120º.

Las zanjas no se excavarán hasta que vaya a efectuarse la colocación de los tubos protectores. Se tomarán las medidas oportunas para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones con objeto de evitar accidentes. Si la causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas las zanjas amenazasen derrumbarse, deberán ser entibadas, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas. En el caso en que penetrase agua en las zanjas, ésta deberá ser achicada antes de iniciar el relleno.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad y además deberá permitir las operaciones de tendido de los tubos y cumplir con las condiciones de paralelismo, cuando la haya.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,60 m en acera o tierra, ni de 0,80 m en calzada. Si la canalización se realizara con medios manuales, debe aplicarse la normativa vigente sobre riesgos laborales para permitir desarrollar el trabajo de las personas en el interior de la zanja.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de arena con espesor de 0,10 m sobre el tubo o tubos más cercanos a la superficie y envolviéndolos completamente. Sobre esta capa de arena y a 0,10 m del firme se instalará una cinta de polietileno a todo lo largo del trazado del cable, para la señalización de la existencia de cables eléctricos subterráneos. Cuando el número de líneas sea mayor se colocarán más cintas señalización de tal manera que se cubra la proyección en planta de los tubos.

Los cables de control, red multimedia, etc. se tenderán en un ducto (multitubo con designación MTT 4x40). Este se instalará por encima de los tubos, mediante un conjunto abrazadera /soporte, ambos fabricados en material plástico. A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al

objeto de facilitar el tendido de los cables de control incluido en paso por las arquetas y calas de tiro, si las hubiera.

El relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, para este rellenado se utilizará todo-uno, zahorra o arena. En caso de reutilizar productos de la excavación, se compactará hasta un próctor modificado del 95%. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón no estructural H 125 y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realzar la apertura.

Los tubos en canalizaciones enterradas serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 61.386-24, y sus características mínimas serán las indicadas en la tabla 8 de la ITC-BT-21 del REBT.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. Al objeto de impedir la entrada de agua, suciedad y material orgánico, los extremos de los tubos deberán estar sellados. Los tubos que se coloquen como reserva deberán estar provistos de los tapones que les correspondan.

En cruzamientos de calzada se preverá como mínimo un tubo de reserva.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

La disposición y distancias de separación de los tubos y otros elementos de las canalizaciones se representan en los planos típicos de detalle de canalizaciones.

Conversiones aéreo-subterráneas

Las tres fases del cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irán protegidas con un tubo de acero galvanizado, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas. El interior del tubo será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable averiado.

El tubo de acero de galvanizado se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua, y se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo por encima del nivel del terreno 2,5 m mínimo. El diámetro del tubo será como mínimo de 1,5 veces el diámetro de la terna de cables.

Derivaciones

No se admitirán derivaciones en T ni en Y.

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

Cruzamientos

- Calles, caminos y carreteras

  En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc., deberán seguirse las instrucciones fijadas en el apartado anterior relativas a la disposición, anchura y profundidad para canalizaciones entubadas. Los tubos de la canalización deberán estar hormigonados en toda su longitud. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

- Otros cables de energía eléctrica

  Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión.

  La distancia mínima entre cables de energía eléctrica será de 0,25 m (alta tensión), o 0,10 m (sólo baja tensión). Cuando no pueda respetarse esa distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubos de resistencia a la compresión de 450 N, y que los tubos soporten, para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía de 40 J.

  La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 m.

- Cables de telecomunicación

  La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para el diámetro de 160mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

  La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1 m.

- Canalizaciones de agua y gas

  Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones.

  Los cables se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para el diámetro de 160mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1m del punto de cruce.

En los cruces de líneas subterráneas de AT con canalizaciones de gas deberá mantenerse una distancia mínima de 0,4 m para presiones superiores a 4 bar, y 0,2 m para el resto de los casos. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria (hasta 0,25 m para >4 bar y 0,1 m en el resto de casos). Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.). y garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger.

En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

- Conducciones de alcantarillado

  Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior, aunque si se puede incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos) siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

- Depósitos de carburante

  Los cables se dispondrán dentro de tubos de suficiente resistencia siempre que cumplan con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten, para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía de 40 J y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo.

<u>Proximidades y paralelismos</u>

Los cables subterráneos deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

- Otros cables de energía

Los cables de alta y baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25 m (alta tensión), o 0,10 m (sólo baja tensión). En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para el diámetro de 160mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

- Cables de telecomunicación

  La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para el diámetro de 160mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

- Canalizaciones de agua

  La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para el diámetro de 160mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

  Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

  Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

- Canalizaciones de gas

  La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,25 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de

adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para el diámetro de 160mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal. Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos.

- Depósitos de carburantes

  Los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo.

3.11.2 Arquetas de registro

3.11.2.1 Arquetas prefabricadas

Las arquetas serán de dimensiones normalizadas, dejando como fondo la tierra original a fin de facilitar el drenaje.

Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán como máximo cada 40 m, y por cada columna instalada para las luminarias de los viales.

Se instalarán arquetas registrables modulares prefabricadas de hormigón, compuestas por módulos enlazables tipo C, E2, ET y tapa metálica M2/T2 (jardín) o M3/T3 (calzada) según normativa de compañía eléctrica, con fondo de arena y totalmente acabadas.

Se tomarán las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las arquetas con el objeto de evitar accidentes.

Se deberán sellar las bocas de los tubos de plástico ocupados con cable para evitar la entrada de roedores y de agua. La espuma de poliuretano a utilizar tendrá las siguientes características:

- Resistente a la penetración
- Estabilidad térmica hasta 80 ºC
- Temperatura mínima de aplicación 5 ºC
- Los conductos no ocupados por cables serán obturados mediante tapones.

3.11.2.2 Arquetas de obra

Para la fabricación de la envolvente se utilizará hormigón armado, con una resistencia a la compresión, a los 28 días de su fabricación, de 35 N/mm^2.

Las armaduras serán barras corrugadas de alta adherencia, AEH 500 S o similar, de límite elástico mínimo 500 N/mm^2.

Para el cálculo de las armaduras se partirá de una "sobrecarga de uso" correspondiente a calzadas y garajes con paso de camiones según MV-101 que equivale a 1 t/m^2, a la que se afectará de un coeficiente de impacto de valor 1,4.

Los marcos y tapas se construirán siguiendo lo establecido en la norma UNE-EN 124 y en lo que a continuación se indica:

- Las tapas y marcos se fabricarán con fundición de grafito esferoidal tipo FGE 50-7 según UNE-EN 1563 cuyas características mecánicas principales son las siguientes:
    - Resistencia a la tracción: 500 N/mm2
    - Límite elástico: 345 N/mm2
    - Alargamiento: 7%
    - Dureza Brinell: 170 ÷ 240 HB
- Las piezas deberán estar libres de cualquier defecto, como grietas, poros, rebabas, etc., que pueda perjudicar las características de las piezas y su buena presentación.
- Las tapas y marcos se suministrarán con un acabado de pintura bituminosa negra.

Características constructivas

En general las características constructivas serán las indicadas en la norma UNE-EN 124, con las puntualizaciones siguientes:

- Todas las tapas dispondrán de orificios pasantes para permitir su izado de las marcas y facilitar la ventilación de las arquetas
- Los marcos deberán disponer de pestañas en su perímetro, con el fin de dar mayor sujeción al mismo sobre el pavimento
- La cota de entrada de hombre en los marcos será de 600 mm
- En los tramos rectos se instalarán arquetas con una separación máxima de 40 m

Marcas

Todas las tapas y marcos llevarán inscritas de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante o marca de fabricación

- Referencia a la norma UNE-EN 124
- Dos últimas cifras del año de fabricación
- Clase correspondiente
- Referencia del fabricante

3.11.3 Bandejas aislantes de interior

Tendrán que cumplir con las siguientes características:

- Bandeja perforada
- Material aislante según UNE-EN 60.243-1
- Rigidez dieléctrica mínima 18±5 kV/mm
- Materia prima base PC + ABS sin halógenos – RoHS
- Grado de protección IP2X
- Protección contra daños mecánicos IK10 (con anclaje tapa IK10) según UNE-EN 62.262
- Color RAL 7038
- No propagadoras de la llama s/ UNE-EN 61.537

Deberá soportar unas cargas para temperatura de servicio a 40ºC y ensayo tipo I según UNE-EN 61.537 (la unión entre dos tramos de bandeja puede quedar situada en cualquier posición entre dos soportes). El sistema de bandejas y soportes deberá soportar sin rotura una carga de 1,7 veces la carga admisible. La distancia máxima entre soportes será de 1,5 m.

Toda la tornillería será como mínimo de Acero Inoxidable AISI 316. Todos los soportes que no sean del mismo material que la propia canaleta serán como mínimo AISI 316.

Las curvas y enlaces se realizarán con piezas especiales fabricadas para tal fin.

Se exigirá un correcto acabado de sus superficies y nivelado de canalización y elementos.

Las uniones entre tramos deberán ser de espesor igual o superior al de las bandejas a unir.

Las bandejas dispondrán como mínimo de un 25% de espacio libre. El tamaño máximo de la bandeja será 100x600mm.

Se utilizarán conducciones distintas para alta tensión, baja tensión, e instrumentación y control. En caso contrario, dispondrán de un tabique separador para dividir la canalización en zonas dependiendo de la naturaleza de los circuitos que contenga.

3.11.4 Bandejas aislantes de exterior

Tendrán que cumplir con las siguientes características:

- Bandeja perforada (no se admite tipo panel de abeja)
- Material aislante según UNE EN 60.243-1
- Rigidez dieléctrica mínima 18±5 kV/mm
- Materia prima base PVC – RoHS
- Grado de protección IP2X
- Protección contra daños mecánicos IK10 (con anclaje tapa IK10) según UNE-EN 62.262
- Color RAL 7035
- No propagadoras de la llama s/ UNE-EN 61.537 y ausencia de goteo incandescente
- Inflamabilidad de materiales plásticos ANSI/UL 94 clase UL94:V0. Reacción al fuego UNE 23.727 M1 (No inflamable).

Deberá soportar unas cargas para temperatura de servicio de -20 a 60ºC y ensayo tipo I según UNE-EN 61.537 (la unión entre dos tramos de bandeja puede quedar situada en cualquier posición entre dos soportes). El sistema de bandejas y soportes deberá soportar sin rotura una carga de 1,7 veces la carga admisible. La distancia máxima entre soportes será de 1 m.

Toda la tornillería será como mínimo de Acero Inoxidable AISI 316. Todos los soportes que no sean del mismo material que la propia canaleta serán como mínimo AISI 316.

Los accesorios que no sean del mismo fabricante que las bandejas deberán contar con la aprobación del CABB-BUPP.

Las curvas y enlaces se realizarán con piezas especiales fabricadas para tal fin.

Se exigirá un correcto acabado de sus superficies y nivelado de canalización y elementos.

Las uniones entre tramos deberán ser de espesor igual o superior al de las bandejas a unir.

Las bandejas dispondrán como mínimo de un 25% de espacio libre. El tamaño máximo de la bandeja será 100x600mm.

Se utilizarán conducciones distintas para alta tensión, baja tensión, e instrumentación y control. En caso contrario, dispondrán de un tabique separador para dividir la canalización en zonas dependiendo de la naturaleza de los circuitos que contenga.

Se requerirá marca de calidad del producto por organismo reconocido que garantice la aptitud frente a los UV en aplicación exterior. Constará de un informe de ensayo no basado en un ensayo puntual sino cubriendo toda la producción. Contemplará la baja temperatura de -20ºC (que incluye ensayos a impacto a esa temperatura s/ norma de bandejas UNE-EN 61.537).

3.11.5 Bandejas metálicas

Se utilizarán para el cableado de datos y señales débiles, y en falsos suelos de salas eléctricas para la canalización de las mangueras.

Cumplirán con lo establecido en la norma UNE-EN 61.537.

Las bandejas serán de tipo rejilla, de acero AISI-304, de 100 mm de ala, en anchuras normalizadas adecuadas, preferiblemente 600, 400 y 200 mm.

Estarán formadas por varilla de acero electrosoldada de 4,5 mm de diámetro, formando una rejilla. El acabado será galvanizado por inmersión en baño de zinc a 450-460ºC según norma UNE-EN ISO 1461. En caso necesario, en ambientes corrosivos se aplicará recubrimiento de alta resistencia en base a zinc, cromo trivalente y sellado con más de 1000 horas de resistencia a niebla salina según UNE-EN ISO 10.289.

Las uniones serán de tipo atornillado, asegurando una correcta unión lineal y rigidez adecuada. Los soportes, tornillería y auxiliares serán de acero AISI-316 y su número será tal que no se produzcan pandeos en el recorrido de las bandejas.

Las curvas y cambios de nivel se podrán realizar mediante corte adecuado de las varillas uniendo éstas por medio de tornillos y grapas del mismo material que la bandeja.

Estarán convenientemente soportadas con una separación máxima entre soportes de 1,5 m. En bandejas horizontales de instalación exterior, la bandeja superior deberá tener tapa. Las bandejas verticales tendrán tapa hasta una altura de 2 metros.

No se podrán realizar cambios de nivel y sentido con ángulos pronunciados.

Deberán estar puestas a tierra en todo su recorrido.

Las bandejas con cableado de datos y señales se colocarán separada de los circuitos de corriente 50 cm en los tramos rectos y 25 cm en los cruces.

3.11.6 Tubos rígidos

Deberán ser no inflamables y no propagadores de la llama, libres de halógenos, serán estancos y estables hasta 60ºC, debiendo soportar esa temperatura sin deformación alguna.

El grado de protección contra daños mecánicos será de 3 a 5, tanto los de pared gruesa como extragruesa.

Serán inalterables a los ambientes húmedos y corrosivos, y resistentes al contacto directo de grasas y aceites.

Todos los tubos cumplirán con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como con las normas UNE-EN 61.386-1, UNE 53.027, y UNE 53.315.

Cada tubo llevará impreso las siguientes especificaciones:

- Nombre del fabricante y símbolos de identificación.
- Diámetro nominal.
- Espesor.

Se exigirá que el fabricante tenga las tuercas y contratuercas para su unión a las cajas y piezas de acoplamiento y unión entre dos tramos siendo esta unión estanca.

Los conductos aislantes y compuestos deben ser marcados según un código de tres cifras, la primera cifra indicando las características mecánicas, la segunda y la tercera indicando su resistencia a las temperaturas.

El código debe estar conforme a las tablas de la norma UNE-EN 61.386-1.

Si al tubo se le pide cualquier otra aptitud de las especificadas en la norma UNE-EN 61.386-1 será colocada inmediatamente después de las tres primeras cifras indicadas anteriormente y separadas por un trazo oblicuo.

Los diámetros exteriores y las roscas deben cumplir lo indicado en la norma UNE-EN 60.423.

Todos los tubos que vayan a ser utilizados en ambientes húmedos o en locales que requieran algún tipo de seguridad y vayan vistos, serán roscados.

Se podrán utilizar tubos de aislamiento tipo PVC cuando discurran en canalizaciones enterradas o empotradas en obra civil. Cumplirán lo mismo que lo indicado anteriormente, excepto las condiciones contra incendios.

3.11.7 Tubos flexibles

Deberán ser no inflamables y no propagadores de la llama, libres de halógenos, serán estancos y estables hasta 60 º C, debiendo soportar esa temperatura sin deformación alguna.

El grado de protección contra daños mecánicos será de 3 a 5.

No deberán ser afectados por las lejías, sales, álcalis, disolventes ni petróleos.

Para las canalizaciones de red de voz y datos se utilizarán tubos flexibles de PVC y AFUMEX.

Cumplirán con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

3.11.8 Pasamuros

En todos los pasos de edificio a exterior, bien sea una arqueta o un tubo, o de cámara seca a húmeda en los que pueda existir un problema de filtrado de agua se instalarán pasamuros. Éstos garantizarán la seguridad, eficacia y fiabilidad de funcionamiento a largo plazo, proporcionando un grado de protección IP67 contra agua y polvo, un grado EI120 contra fuego e impidiendo la entrada de roedores y otros animales. Todos los componentes del sistema serán no inflamables, no propagadores de llama y libres de halógenos.

El sistema será adaptable a los diferentes diámetros de cable a emplear y se garantizará un espacio libre de reserva (20-30%) para posibles cambios y futuras ampliaciones en las instalaciones.

La instalación de los pasamuros constará de 2 etapas. En una primera etapa se instalará el marco correspondiente al pasamuros calculado durante el proceso de la obra civil y siempre antes de la instalación del cableado. En una segunda etapa y con los cables ya instalados se procederá a sellar el pasamuros con los cubos asignados para cada cable, permitiendo una perfecta adaptación al mismo y sellando el pasamuros.

3.11.9 Bridas

Las bridas se utilizarán para la fijación de cables y tubos, y tendrán las siguientes características técnicas:

- Aislantes, sin halógenos y apta para instalaciones interiores y exteriores
- Anchura mínima: 8mm
- Materia prima: Poliamida 6.6 estabilizada a la intemperie
- Color: Negro
- Inflamabilidad: V2
- Resistencia a la intemperie: PA 0192 s/ASTM D 6779:2007
- Temperatura mínima de instalación: -30 ºC
- Temperatura de servicio: -40 ºC a +85 ºC
- Resistencia mínima a la tracción: 8,16 kg

- Marcas de calidad: AENOR, NF y VDE
- Características de producto acabado conforme a RoHS y con contenido de silicona máximo 0,025 %
- Homologaciones: Bureau Veritas, Underwriter Laboratorios y Germanischer Lloyds
- Marcado CE y conformidad con la norma UNE-EN 62.275

Gama Bridas 22, tipo PA 6.6W del fabricante Unex, u otra de similares características.

3.12 BARRAS BLINDADAS

Las barras blindadas deberán estar diseñadas según UNE-EN 61.439-6 y con un alto nivel de seguridad, cumpliendo con los siguientes requisitos:

- Conductor de cobre o aluminio
- Aislamiento en poliéster en la totalidad de la barra y envolvente de chapa en acero galvanizado IP55
    - En ambientes agresivos, conductores encapsulados en resina epoxi, grado de protección IP68
- Sistema antirretardante de llama
- Autoextinguible
- Resistente al arco interno
- Resistente a un alto rango de cortocircuito

Las barras estarán formadas por conductores rígidos, aislados y protegidos por una carcasa que impida cualquier contacto.

La barra blindada llevará el conductor PE a lo largo de toda su longitud, teniendo una protección segura e independiente.

Las barras blindadas deberán estar dimensionadas para asegurar una transmisión fiable de energía aún en las condiciones más adversas, con humedad del aire, atmosferas corrosivas, sin conseguir dañar la carcasa. Para el correcto dimensionamiento de las barras se tendrá en cuenta el espacio entre conductores, las pérdidas de calor, la capacidad de soportar el cortocircuito del material, y la temperatura máxima y mínima de trabajo permitida.

El diseño, la construcción y sus accesorios serán adecuados para soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos en condiciones normales y condiciones de cortocircuito, sin sufrir ningún daño en los materiales de la barra.

Las barras deberán ser del tipo modular, por lo que se irán enlazando los diferentes módulos, y todos los accesorios necesarios (sistemas de transición, puntos de unión, ramificaciones, sistemas de dilatación, conectores, codos, etc.), hasta conseguir el recorrido total requerido. Se montarán en posición vertical u horizontal, en interiores, según sea necesario.

Se suministrarán las barras blindadas de unión, incluyendo cabezas de conexión a los armarios, codos, tramos rectos estándar, cabezas de conexión a transformador, pletinas flexibles para la conexión entre transformador y cabeza de canalización y los soportes necesarios para implementar el recorrido, así como el material necesario para la correcta instalación de la canalización.

La conexión entre el embarrado y las palas del transformador se realizará mediante una malla de cobre flexible. En caso de conductores de aluminio se tomarán las medidas necesarias para evitar los pares galvánicos (uniones estañadas o plateadas).

Se incluirán los elementos de unión para adaptar el recorrido del embarrado a los obstáculos y factores que pudieran presentarse.

Se incluirán los elementos de dilatación necesarios para compensar la dilatación que se pueda dar debido al calor.

Se incluirán los accesorios necesarios (agentes desmoldeadores, moldes con pasta, sets de conexiones a transformadores, sets de sujeción…), para el correcto anclaje y fijación de todos los elementos incluidos en el embarrado.

Al atravesar el embarrado una pared o techo, se instalará una barrera cortafuegos.

El montaje se realizará de la forma más sencilla para no interferir con otros elementos de la instalación. Se montará con enganches colgada del techo, pegada a la pared o con soportes, según sea necesario.

3.13 PUESTA A TIERRA

Se deberá cumplir lo indicado en el REBT-18 y en al ITC-RAT13 (en caso de que aplique) sobre la puesta a tierra de instalaciones.

Todo el sistema de puesta a tierra estará dimensionado de forma que, para la máxima corriente de fallo, las tensiones estén dentro de los límites admisibles por el vigente reglamento.

Para conseguir la equipotencialidad de todas las masas metálicas de la instalación, que no estén en tensión, se deberá garantizar la conexión a la red general de tierra los siguientes equipos y estructuras:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra
- Las envolventes de los conjuntos de armarios metálicos
- Las puertas metálicas de los locales que puedan ponerse en tensión a consecuencia de averías, accidentes o sobretensiones
- Las estructuras y armaduras metálicas del edificio
- Los blindajes metálicos de los cables
- Racks y bandejas de cables
- Las carcasas de los transformadores
- Los neutros de B.T. de los transformadores
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra
- Los pararrayos para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas

Picas de acero cobrizado

Las picas serán de acero cobrizado de diámetro 14,6 mm con rosca M 16 x 2, o 18,3 mm con rosca M 20 x 2,5 con longitudes de 1.500, 2.000 o 2.500 mm, midiéndose el diámetro de la pica sobre la capa de cobre, admitiéndose una tolerancia de + 0,2 mm y - 0,1 mm.

La capa protectora de cobre será, como mínimo, de 0,3 mm y en ningún punto el espesor efectivo será inferior a 0,270 mm, siendo el cobre el definido en la norma UNE 20.003.

Las picas de acero cobrizado cumplirán con la norma UNE 21.056 y la recomendación UNESA 6.501 E.

Las picas llevarán grabado de forma indeleble y fácilmente legible, el nombre o marca del fabricante, seguido de su longitud expresada en metros y de las siglas UNE 21.056. Las marcas se colocarán en la parte superior de la pica.

La sección de un electrodo no debe ser inferior a un cuarto de la sección del conductor que constituye la línea principal de tierra.

La tornillería y piezas desmontables de conexión de tierra de protección a equipos y/o estructuras serán de bronce o latón cadmiado de alta resistencia mecánica y apriete asegurado.

Los manguitos serán cilíndricos, con diámetros exteriores de 22,0 mm o de 27,0 mm dependiendo del tipo de rosca que tengan las picas. Los manguitos estarán roscados en toda su longitud y serán de Cu Al 8, según UNE-EN 12.165.

La sufridera será un tornillo normal de cabeza hexagonal con rosca M 16 x2 o M 20 x 2,5 según corresponda.

El alma de la pica será un acero fino al carbono de una dureza Brinell comprendida entre 130 y 200 U.

Se procurará utilizar capas de tierra más conductoras, haciéndose la colocación de las picas con el mayor cuidado posible en cuanto a la compactación del terreno.

Se deberá tener presente la influencia de las heladas para determinar la profundidad de la instalación.

Líneas de tierra

Para la realización de la red de tierras se utilizará cable de cobre desnudo de sección adecuada según los cálculos correspondientes.

El cable llegará a obra en forma de rollos o en bobina. Se tenderá a lo largo de las zanjas de forma que no se produzcan ángulos rectos ni dobleces.

Los conductores de las líneas de tierra deberán instalarse procurando que su recorrido sea lo más corto posible, evitando trazados tortuosos y curvas de poco radio. Se intentará que los conductores desnudos queden instalados al exterior de forma visible. En el caso de que fuese necesario realizar una instalación cubierta, deberá serlo de forma que pueda comprobarse el mantenimiento de sus características.

En las líneas de tierra no podrán insertarse fusibles ni interruptores.

Uniones

Las soldaduras a realizar para la ejecución de la red de tierras serán de tipo aluminotérmico (unión molecular).

Estas uniones corresponden a:

- Cable-cable: unión continua
- Cable-cable: unión en T

- Cable-cable: unión en X
- Cable-pica
- Cable-estructura metálica edificio

Para la realización de estas uniones se utilizará el molde y material de fusión adecuado. Se utilizará el molde de grafito específico para cada tipo de unión. El material de aporte para la realización de la soldadura será óxido de cobre y aluminio.

Estas conexiones incluirán sin limitación toda unión de cable. Se seguirán los procedimientos indicados en las instrucciones del fabricante de equipo de soldadura y los moldes no se modificarán en obra. Todos los materiales utilizados en la soldadura serán del mismo fabricante.

Antes de realizar una soldadura se realizará la limpieza de las superficies de unión mediante cepillado.

La unión entre cables o entre cable y pica se podrá realizar mediante grapas, de aleación de latón rica en cobre, formadas por dos cuerpos estampados en caliente, y con tornillería de acero inoxidable. Las dimensiones se adecuarán a la sección del cable de tierra.

3.14 BATERÍAS DE CONDENSADORES

3.14.1 Características generales

Los condensadores cumplirán la norma IEC 60.831 -1 /2, con capacidad de autocicatrización. Se cumplirán las condiciones de instalación adecuadas para los mismos, distancias, temperaturas, ventilación adecuada, etc.

- 470 Vac de tensión máxima admisible en permanencia 24/24 h
- Tensión permanente admisible: 1,18 Un (24/24 h)
- Corriente admisible: 1,5 In
- Clase de temperatura D (+55ºC máxima, media sobre 24 horas 45ºC)
- Doble aislamiento o clase II
- Resistencia 1 minuto a 50 Hz: 6 kV
- Resistencia a onda de choque 1,2/50 µs: 25 kV
- Condensador seco encapsulado en resina de poliuretano autoextinguible

- Resistencia interna de descarga incorporada (50 V/1 min)
- Pérdidas inferiores a 0,5 W/kVAr (incluyendo resistencias de descarga)
- Bobinas encapsuladas al vacío
- Envolvente plástica autoextinguible
- Tapa cubrebornas incluida
- Protección eléctrica interna para cada bobina:
    - Capa de polipropileno metalizada de zinc autorregenerativa
    - Fusible APR
    - Dispositivo de desconexión en caso de sobrepresión
- Factor de pérdida: consumo total menor de 0,3 W por kVAr, incluyendo las resistencias de descarga
- Capacidad: Tolerancia sobre el valor de capacidad: –5 / +10 %

Fabricante: Siemens, Schneider, ABB, Legrand o similar.

3.14.2 Baterías automáticas

Las baterías de condensadores serán reguladas automáticamente, formadas por los escalones necesarios, los cuales entrarán automáticamente a medida que se vayan conectando las diferentes cargas. Cada una de las baterías estará asociada al cuadro de interior del que se alimentan y estarán dimensionadas para compensar la energía reactiva de las cargas que se alimenten del cuadro de interior. El conjunto de botes, así como los correspondientes equipos de maniobra y protección, se instalarán en un armario el cual tendrá las siguientes características:

- Grado de protección IP 54
- Equipo con llave y cerradura
- Dispondrán de un interruptor magnetotérmico a la entrada y protección independiente para cada uno de los botes de condensadores
- Condensadores conectados en triangulo, fabricados en polipropileno metalizado de bajas perdidas dieléctricas, libres de PCB
- Vida útil del condensador > 100.000 h
- Autotransformador 400/230V integrado para > 200kVAr

- Protección contra contactos directos incluso con la puerta abierta
- Contactores apropiados para la conexión de los condensadores equipados con inductancias de preinserción y resistencias de descarga rápida
- Con regulador tipo NRC de Schneider o similar y con protección de temperatura ambiente, máxima y mínima tensión, mínima intensidad, THD, ...

En caso necesario se dispondrá de filtro de rechazo sintonizados a 189 o 215 Hz (en función de la instalación) para protección de armónicos presentes en la red y evitar fenómenos de resonancia con armónicos de orden 5 o superior. Se estudiará particularmente cada instalación.

Cada una de las baterías estará protegida en su alimentación desde el cuadro de interior con un interruptor automático con poder de corte adecuado más protección diferencial (tipo F).

Siempre que sea posible la batería de condensadores automática se instalará en una sala independiente y refrigerada, bien sea por ventilación natural o aire acondicionado.

3.14.3 Baterías fijas

Las baterías de condensadores fijas, estará protegidas mediante un interruptor automático tripolar, de intensidad de cortocircuito adecuada, 400V, contactos auxiliares de posición, y contacto de magnetotérmico actuado, así como de interruptor diferencial superinmunizado.

Los condensadores se instalarán en el interior del CCM correspondiente. Se cumplirán las condiciones de instalación adecuadas para los mismos, distancias, temperaturas, ventilación adecuada, etc. En el caso de que no sea posible cumplir estas condiciones, se instalarán en un armario independiente.

3.15 SISTEMA DE CONTROL, COMUNICACIONES Y VISUALIZACIÓN

3.15.1 Generalidades

El objeto de este apartado es sentar las bases técnicas para el suministro, instalación, programación, pruebas y puesta en marcha de los equipos de control locales de las instalaciones, de las comunicaciones y de los sistemas de supervisión y control locales (panel de operación local, PCs (clientes Wonderware – Intouch View) y puesto de control estación – PCE) y remoto (Puesto de control central - PCC).

De manera sencilla se puede decir que los componentes de un sistema de control son los **PLCs, las comunicaciones** y los sistemas de supervisión o **SCADAs**.

El **PLC** recoge la información de los actuadores y sensores mediante entradas físicas y/o lógicas, ejecuta el programa de control y activa las salidas físicas y/o lógicas, comandando los actuadores.

3.15.1.1 PLCs y comunicaciones en Instalaciones telemandadas

Los PLCs actualmente homologados por el CABB/BBUP para las instalaciones son Siemens (S7 300/400/1500) y Schneider (Modicon M580), bien para instalaciones telemandadas como para Front Ends.

En caso de autómatas Siemens, de manera general se instalarán S7-1500 en instalaciones nuevas, a no ser que la instalación tenga comunicaciones de proceso con instalaciones existentes con autómatas S7-300/400 (por ejemplo: bombeo – depósito), caso en el cual se mantendrá la gama de PLCs existente en el sistema.

El CABB/BBUP dispone de medios de comunicaciones propios como son el cable de cobre, la fibra óptica, el radio enlace, etc…y también se sirve de estructuras de comunicaciones de terceros, como es la estructura de comunicaciones ADSL/GPRS/WIMAX (operador Euskaltel/Vodafone) y la estructura de comunicaciones TETRA (operador Itelazpi). La tendencia actual es que las instalaciones remotas o periféricas comuniquen con un protocolo de telemando a través de canales de comunicación redundantes con una serie de PLCs Front End situados en los Puestos de Control Centrales, que hacen de intermediarios entre las instalaciones remotas y las infraestructuras SCADA de los PCCs. El número de Front End instalados es bastante dinámico ya que según se van integrando más instalaciones remotas en los SCADAs de los PCCs, se van instalando nuevos Front Ends (si así lo especifica el CABB/BBUP). A continuación, se describe las infraestructuras de PLCs (a la cual se le han podido añadir más Front End):

- **Puesto de control central Redes Abastecimiento (instalaciones telemandadas)**

  El Puesto de Control Central (los AOS del SCADA) de redes de abastecimiento situado en la ETAP de Venta Alta (Abastecimiento) comunica con las instalaciones telemandadas a través de unos Front End de comunicaciones (dos S7-400 de Siemens, un S7300, un S7-1500 y un M580 de Schneider) los cuales están conectados a los diferentes medios de comunicación que dispone la red de comunicaciones de Abastecimiento del CABB/BBUP, a través de tarjetas de comunicación ethernet. En función de la marca y el protocolo de comunicaciones que disponga la instalación remota, estos datos llegarán a uno u otro Front End.

  Front End “Polling” de Siemens. Es un S7-400, dotado con dos tarjetas de comunicaciones Ethernet encargadas de transmitir y recibir información de las instalaciones remotas que

comunican a través de un programa de comunicaciones realizado "a medida" para el CABB/BBUP con PLCs de la marca Siemens, y que se encarga de gestionar la redundancia de comunicaciones con estas instalaciones.

- Primera tarjeta: Se utiliza para comunicar con las instalaciones vía ADSL/GPRS y con el SCADA del puesto de control central.
- Segunda tarjeta: Se utiliza para comunicar con las instalaciones vía RADIO.

Front End "Sinaut – S7400" de Siemens. Es otro PLC S7-400, dotado también con dos tarjetas de comunicaciones Ethernet, se encarga de gestionar la redundancia de comunicaciones con las instalaciones remotas con PLCs de la marca Siemens, vía protocolo Sinaut.

- Primera tarjeta: Se utiliza para con el SCADA del puesto de control central.
- Segunda tarjeta: Esta tarjeta de comunicaciones es la encargada de transmitir y recibir información de las instalaciones remotas dotadas con comunicaciones Sinaut. Para ello esta tarjeta está conectada a un PLC S7300 el cual dispone de un TIM 3V-IE Advanced para comunicar aguas arriba con el Front End y dos TIM 4R-IE para comunicar aguas abajo con las instalaciones remotas. Estos TIM 4R-IE a su vez, disponen de dos bocas Ethernet cada uno, para los diferentes medios de comunicación que dispone la red de comunicaciones Sinaut de Abastecimiento del CABB/BBUP:
  - La primera boca de cada TIM 4R-IE -> Comunicaciones ADSL / GPRS / WIMAX / SHDSL.
  - La segunda boca de cada TIM 4R-IE -> Comunicaciones TETRA.

Los TIM 4R-IE son los encargados de gestionar la redundancia de comunicaciones entre los diferentes medios de comunicaciones disponibles para el protocolo Sinaut.

Front End "Periféricas-Sinaut" de Siemens. Es un PLC S7-300 dotado con dos puertos de comunicaciones integrados en la CPU para comunicar aguas arriba con el SCADA y dos TIM 4R-IE para comunicar aguas abajo con un grupo de instalaciones remotas con PLCs de la marca Siemens, vía protocolo Sinaut. Estos TIM 4R-IE a su vez, disponen de dos bocas Ethernet cada uno, para los diferentes medios de comunicación que dispone la red de comunicaciones Sinaut de Abastecimiento del CABB/BBUP:

- La primera boca de cada TIM 4R-IE -> Comunicaciones ADSL / GPRS / WIMAX / SHDSL.
- La segunda boca de cada TIM 4R-IE -> Comunicaciones TETRA.

Front End "S7-1500-Sinaut" de Siemens. Es un PLC S7-1500 (CPU1515-2 PN) dotado con dos puertos de comunicaciones (con subredes diferentes) integrados en la CPU para comunicar aguas arriba con el SCADA y aguas abajo con dos TIM 1531 IRC. Estos TIM 1531 IRC, disponen de dos bocas Ethernet, para comunicar aguas abajo con un grupo de instalaciones remotas. El primer TIM está destinado a comunicar con RTUs de Siemens y el segundo con PLCs de la marca Siemens S7-1500, vía protocolo Sinaut a través los diferentes medios de comunicación que dispone la red de comunicaciones de Abastecimiento del CABB/BBUP:

- La primera boca de los TIM 1531 IRC -> Comunicaciones ADSL / GPRS / WIMAX / SHDSL.
- La segunda boca de los TIM 1531 IRC -> Comunicaciones TETRA.

Front End de Schneider. Es un PLC Front End de Schneider M580 dotado con dos puertos de comunicaciones integrados en la CPU y dos tarjetas Ethernet encargadas de transmitir y recibir información de las instalaciones remotas con PLCs de la marca Schneider.

- Primer puerto de la CPU: Se utiliza para comunicar con el SCADA del PCC.
- Primera tarjeta: Se utiliza para comunicar con las instalaciones vía ADSL/GPRS.
- Segunda tarjeta: Se utiliza para comunicar con las instalaciones vía Tetra.

Los datos de los contadores conectados a PLCs Schneider que disponen de protocolo de comunicaciones con "redundancia de comunicaciones Schneider" deberán de llegar a este Front End.

- **Puesto de control central Redes Saneamiento (instalaciones telemandadas)**

  El Puesto de Control Central (los AOS del SCADA) de redes de saneamiento situado en la EDAR de Galindo (Saneamiento) comunica con las instalaciones telemandadas a través de unos Front End de comunicaciones (un S7-400 de Siemens, dos S7-300 y un Quantum de Schneider) los cuales están conectados a los diferentes medios de comunicación que dispone la red de comunicaciones de Saneamiento del CABB/BBUP, a través de tarjetas de comunicación ethernet. En función de la marca y el protocolo de comunicaciones que disponga la instalación remota, estos datos llegarán a uno u otro Front End.

Front End "Sinaut – S7400" de Siemens. Es un PLC S7-400, dotado con dos tarjetas de comunicaciones Ethernet, se encarga de gestionar la redundancia de comunicaciones con un grupo de instalaciones remotas con PLCs de la marca Siemens, vía protocolo Sinaut.

- Primera tarjeta: Se utiliza para con el SCADA del puesto de control central.
- Segunda tarjeta: Esta tarjeta de comunicaciones es la encargada de transmitir y recibir información de las instalaciones remotas dotadas con comunicaciones Sinaut. Para ello esta tarjeta está conectada a un PLC S7300 el cual dispone de un TIM 3V-IE Advanced para comunicar aguas arriba con el Front End y dos TIM 4R-IE para comunicar aguas abajo con las instalaciones remotas. Estos TIM 4R-IE a su vez, disponen de dos bocas Ethernet cada uno, para los diferentes medios de comunicación que dispone la red de comunicaciones Sinaut de Saneamiento del CABB/BBUP:
  - La primera boca de cada TIM 4R-IE -> Comunicaciones ADSL / GPRS / WIMAX / SHDSL.
  - La segunda boca de cada TIM 4R-IE -> Comunicaciones TETRA.

Los TIM 4R-IE son los encargados de gestionar la redundancia de comunicaciones entre los diferentes medios de comunicaciones disponibles para el protocolo Sinaut.

Front Ends "Periféricas" de Siemens. Son dos PLCs S7-300, dotados con una tarjeta Ethernet para comunicar aguas arriba con el SCADA y un TIM 4R-IE para comunicar aguas abajo con un grupo de instalaciones remotas con PLCs de la marca Siemens cada uno, vía protocolo Sinaut. Estos TIM 4R-IE a su vez, disponen de dos bocas Ethernet cada uno, para los diferentes medios de comunicación que dispone la red de comunicaciones Sinaut de Saneamiento del CABB/BBUP:

- La primera boca de cada TIM 4R-IE -> Comunicaciones ADSL / GPRS / WIMAX / SHDSL.
- La segunda boca de cada TIM 4R-IE -> Comunicaciones TETRA.

Front End de Schneider. Es un PLC Front End de Schneider Quantum dotado con una boca Ethernet en la CPU y con tres tarjetas de comunicación Ethernet encargadas de transmitir y recibir información de las instalaciones remotas con PLCs de la marca Schneider.

- Primer puerto de la CPU: Se utiliza para comunicar con las instalaciones vía Tetra.
- Primera tarjeta: Se utiliza para comunicar con las instalaciones vía SHDSL.

- Segunda tarjeta: Se utiliza para comunicar con las instalaciones vía ADSL/GPRS/ WIMAX.
- Tercera tarjeta: Se utiliza para comunicar con el SCADA.

Los datos de los contadores conectados a PLCs Schneider que disponen de protocolo de comunicaciones con "redundancia de comunicaciones Schneider" deberán de llegar a este Front End.

3.15.1.2 PLCs y comunicaciones en la ETAP Venta Alta y la EDAR Galindo

En el caso de la ETAP Venta Alta los PLCs, actualmente homologados por el CABB son Siemens S7-1500 y **excepcionalmente y con aprobación del CABB/BUPP (ICOM)** los PLCs Siemens S7 -300/400.

En el caso de la EDAR Galindo, y con respecto a los PLCs de proceso, los PLCs actualmente homologados por el CABB son Siemens S7 1500 y **excepcionalmente y con aprobación del CABB/BUPP (ICOM)** los PLCs Siemens S7 -300/400. En la EDAR Galindo y en el caso del sistema de Alta Tensión, los PLCs actualmente homologados son Schneider M580

En la ETAP Venta Alta y la EDAR Galindo el CABB/BUPP dispone de medios de comunicación propios como es el cable de fibra óptica, monomodo en la ETAP de Venta Alta y multimodo en la EDAR Galindo en configuración anillo. A través de Switchs Industrial Ethernet los PLCs se conectan con los Puestos de Control Central (SCADA)

En el caso de la ETAP de Venta Alta y la EDAR de Galindo, la comunicación entre los PLCs y los SCADAs se realiza de manera directa a través del anillo de fibra óptica **sin pasar por ningún tipo de Front End ni redundancia de comunicaciones**, utilizando un driver de comunicaciones Ethernet estándar (**no de telemando**).

3.15.1.3 SCADA

El sistema de Supervisión o SCADA es una solución Wonderware; denominado System Platform 2014 R2. Es un sistema basado en tecnología ArchestrA (Galaxias), con una programación orientada a Objetos, donde incluso la información gráfica esta embebida en el objeto de programación.

Actualmente el CABB/BBUP tiene cuatro Galaxias, dos para las estaciones de Saneamiento, situados en la EDAR de Galindo y otros dos para las estaciones de Abastecimiento situados en la ETAP de Venta Alta. Concretamente:

1. ETAP de Venta Alta: desde donde se controla toda la planta de Venta Alta.

2. Redes de Abastecimiento (instalaciones telemandadas): desde donde se controlan todas las demás instalaciones de abastecimiento como ETAPs, presas, bombeos, depósitos, salas de válvulas, etc.
3. EDAR de Galindo: desde donde se controla toda la planta de Galindo.
4. Redes de Saneamiento (instalaciones telemandadas): desde donde se controlan el resto de las instalaciones de Saneamiento como EDARs, bombeos, aliviaderos, pozos, tanques de tormentas, etc.

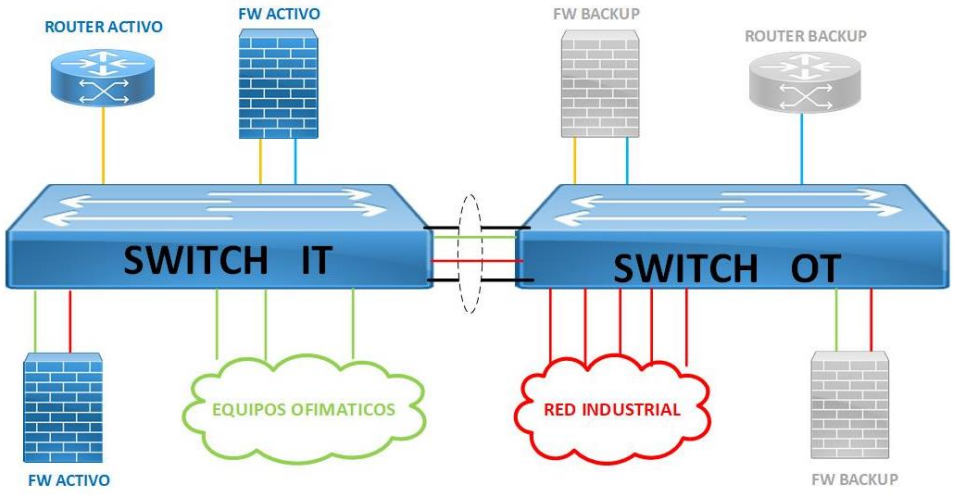
Hay instalaciones telemandadas que, por su entidad, disponen de un puesto de supervisión y control local (aparte del panel de operación local (OP). Estos puestos de supervisión y control (Puesto de Control Estación - PCE) también se encuentran integrados dentro de la infraestructura de los puestos de control centrales (Galaxia de redes de Abastecimiento/Saneamiento).

El autómata programable se definirá y dimensionará para el control local de toda la instalación definida. La instalación será gobernada localmente (mando Estación) a través de un panel de operador táctil OP (excepto en la EDAR de Galindo que no se dispone de paneles de operador, sino PCs - clientes Wonderware, en cada edificio de control) y remotamente desde el SCADA instalado en el PCE (Instalaciones destacadas como EDARs, ETAPs, …) y/o desde el PCC (EDAR Galindo, ETAP Venta Alta e instalaciones telemandadas).

En el caso de tratarse de remodelaciones de instalaciones existentes las cuales supongan una ampliación de las infraestructuras de supervisión y control (y no la sustitución total de las mismas), se acordará con GA (Gestión de activos) las excepciones permitidas sobre las siguientes prescripciones técnicas.

3.15.1.4 Sistema de Securización

Los Sistemas de Securización existentes en las instalaciones (ETAPs, EDARS) del CABB responden al esquema inicial de alto nivel mostrado a continuación:



Están constituidos por el siguiente equipamiento:

- **Rack de comunicaciones**

  Las características técnicas del rack de comunicaciones y los diferentes equipamientos (peines, patchs panel, sonda de temperatura, etc…) que deberán incorporar se describen en el apartado **3.6.1.1 Cuadros eléctricos de interior** del presente Pliego de Prescripciones Técnicas particulares.

  Cada uno de los elementos electrónicos que constituyen el sistema de securización deberá estar protegido con diferenciales superinmunizados con contactos auxiliares de posición.

  Toda electrónica de red deberá llevar tierras independientes y el conjunto del rack de comunicaciones deberá cumplir con lo indicado en el apartado **3.13 PUESTA A TIERRA** para conseguir la equipotencialidad del Sistema de Securización.

- **Firewalls**

  El sistema de securización constará de dos (2) firewall en cluster. Las características y requisitos técnicos de los mismos se describen en el apartado **3.15.2 Hardware**.

- **Switch OT**

  Serán switchs Industrial Ethernet compactos para topologías eléctricas u ópticas en línea, en anillo y en estrella con velocidades de transferencia de 10/100/1000 Mbits/s. Las características y requisitos técnicos se describen en el apartado **3.15.2 Hardware.**

- **Switch IT**

Las características y requisitos técnicos de los Switch IT se describen en el apartado **3.15.2 Hardware.**

3.15.2 Hardware

En todo momento se evitará el suministro de equipos electromecánicos y equipos de control con control local o autónomo. Se pretende evitar así equipos que no permitan ser controlados y supervisados desde los PLCs de las instalaciones, o que obliguen a ser manipulados única y exclusivamente por el fabricante, o que no permitan la flexibilidad de control necesaria para adaptarla a las necesidades de explotación de la instalación, o que requieran un mantenimiento especial diferente al habitual del CABB/BBUP (cajas negras) …

Si en algún caso fuera inevitable suministro de algún material con estas características, el CABB/BBUP deberá ser informado de las características del mismo antes de su compra para poder analizar la viabilidad del mismo dentro de sus instalaciones y su aprobación explicita.

3.15.2.1 Fuentes de alimentación y protecciones.

Todos los autómatas deberán ir alimentados con tensión segura provenientes de una red de SAI segura. Generalmente irán alimentados a 24 Vcc, excepto en instalaciones que por su peculiaridad dispongan de tensión segura a 220 Vca que en este caso los autómatas (S7 400) podrán ir alimentados a 220 Vca. previa aprobación explicita del CABB/BBUP. Las SAIs de tensión segura a se encuentran descritas en el apartado 3.7 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA.

Las instalaciones con PLCs Siemens S7 400 y SCADA y las instalaciones con SCADA (normalmente serán las EDAR, ETAP) deberán llevar siempre SAIs de tensión segura. Las características de las SAIs están descritas en el apartado 3.7 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA.

El rack de comunicaciones para el sistema de securización incorporará dos (2) SAIs para alimentar a las dobles fuentes independientes de los equipos que dispongan y para alimentar a las fuentes de los elementos que no dispongan, con una SAI diferente, de forma que se garantice la máxima disponibilidad y fiabilidad del sistema. Las características de las SAIs están descritas en el apartado 3.7 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA.

A continuación, se describen las diferentes fuentes de alimentación, en función de cada solución, que se deberán de suministrar:

En el caso de soluciones de control Schneider, cada bastidor del PLC llevará su propia fuente de alimentación. Estas fuentes de alimentación estarán dimensionadas con un 25 % de reserva sobre el consumo previsto. Las fuentes de alimentación en bastidor serán:

- ✓ Fuente de alimentación para racks BMEXBP como racks BMXXBP tensión de entrada 24 Vcc y salida 24 Vcc/2,5 A ó 4,5 A (Ref. BMXCPS2010 o BMXCPS3020. En función de la potencia necesaria).

En el caso de soluciones de control Siemens S7-400, cada bastidor del PLC y bastidores de expansión llevará su propia fuente de alimentación. Estas fuentes de alimentación estarán dimensionadas con un 25 % de reserva sobre el consumo previsto.

En instalaciones con tensión segura a 220Vca las fuentes de alimentación en bastidor serán:

- ✓ Bastidor principal: SIMATIC S7-400, Fuente de alimentación con rango ampliado, tensión de entrada 120/230 Vac y salida 5 Vcc/10 A ó 20 A (Ref. 6ES7407-0RA02-0AA0 o 6ES7407-0KA02-0AA0). En función de la potencia necesaria.
- ✓ Bastidores de expansión: Además de las fuentes antes descritas, si la potencia exigida incluyendo los márgenes de reserva lo permiten se podrá instalar una Fuente de alimentación con rango ampliado, tensión de entrada 120/230 Vac y salida 5 Vcc/4 A (Ref. 6ES7407-0DA02-0AA0).

En instalaciones sin tensión segura a 220Vca, las fuentes de alimentación en bastidor serán:

- ✓ Bastidor principal: SIMATIC S7-400, Fuente de alimentación con rango ampliado, tensión de entrada 24 Vcc y salida 5 Vcc/10 A ó 20 A (Ref. 6ES7405-0RA02-0AA0 o 6ES7405-0KA02-0AA0). En función de la potencia necesaria.
- ✓ Bastidores de expansión: Además de las fuentes antes descritas, si la potencia exigida incluyendo los márgenes de reserva lo permiten se podrá instalar una Fuente de alimentación con rango ampliado, tensión de entrada 24 Vcc y salida 5 Vcc/4 A (Ref. 6ES7405-0DA02-0AA0).

En el caso de soluciones de control Siemens S7-1500, se deberán suministrar los módulos de potencia necesarios en función del número y tipo de tarjetas instaladas en cada bastidor. Estos módulos de potencia estarán dimensionados con un 25 % de reserva sobre el consumo previsto y serán:

- ✓ Alimentación de sistema SIMATIC S7-1500 PS 25W 24V DC, alimenta del bus en backplane del S7-1500 con tensión de servicio (REF. 6ES7505-0KA00-0AB0).

Todas las soluciones de control que no dispongan de tensión segura a 220 Vca (incluidas las que disponen fuente de alimentación en cada bastidor) dispondrán de fuente de alimentación 230 V / 24 Vcc, respaldada a su vez por una SAI, para alimentación del PLC y sus las tarjetas, paneles de operación, equipos de comunicaciones, instrumentación, avisador telefónico, aisladores galvánicos, aparamenta comunicable de la acometida, tarjetas adicionales de aparamenta comunicable… dimensionada en cada caso con un margen sobre la intensidad nominal de un 25%.

En el caso de Siemens:

- ✓ Estaciones a telemandar y Front End: Sitop Power, tensión de entrada 230 Vac (desde embarrado) y salida 24 Vcc/10 A ó 20 A (Ref. 6EP1334-3BA10 o 6EP1336-3BA10. En función de la potencia necesaria); módulo de unidad de carga y conmutación (UCC) DC-SAI 24V / 20 A; Entrada 24 Vdc, salida 24 Vdc / 20 A (Tipo Sitop UPS1600 Modulo SAI de 20 A Ref. 6EP4136-3AB00-0AY0); módulo de batería con acumuladores de plomo-gel sellado, 24 V/ 12 Ah, libres de mantenimiento, para SITOP módulo DC SAI Tipo Sitop UPS1100 (Ref. 6EP4135-0GB00-0AY0).
- ✓ En instalaciones muy pequeñas, y previa validación por parte del CABB/BBUP se podrán instalar fuentes de tensión de entrada 230 Vac y salida 24 Vcc/5 A. (Ref. 6EP1333-3BA10).

En el caso de Schneider:

- ✓ Estaciones a telemandar: fuente de alimentación conmutada, tensión de entrada 230 Vac (desde embarrado), salida: DC 24 V / 10 o 20 A (Ref. ABL8RPS24100 o ABL8RPM24200. En función de la potencia necesaria); módulo de unidad de carga y conmutación DC-SAI 24V / 20 A; Entrada 24 Vdc, salida 24 Vdc / 20 A (Sin interface) (Ref. ABL8BBU24200); batería con acumuladores de plomo cerrados 24 V/ 12 Ah, libres de mantenimiento (Ref. ABL8BPK24A12)
- ✓ En instalaciones muy pequeñas, y previa validación por parte del CABB/BBUP se podrán instalar fuentes de tensión de entrada 230 Vac y salida 24 Vcc/5 A. (Ref. ABL8RPS24050).

En el caso de que la instalación disponga de alimentación segura de 230Vca (SAI), se podrán alimentar las fuentes de alimentación desde estas SAIs evitando el suministro de las unidades de carga y conmutación y de las baterías.

Los racks de comunicaciones de los Sistemas de Securización estarán protegidos mediante **protector de sobretensiones transitorias** adecuado en la entrada para redes tipo TT o TN-S, clase

de exigencia C, Tipo 2, clase II N/PE, 2 polos y con aviso remoto. Este protector estará protegido mediante fusibles.

Referencia: Schneider, Siemens u otro de similares características.

Los equipos electrónicos alimentados a 24 Vcc se protegerán de manera individual (PLC, cada una de las tarjetas del PLC, paneles de operación, equipos de comunicaciones, instrumentación, aisladores galvánicos, aparamenta comunicable de la acometida, tarjetas adicionales de aparamenta comunicable, electroválvulas…). Para ello se instalarán **fusibles electrónicos** o módulos de corte selectivos de entrada 24 Vcc e intensidad de salida ajustable. El PLC deberá disponer de una señal de estado (diagnóstico) por canal de alimentación. Si el fusible da una señal por cada canal, estas se cablearán, en el caso de canales de alimentación de tarjetas de entradas digitales, a la primera entrada digital de cada tarjeta. En el caso de que alimenten a tarjetas de salidas digitales, entradas analógicas o salidas analógicas, llevarán un contacto auxiliar que se cableará cada uno a una entrada digital para el control desde los sistemas de supervisión. Si el PLC admite diagnostico por software de cada canal de alimentación del fusible electrónico, se prescindirá de los contactos auxiliares, y se realizará el diagnostico de los canales de alimentación por programación.

En el caso de Siemens:

- ✓ SITOP PSE200U, módulo de corte selectivo, empleo 24 Vcc, cuatro canales con intensidad ajustable adecuado para los elementos a proteger, con salida de señal de estado por canal (Ref. 6EP1961-2BA31 o 6EP1961-2BA41. En función de la corriente de salida necesaria)
- ✓ En caso de problemas de espacio en los armarios también se podrán suministrar SITOP SEL1200, módulo de corte selectivo, empleo 24 Vcc, ocho canales con intensidad ajustable de 2-10 A, con salida de señal de estado por canal (Ref. 6EP4438-7FB00-3DX0).

En el caso de Schneider:

- ✓ PHASEO, módulo de protección electrónica, empleo 24 Vcc, cuatro canales con intensidad ajustable adecuado para los elementos a proteger, con salida de señal de estado por canal (Ref. ABL8PRP24100)

Otros:

- ✓ MICO, módulo de protección inteligente, empleo 24 Vcc, cuatro canales con intensidad ajustable adecuado para los elementos a proteger, con salida de señal de estado por canal (Ref. 9000-41034-XXXXXXX, Murr Elektronik. X-En función de la corriente de salida necesaria)

- ✓ MaxGUARD, módulo de protección electrónica, empleo 24 Vcc, cuatro canales con intensidad ajustable adecuado para los elementos a proteger, con salida de señal de estado por canal (Ref. AMG-ELM- XXXXXX, WEIDMULLER. X-En función de la corriente de salida necesaria)

NOTA: En infraestructuras con hardware Siemens que dispongan TIMs de comunicaciones, el TIM y la CPU del PLC se deberán alimentar desde la misma salida del fusible electrónico.

3.15.2.2 PLC

Los materiales que conforman el PLC podrán ser del fabricante Siemens o Schneider Electric. A continuación, se especifican las series de cada fabricante.

Los autómatas serán de la serie S7-300/400/1500 de Siemens o Modicon M580 de Schneider Electric.

En el caso de Siemens generalmente la gama de autómatas a utilizar será la de S7-1500, **excepto en el caso de ampliaciones o modificaciones de sistemas existentes en los que haya comunicaciones o dependencias con S7-300/400**, casos en los que se mantendrá la gama de PLCs existente.

A la hora de ofertar **arquitecturas de control con PLCs S7-1500 se deberá comprobar que la arquitectura propuesta no tiene comunicaciones u otras singularidades que no hayan sido testadas y validadas por le CABB previamente y, se deberá verificar que no haya incompatibilidades con el resto de los elementos del sistema**.

No se admitirán propuestas que no proporciones la misma garantía que soluciones con PLCs de las gamas S7-400 y S7-300.

En situaciones excepcionales **que deberán ser validadas explícitamente por el CABB/BBUP (ICOM)** que podrán utilizar autómatas de la gama S7-300/400 (ETAP de Venta Alta y EDAR de Galindo…).

Cada PLC llevará su correspondiente **bastidor o bastidores**. El número de bastidores se dimensionarán de tal manera que a la finalización de los trabajos quede una reserva mínima como para alojar dos tarjetas más.

En el caso de Siemens:

- ✓ S7-300: Ref. 6ES7390-1AE80-0AA0 - Longitud=480 mm o 6ES7390-1AF30-0AA0 - Longitud=530 mm.

- ✓ S7-400: Para el bastidor central o de ampliación UR1 con 18 Slots conectables, apto para 2 Fuentes de alimentación Redundantes - Ref. 6ES7390-1AE80-0AA0.
- ✓ O Para el bastidor de ampliación ER1 con 18 Slots, solamente para módulos de señales, apto para 2 Fuentes de alimentación Redundantes - Ref. 6ES7390-1AE80-0AA0.
- ✓ S7-1500: Como mínimo será un bastidor de 530 mm de longitud (Ref. 6ES7590-1AF30-0AA0).

En el caso de Schneider:

- ✓ M580: BMEXBP0400 – Rack con 4 posiciones, Ref. BMEXBP0800 – Rack con 8 posiciones o BMEXBP1200 – Rack con 12 posiciones.

El autómata se ofertará con una CPU de capacidad adecuada, de manera que una vez instalado el programa quede memoria de reserva suficiente, como mínimo de un 25 %, para futuras modificaciones, y siempre con memoria no volátil (EPROM, SD…) ante una caída de tensión principal y de respaldo (Pila, SAI…), y de capacidad suficiente para contener el programa con los comentarios incluidos.

En el caso de Siemens S7-300:

- ✓ Instalaciones pequeñas y medianas a telemandar como bombeos, depósitos, aliviaderos, tanques de tormentas…: La CPU mínima a instalar será una CPU Compacta, S7-314C-2 PN/DP (Ref. 6ES7314-6EH04-0AB0) con memoria principal de 192Kb (que incorpora 24 E/D, 16 S/D, 4 E/A, 2SA, 1PT100, 4 contadores rápidos…). Estas deberán cumplir con el mismo ratio de reservas que el que se especifica para el caso de tarjetas de entradas y salidas independientes de la CPU, por lo que si la CPU no cumple con dicho ratio se deberán añadir más tarjetas de entradas/salidas.

  NOTA: En el caso de utilizar las entradas/salidas analógicas integradas en la CPU compacta se deben poner aisladores galvánicos en las medidas analógicas (Ref. Vegatrenn 149A, Vegatrenn 141 o Similar).
- ✓ Instalaciones destacadas a telemandar como EDARs, ETAPs, o que por su tamaño no se puedan cubrir con las especificaciones para instalaciones pequeñas, y en la EDAR Galindo y en la ETAP Venta Alta: Como mínimo será una CPU S7-315 2PN/DP, con memoria principal de 384 Kb (Ref. 6ES7315-2EH14-0AB0).
- ✓ Front Ends: Como mínimo será una CPU S7-317 PN/DP, con memoria principal de 1Mb (Ref. 6ES7317-2EK14-0AB0).

En el caso de Siemens S7-400:

- ✓ Instalaciones que requieran la utilización de PLCs de la Gama S7-400 (EDAR Galindo, ETAP Venta Alta…): Serán con puerto integrado profinet y como mínimo será una CPU S7-412-2 PN, con memoria principal de 1 Mb (0,5 MB código y 0,5 MB Datos) (Ref. 6ES7412-2EK07-0AB0).

En el caso de Siemens S7-1500:

- ✓ Instalaciones pequeñas a telemandar como depósitos, aliviaderos…: La CPU mínima a instalar será una CPU S7-1500 S7-1511-1 PN, con memoria principal de 150 Kb (Ref. 6ES7511-1AK02-0AB0).
- ✓ Instalaciones medianas a telemandar como bombeos, tanques de tormentas…: La CPU mínima a instalar será una CPU S7-1500 S7-1513-1 PN, con memoria principal de 300 Kb (Ref. 6ES7513-1AL02-0AB0).

  NOTA: Donde se suministren CPUs CPU S7-1500, S7-1511-1 PN o S7-1513-1 PN, si el PLC dispone de comunicaciones Sinaut, o conexión con una red superior de comunicaciones (anillo de fibra óptica, internet…), se deberá suministrar un procesador de comunicaciones Ethernet de SIMATIC S7-1500 (Ref. 6GK7542-1AX00-0XE0), para la conexión del PLC con el TIM 1531 IRC o las redes superiores de comunicaciones, (dedicado en exclusiva para estas comunicaciones) dejando los puertos integrados de la CPU para la conexión del anillo interno del armario/CCM.
- ✓ Instalaciones destacadas a telemandar como EDARs, ETAPs, o que por su tamaño no se puedan cubrir con las especificaciones para instalaciones pequeñas y medianas, y en la EDAR Galindo y en la ETAP Venta Alta: Como mínimo será una CPU S7-1500 S7-1515-2 PN, con memoria principal de 500 Kb (Ref. 6ES7515-2AM01-0AB0).
- ✓ Front Ends: Como mínimo será una CPU S7-1500 S7-1516-3 PN/DP, con memoria principal de 1Mb (Ref. 6ES7516-3AN01-0AB0).

  NOTA: Donde se suministren CPUs CPU S7-1500 S7-1515-2 PN o S7-1516-3 PN/DP, al disponer éstas 3 puertos Ethernet integrados en dos subredes diferentes, la pareja de puertos que están en la misma subred se deberán utilizar para la conexión del anillo interno del armario/CCM, y el otro puerto perteneciente a la otra subred, para la conexión del PLC a los TIM 1531 IRC de comunicaciones Sinaut o a redes superiores de comunicaciones (anillo de fibra óptica, internet…) dedicado en exclusiva para estas comunicaciones.

En el caso de Schneider:

- ✓ Instalaciones pequeñas a telemandar como bombeos, depósitos, aliviaderos, tanques de tormentas…: La CPU mínima a instalar será una CPU M580 con memoria principal de 4Mb para programa/384Kb para datos. (Ref. BMEP581020).
- ✓ Instalaciones destacadas a telemandar como EDARs, ETAPs, o que por su tamaño no se puedan cubrir con las especificaciones para instalaciones pequeñas: Como mínimo será una CPU M580, con memoria principal de 8Mb para programa/768Kb para datos. (Ref. BMEP582040).
- ✓ NOTA: En este caso, dado que se quiere mantener la posibilidad de conectar bastidores de ampliación mediante la red eRio (la cual se conecta a dos bocas Ethernet de la CPU), se deberá suministrar una tarjeta de red (NOC 0301 Ref. BMENOC0301) exclusiva para el anillo (DIO) de comunicaciones interno del CCM (TesysT…).
- ✓ Front Ends: Como mínimo será una CPU M580, con memoria principal de 64Mb para programa y datos. (Ref. BMEP586040).

El autómata se suministrará con una **tarjeta de memoria** de capacidad adecuada, de manera que una vez instalado el programa definitivo quede memoria de reserva suficiente, como mínimo de un 25 %:

En el caso de Siemens S7-300:

- ✓ En instalaciones pequeñas a telemandar como bombeos, depósitos, aliviaderos, tanques de tormentas…y en instalaciones destacadas a telemandar como EDARs y ETAPs y en la EDAR Galindo y en la ETAP Venta Alta, como mínimo: Micro Memory Card, 3,3 V NFLASCH, 512 Kbyte (Ref. 6ES7953-8LJ31-0AA0).
- ✓ Front Ends: Micro Memory Card, 3,3 V NFLASCH, 4 Mb (Ref. 6ES7953-8LM31-0AA0).

En el caso de Siemens S7-400:

- ✓ Tarjeta de memoria para S7-400, forma constructiva Larga para S7-400, 5V Flash, con 32 MB de memoria. (Ref. 6ES7952-1KK00-0AA0).

En el caso de Siemens S7-1500:

- ✓ En instalaciones pequeñas a telemandar como depósitos, aliviaderos…, como mínimo: Memory Card para CPU S7-1x00, 3,3 V FLASH, 4 Mbyte (Ref. 6ES7954-8LC03-0AA0).
- ✓ En instalaciones medianas a telemandar como bombeos, depósitos, aliviaderos, tanques de tormentas…, y en instalaciones destacadas a telemandar como EDARs y ETAPs y en la

EDAR Galindo y en la ETAP Venta Alta, como mínimo: Memory Card para CPU S7-1x00, 3,3 V FLASH, 12 Mbyte (Ref. 6ES7954-8LE03-0AA0).

- ✓ Front Ends: Memory Card para CPU S7-1x00, 3,3 V FLASH, 24 Mbyte (Ref. 6ES7954-8LF03-0AA0).

En el caso de Schneider:

- ✓ Cualquier tipo de CPU M580…: Tarjeta de memoria flash SD para M580, 4 Gb (Ref. BMXRMS004GPF).

En instalaciones telemandadas que utilizan un protocolo de telemando para comunicar los Front End del puesto de control central y los propios Front End (gama S7-300/1500 de Siemens y M580 de Schneider), los autómatas llevarán un **puerto de comunicaciones Ethernet (configurado en subredes diferentes)** por cada medio de comunicación utilizado para comunicar con el puesto de control central:

En el caso de Siemens, dado que las CPUs no soportan comunicaciones Sinaut, no se pueden utilizar sus puertos para comunicar con los Front Ends del puesto de control central. Estos se utilizarán para la conexión del anillo de comunicaciones interno del CCM (Simocodes, arrancadores, variadores de frecuencia, paneles de operación…), por lo que se deben utilizar las siguientes tarjetas de comunicaciones:

En el caso de Siemens S7-300:

- ✓ Estaciones a telemandar con un medio de comunicación: TIM 3V-IE (Ref. 6NH7800-3BA00)
- ✓ Estaciones a telemandar con dos medios de comunicación redundantes o Front Ends de comunicaciones: un TIM 4R-IE (Ref. 6NH7800-4BA00) por cada pareja de medios de comunicaciones redundantes entre sí. Por ejemplo, si el Front End va a comunicar con ciertas instalaciones en ADSL con redundancia Tetra y con otras en línea dedicada con redundancia Tetra, se suministrarán dos TIM 4R-IE, uno para cada redundancia a gestionar.

En el caso de Siemens S7-1500:

- ✓ En todos los casos (independientemente del tipo de instalación o del número de medios de comunicaciones): un TIM 1531 IRC (Ref. 6GK7543-1MX00-0XE0) por cada pareja de medios de comunicaciones redundantes entre sí. Por ejemplo, si el Front End va a comunicar con ciertas instalaciones en ADSL con redundancia Tetra y con otras en línea

dedicada con redundancia Tetra, se suministrarán dos TIM 1531 IRC, uno para cada redundancia a gestionar.

Se deberán suministrar con su tarjeta de memoria correspondiente para el almacenamiento de configuraciones y parámetros.

Generalmente con los autómatas de la gama S7-400 no será necesario comunicar a través de protocolos de telemando (en la **ETAP de Venta Alta y en la EDAR de Galindo no se utiliza Sinaut para comunicar**), pero en caso de que por alguna circunstancia, y bajo aprobación explicita del CABB/BBUP (ICOM), fuera necesario comunicar en Sinaut con un S7-400 desde un Front End de la gama S7-300/400, se deberá suministrar una pasarela de la gama S7-300 con la siguiente composición (a instalar en la instalación remota):

- ✓ Un bastidor y una fuente de alimentación, siguiendo las directrices descritas para autómatas de la gama S7-300.
- ✓ La CPU mínima a instalar será una CPU 312 (Ref. 6ES7312-1AE14-0AB0) con memoria principal de 32Kb.
- ✓ Una tarjeta de memoria micro Memory Card, 3,3 V NFLASCH, 512 Kbyte (Ref. 6ES7953-8LJ31-0AA0).
- ✓ Un TIM 3V-IE Advanced (Ref. 6NH7800-3CA00) que permita el intercambio de datos a través del bus trasero del autómata con el TIM 4R-IE.
- ✓ Un TIM 4R-IE (Ref. 6NH7800-4BA00) por cada pareja de medios de comunicaciones redundantes entre sí. Por ejemplo, si el Front End va a comunicar con ciertas instalaciones en ADSL con redundancia Tetra y con otras en línea dedicada con redundancia Tetra, se suministrarán dos TIM 4R-IE, uno para cada redundancia a gestionar.

En el caso de que la comunicación del S7-400 deba ser con un Front End de la gama S7-1500 se deberá suministrar un TIM de la gama S7-1500 (a instalar en la instalación remota) TIM 1531 IRC (Ref. 6GK7543-1MX00-0XE0). Se deberán suministrar con su tarjeta de memoria correspondiente para el almacenamiento de configuraciones y parámetros.

Se deberá tener en cuenta que el PLC S7-400 deberá disponer de un puerto Ethernet de 10/100/1000 Mbps para la conexión del TIM al PLC. Este puerto Ethernet deberá de estar en una subred independiente destinada solo para esta conexión, es decir, debe ser en exclusiva para las comunicaciones Sinaut y no puede ser compartido con otras comunicaciones (ni siquiera a través de un Switch).

En ningún caso se instalarán autómatas de la gama S7-400 como Front Ends de comunicaciones.

Cuando los puertos Ethernet integrados en las CPUs no sean suficientes para cubrir las necesidades (cumpliendo las especificaciones) o en el caso de suministrar una CPU de la gama S7-300/400/1500 (CPUs 1511-1PN, 1513-1PN, solo en casos excepcionales validados por el CABB-ICOM) en la EDAR de Galindo o en la ETAP de Venta Alta, los puertos integrados en la CPU se destinarán para la conexión del anillo de comunicaciones interno del CCM (Simocodes, arrancadores, variadores de frecuencia, paneles de operación…) y se deberá suministrar una tarjeta de comunicaciones aparte para la conexión de dicho CCM al anillo de comunicaciones de la planta:

En el caso de Siemens S7-300, y en función de las necesidades a nivel de protocolos y servicios podrá ser:

- ✓ Procesador de comunicaciones para la conexión de SIMATIC S7-300 a Ethernet Industrial, con los siguientes protocolos/características: ISO, TCP/IP y UDP, S7, Send/Receive con y sin RFC1006, Fetch/Write, controlador o dispositivo PN/IO (Profinet), sincronización de CPU vía NTC. (Ref. 6GK7343-1EX30-0XE0)
- ✓ Procesador de comunicaciones (LEAN) para la conexión de SIMATIC S7-300 a Ethernet Industrial, con los siguientes protocolos/características: TCP/IP y UDP, S7 (Server), Send/Receive con y sin RFC1006, Fetch/Write, dispositivo PN/IO (Profinet). (Ref. 6GK7343-1CX10-0XE0).

En el caso de Siemens S7-400:

- ✓ Procesador de comunicaciones para la conexión de SIMATIC S7-400 a Ethernet Industrial, mediante ISO, TCP/IP y UDP, S7, controlador PN/IO (Profinet). (Ref. 6GK7443-1EX30-0XE0).

En el caso de Siemens S7-1500:

- ✓ Procesador de comunicaciones para la conexión de SIMATIC S7-1500 a Ethernet Industrial, con los siguientes protocolos/características: IO-Controller: TCP/IP, ISO-ON-TCP, UDP, S7, IP-Broadcast/ Multicast, SNMPV1, DHCP, sincronización horaria vía NTP (Ref. 6GK7542-1AX00-0XE0).

En el caso de Schneider, dado que las CPUs disponen de 3 puertos de comunicaciones Ethernet, el puerto de servicio de esta se utilizará para la conexión con el canal principal de comunicaciones con el puesto de control central.

- ✓ Por lo tanto, en estaciones a telemandar con un medio de comunicación no será necesario suministrar tarjetas de comunicaciones adicionales.
- ✓ Estaciones a telemandar con dos medios de comunicación redundantes o Front Ends, se deberá suministrar una tarjeta de comunicaciones por cada medio de comunicación diferente al principal que se pretenda utilizar: Tarjeta de comunicaciones ethernet NOC 0301 para PLCs M580 (Ref. BMENOC0301).

  En instalaciones pequeñas a telemandar, los otros dos puertos de la CPU (DIO) se utilizarán para la conexión del anillo de comunicaciones interno del CCM (TesysT…). En cambio, en instalaciones destacadas a telemandar, dado que se quiere mantener la posibilidad de conectar bastidores de ampliación mediante la red eRio (la cual se conecta a dos bocas Ethernet de la CPU), se deberá suministrar una tarjeta de red (NOC 0301 Ref. BMENOC0301) exclusiva para el anillo (DIO) de comunicaciones interno del CCM (TesysT…).

Las tarjetas de entrada-salida serán siempre con separación galvánica e **irán rotuladas** con sus direcciones correspondientes. El etiquetado deberá ser realizado de manera informática evitando los textos escritos “a mano”.

Las tarjetas de **entradas digitales** serán de 16 ó 32 E/D, con separación galvánica y 24 Vcc:

En el caso de Siemens S7-300:

- ✓ Tarjetas de 16 E/D y conector frontal de 20 polos/tornillo (Ref. 6ES7321-1BH02-0AA0 + 6ES7392-1AJ00-0AA0).
- ✓ Tarjetas 32 E/D y conector frontal de 40 polos/tornillo (Ref. 6ES7321-1BL00-0AA0 + 6ES7392-1AM00-0AA0)

En el caso de Siemens S7-400:

- ✓ Tarjetas 32 E/D y conector frontal de 48 polos/tornillo (Ref. 6ES7421-1BL01-0AA0 + 6ES7492-1AL00-0AA0)

En el caso de Siemens S7-1500:

- ✓ Tarjetas de 16 E/D y conector frontal de 40 polos/tornillo (Ref. 6ES7521-1BH00-0AB0 + 6ES7592-1AM00-0XB0).
- ✓ Tarjetas 32 E/D y conector frontal de 40 polos/tornillo (Ref. 6ES7521-1BL00-0AB0 + 6ES7592-1AM00-0XB0)

En el caso de Schneider:

- ✓ Tarjetas de 16 E/D y conector frontal de 20 polos/tornillo (Ref. BMXDDI1602 + BMXFTB2000).
- ✓ Tarjetas de 32 E/D y conector frontal de 40 polos/precableado (Ref. BMXDDI3202K + precableado según se describe en el apartado "3.15.2.4 Sistemas de precableado").

Las tarjetas de **salidas digitales** serán de 16 ó 32 S/D, con separación galvánica y 24 Vcc, 0,5A:

En el caso de Siemens S7-300:

- ✓ Tarjetas de 16 S/D y conector frontal de 20 polos/tornillo (Ref. 6ES7322-1BH01-0AA0 + 6ES7392-1AJ00-0AA0)
- ✓ Tarjetas de 32 S/D y conector frontal de 40 polos/tornillo (Ref. 6ES7322-1BL00-0AA0 + 6ES7392-1AM00-0AA0)

En el caso de Siemens S7-400:

- ✓ Tarjetas de 32 S/D y conector frontal de 48 polos/tornillo (Ref. 6ES7422-1BL00-0AA0 + 6ES7492-1AL00-0AA0)

En el caso de Siemens S7-1500:

- ✓ Tarjetas de 16 S/D y conector frontal de 40 polos/tornillo (Ref. 6ES7522-1BH01-0AB0 + 6ES7592-1AM00-0XB0)
- ✓ Tarjetas de 32 S/D y conector frontal de 40 polos/tornillo (Ref. 6ES7522-1BL01-0AB0 + 6ES7592-1AM00-0XB0)

En el caso de Schneider:

- ✓ Tarjetas de 16 S/D y conector frontal de 20 polos/tornillo (Ref. BMXDDO1602 + BMXFTB2000).
- ✓ Tarjetas de 32 S/D y conector frontal de 40 polos/precableado (Ref. BMXDDO3202K + precableado según se describe en el apartado "3.15.2.4 Sistemas de precableado").

Las tarjetas de E/S **analógicas** serán de 4…20 mA y con aislamiento galvánico (en casos excepcionales, se admiten tarjetas sin aislamiento galvánico si se colocan aisladores externos). Serán las siguientes:

En el caso de Siemens S7-300:

- ✓ Tarjetas 8 E/A, 24 Vcc y conector frontal de 20 polos/tornillo (Ref. 6ES7331-7KF02-0AB0 + 6ES7392-1AJ00-0AA0)
- ✓ Tarjetas de 8 S/A, 24 Vcc y conector frontal de 40 polos/tornillo (Ref. 6ES7332-5HF00-0AB0 + 6ES7392-1AM00-0AA0)
- ✓ Tarjetas de 4 S/A, 24 Vcc y conector frontal de 40 polos/tornillo (Ref. 6ES7332-5HD01-0AB0 + 6ES7392-1AM00-0AA0)

En el caso de Siemens S7-400:

- ✓ Tarjetas 8 E/A, 24 Vcc y conector frontal de 48 polos/tornillo (Ref. 6ES7431-1KF00-0AB0 + 6ES7492-1AL00-0AA0)
- ✓ Tarjetas de 8 S/A, 24 Vcc y conector frontal de 48 polos/tornillo (Ref. 6ES7432-1HF00-0AB0 + 6ES7492-1AL00-0AA0)

En el caso de Siemens S7-1500:

- ✓ Tarjetas 8 E/A, 24 Vcc y conector frontal de 40 polos/tornillo (Ref. 6ES7531-7KF00-0AB0 + 6ES7592-1AM00-0XB0)
- ✓ Tarjetas de 8 S/A, 24 Vcc y conector frontal de 40 polos/tornillo (Ref. 6ES7532-5HF00-0AB0 + 6ES7592-1AM00-0XB0)
- ✓ Tarjetas de 4 S/A, 24 Vcc y conector frontal de 40 polos/tornillo (Ref. 6ES7532-5HD00-0AB0 + 6ES7592-1AM00-0XB0)

En el caso de Schneider:

- ✓ Tarjetas 8 E/A, 24 Vcc y conector frontal de 28 polos/tornillo (Ref. BMXAMI0810 + BMXFTB2800).
- ✓ Tarjetas 8 S/A, 24 Vcc y conector frontal de 20 polos/tornillo (Ref. BMXAMO0802 +
- ✓ BMXFTB2000)
- ✓ Tarjetas 4 S/A, 24 Vcc y conector frontal de 20 polos/tornillo (Ref. BMXAMO0410 + BMXFTB2000)

En todos los casos se dimensionará el número de tarjetas de entradas y salidas, digitales y analógicas, para que cumplan con **una reserva para futuras ampliaciones de un 25%. En esta reserva no se tendrán en cuenta las señales libres por acabarse un accionamiento en mitad de una tarjeta, sino serán señales libres al acabar la última señal de la última tarjeta.**

NOTA: En el caso de utilizar las entradas/salidas analógicas sin aislamiento galvánico (concretamente con las entradas analógicas integradas en la CPU de Siemens y con la tarjeta de 8 salidas analógicas de Schneider - BMXAMO0802) se deben instalar aisladores galvánicos externos (Ref. Vegatrenn 149A, Vegatrenn 141 o Similar).

Las **tarjetas para la ampliación del rack principal** serán las siguientes:

En el caso de Siemens S7-300:

- ✓ ET200M con profinet (Ref.6ES7153-4AA01-0XB0).
- ✓ Micro Memory Card, 3,3 V NFLASCH, 64 Kbyte (Ref. 6ES7953-8LF31-0AA0).

Esta solución se utilizará para conectar un bastidor de ampliación de la gama S7-300 con cualquier gama de CPUs de Siemens (S7-300/400/1500).

En el caso de Siemens S7-400, si es posible se ampliará utilizando la solución descrita para la gama S7-300/1500, es decir, un bastidor de ampliación ET200M/ET200MP (a validar por el CABB-ICOM) con profinet. En caso de no ser posible esta solución se ampliará utilizando las siguientes tarjetas:

- ✓ En el bastidor principal, IM 460-0 Tarjeta interfase emisor para configuración centralizada sin transmisión de alimentación, con bus K (Ref. 6ES7460-0AA01-0AB0).
- ✓ En los bastidores de ampliación, IM 461-0 Tarjeta interfase emisor para configuración centralizada sin transmisión de alimentación, con bus K (Ref. 6ES7461-0AA01-0AA0).
- ✓ Cable IM con bus K (Ref. 6ES7468-1...0-0AA0. Esta referencia varía en función de la longitud del cable).

En el caso de Siemens S7-1500:

- ✓ ET 200MP IM 155-5 ST con profinet (Ref. 6ES7155-5AA01-0AB0).

En el caso de Schneider:

- ✓ Cabecera ethernet eRio (Ref. BMXCRA31200). Al utilizar bastidores eRio para conectar los bastidores de expansión de deben utilizar dos puertos ethernet de la CPU, por lo que en caso necesario se deberá suministrar una tarjeta Ethernet (NOC) aparte pata la conexión de la CPU al anillo de comunicaciones interno del cuadro (anillo DIO).

NOTA: Además de las tarjetas y los cables para la ampliación del bastidor principal, se deberán suministrar el resto de los materiales necesarios para hacer efectiva la ampliación (bastidores, fuentes…).

3.15.2.3 HMI (Interfaz hombre máquina)

Los HMI podrán ser del fabricante Siemens o Schneider Electric, pero siempre serán de la misma marca que el resto del hardware que compone la solución de control de la instalación. A continuación, se especifican las series de cada fabricante.

Los HMI en instalaciones de interior serán **empotrables** y tendrán unas dimensiones mínimas de 15" para instalaciones pequeñas de interior y 19'' para la EDAR/ETAP, de construcción industrial, display TFT, pantalla táctil, resolución mínima de pantalla de 1024x768, 16M de colores, puerto Ethernet integrado, protección IP65 en el la parte frontal e IP20 por el lado posterior, aptos para temperatura ambiente de 0 a 50 ºC y 90% de humedad y alimentación 24 Vcc. El panel se instalará a una altura tal que el borde superior de éste quede a 1,70m del suelo.

Los HMI de instalaciones de intemperie tendrán unas dimensiones de 12'' o de 15" en función del tamaño de la instalación, serán de construcción industrial, display TFT, pantalla táctil, resolución mínima de pantalla de 1024x768, 16M de colores, puerto Ethernet integrado, protección IP65 integral (frontal y trasera), aptos para temperatura ambiente de 0 a 45 ºC y 90% de humedad y alimentación 24 Vcc.

En el caso de Siemens serán paneles de la gama Comfort Panel PRO que ya son fabricados con una envolvente integral lo cual asegura una protección IP65 integral, certificada por el fabricante.

En el caso de Schneider, dado que no se disponen de paneles con envolvente integral, se deberán suministrar HMI empotrables empotrados dentro de una caja metálica (tipo Aluplan AP 103040), cuyo montaje completo garantice el grado de protección IP65.

En ambos casos, la instalación de los HMI en el cuadro de intemperie se deberá realizar a través de un brazo para monitores con fijaciones VESA 100x100mm, fijado a un lateral del armario. Para ello se deberán de realizar las adaptaciones necesarias en los HMI:

- ✓ Siemens. Se debe realizar el mecanizado de una chapa metálica de aluminio que permita el soporte del panel y la fijación del brazo. Se adjuntan imágenes de un ejemplo del adaptador en la documentación del proyecto. La entrada de cables deberá quedar por la parte inferior de dicho adaptador a través de unos prensas de métrica adecuada.
- ✓ Schneider. Se debe mecanizar la caja metálica para la fijación del brazo. El mecanizado debe incluir los refuerzos necesarios para que la sujeción y unión entre la caja y el brazo sea robusta y firme.

Dentro del alcance de suministro del sistema de sujeción de los HMI estará el brazo de sujeción de los mismos, que debe de cumplir con las siguientes características:

- Vesa 100x100mm.
- Longitud del brazo extendido. Entre 450 y 500mm.
- Soporte de hasta 40Kg.
- Articulado en el punto central.
- Completamente giratorio en horizontal.
- Inclinación horizontal ajustable. +-3 grados.
- Inclinación vertical ajustable. +- 5 grados.
- Profundidad máxima 80mm.

Ref. Perlegear PGMFK6 o similar.

Las características de los equipos descritos a continuación serán los mínimos exigidos.

Como norma general, en la **EDAR de Galindo no se suministrarán paneles de operador** con funciones de mando Estación, ya que cada uno de los diferentes edificios y puestos de control locales ya disponen de clientes de SCADA para la supervisión y control local de las instalaciones.

En el caso de Siemens, en instalaciones de intemperie:

- ✓ Instalaciones muy pequeñas a telemandar que requieran la visualización de pequeños sinópticos y/o pocos datos de proceso (Sobre todo en instalaciones con cuadros de intemperie): Simatic TP1200 Comfort Panel Pro 12" para pie de apoyo con tarjeta de memoria MMC de 2GB (Ref. 6AV2124-0MC24-1AX0 + 6AV2181-8XP00-0AX0).
- ✓ Instalaciones pequeñas y medianas a telemandar como bombeos, depósitos, aliviaderos, tanques de tormentas…: Simatic TP1500 Comfort Panel Pro 15" para pie de apoyo con tarjeta de memoria MMC de 2GB (Ref. 6AV2124-0QC24-1AX0 + 6AV2181-8XP00-0AX0).

En el caso de Siemens, en instalaciones de interior:

- ✓ Instalaciones muy pequeñas a telemandar que requieran la visualización de pequeños sinópticos y/o pocos datos de proceso (Sobre todo en instalaciones con cuadros de intemperie): Simatic TP1200 Comfort Panel 12" con tarjeta de memoria MMC de 2GB (Ref. 6AV2124-0MC01-0AX0 + 6AV2181-8XP00-0AX0).

- ✓ Instalaciones pequeñas y medianas a telemandar como bombeos, depósitos, aliviaderos, tanques de tormentas…: Simatic TP1500 Comfort Panel 15” con tarjeta de memoria MMC de 2GB (Ref. 6AV2124-0QC02-0AX1 + 6AV2181-8XP00-0AX0).
- ✓ Instalaciones destacadas a telemandar como EDARs, ETAPs, ETAP Venta Alta o que por su tamaño o necesidades de explotación requieran un HMI de gran tamaño, Simatic TP1900 Confort panel 19” con tarjeta de memoria MMC de 2GB (Ref. 6AV2124-0UC02-0AX1 + 6AV2181-8XP00-0AX0)
- ✓ Instalaciones destacadas a telemandar como EDARs, ETAPs, ETAP Venta Alta, bombeos, tanques de tormentas, etc. con aparamenta comunicable (Simocodes) que requieren comunicaciones directas entre el HMI y dicha aparamenta, en función del número de aparatos con los que sea necesario comunicar (más de 15 Simocodes):
    - Un panel PC, pulgadas en función del tamaño de la instalación (aunque habitualmente será de 19’’): Simatic IPC277E 15" (Ref. 6AV7882-0DA20-6BA0) o Simatic IPC277E 19" (Ref. 6AV7882-0EA20-6EA0).
    - Una licencia Simatic WinCC Runtime Advanced para Simatic IPC, en función del número de variables necesarias: Simatic WinCC Runtime 2048 PowerTags (Ref. 6AV2114-2FA04-0AA0) o Simatic WinCC Runtime 4096 PowerTags (Ref. 6AV2114-2HA04-0AA0) o Simatic WinCC Runtime 8192 PowerTags (Ref. 6AV2114-2KA04-0AA0)
    - Una licencia OPC UA Suite para 100 conexiones OPC UA: (Ref. Kepware Suite OPC UA)

En el caso de Schneider:

- ✓ Instalaciones muy pequeñas a telemandar que requieran la visualización de pequeños sinópticos y/o pocos datos de proceso (Sobre todo en instalaciones con cuadros de intemperie): Magelis GTU 12” con tarjeta de memoria SD de 1GB (Ref. HMIDT642 + HMIG3U + HMIZSD1GS).
- ✓ Instalaciones pequeñas y medianas a telemandar como bombeos, depósitos, aliviaderos, tanques de tormentas…: Magelis GTU 15” con tarjeta de memoria SD de 1GB (Ref. HMIDT732 + HMIG3U + HMIZSD1GS).
- ✓ Instalaciones destacadas a telemandar como EDARs, ETAPs, o que por su tamaño o necesidades de explotación requieran un HMI de gran tamaño:

- Módulo procesador Open Box GTU (Ref. HMIG5U2) con una tarjeta de memoria sistema SD 1 Gb GTU (Ref. HMIZSD1GS), pantalla 19" FWXGA PCAP SMART DISP. GTU (Ref. HMIDT952) y licencia Runtime de Vijeo Designer (Ref. VJDSNRTMPC)

En instalaciones destacadas a telemandar como EDARs, ETAPs… se suministrará (en caso requerido) un HMI **inalámbrico** que permita facilitar las labores de explotación y mantenimiento. Estos equipos tendrán un tamaño mínimo de 10'', de construcción industrial (rugerizado), pantalla táctil, resolución mínima de pantalla de 1024x768, 16M de colores, WIFI 802.11 a/b/c/g integrado, bluetooth, ranura SIM para comunicaciones UMTS (3G/4G) y sistema operativo Windows 7 Ultimate 64 bit SP1 o superior. A continuación, se especifican las series de cada fabricante:

En el caso de Siemens y para la ETAP Venta Alta:

- ✓ Simatic ITP1000, 10" Multitouch (1.280 x 800) (Ref. 6AV7880-0AA12-0AA2).
- ✓ Estación de carga: Docking Station for Simatic ITP1000 (Ref. 6AV7676-1AB00-0AA0).
- ✓ En función de la finalidad solicitada en proyecto que se le vaya a dar al HMI inalámbrico es probable que se deba suministrar una Licencia Simatic WinCC Runtime Advanced, para la ejecución de aplicaciones de HMI. Esta licencia deberá ser seleccionada en función de la necesidad de variables: Simatic WinCC Runtime 2048 PowerTags (Ref. 6AV2114-2FA04-0AA0) o Simatic WinCC Runtime 4096 PowerTags (Ref. 6AV2114-2HA04-0AA0) o Simatic WinCC Runtime 8192 PowerTags (Ref. 6AV2114-2KA04-0AA0)

En el caso de Schneider:

- ✓ Getac F110, 11,6" Multitouch (1366 x 768) (Ref. a consultar).
- ✓ En función de la finalidad solicitada en proyecto que se le vaya a dar al HMI inalámbrico es probable que se deban suministrar licencias:
  - Licencia Vijeo designer para la conexión a HMIs Magelis y supervisar/controlar la misma desde el equipo.
  - Licencia Vijeo designer Runtime para para la ejecución de aplicaciones de HMI en el propio equipo.

3.15.2.4 Sistemas de precableado

Como norma general y a no ser que se especifique lo contrario, en cuadros de EDARs y ETAPs, y otras instalaciones telemandadas y en EDAR Galindo y ETAP Venta Alta siempre se utilizarán sistemas de precableado para la conexión con el PLC.

En armarios de exteriores no se deberán utilizar dado el poco espacio que se suele disponer en los mismos. Cuando se requiera un sistema de precableado (interfaces) entre el PLC, CCM y campo, se eliminarán los conectores especificados en la descripción de las tarjetas de entrada/salida y se suministrarán las referencias de materiales para los PLCs de Siemens y Schneider homologados que se detallan a continuación.

En instalaciones que por su poco espacio para la ubicación de los cuadros de control y con objeto de dejar una reserva suficiente y siempre con autorización de la dirección de obra, se admitirá el uso de sistemas precableados de alta densidad del fabricante Weidmuller, siendo los materiales homologados las referencias concretas que existen para cada referencia concreta de los materiales de Siemens y Schneider que se detallan a continuación.

En el caso de Siemens S7-300:

- ✓ Entradas/salidas digitales, compuesto por:
  - Modulo frontal de conexión para cable plano para tarjetas digitales de E/S (Ref. 6ES7921-3AB00-0AA0 para tarjetas de 16 señales o 6ES7921-3AB20-0AA0 para tarjetas de 32 señales).
  - Bloque de bornes de conexión TP3, para conexión a 3 hilos de señales digitales, con led (Ref. 6ES7924-0CA20-0BA0. Uno por cada 8 señales digitales).
  - No se permiten bases de salidas con relés incorporados.
  - Cable de interconexión sin pantalla (Ref. 6ES7923-0B..0-0CB0. Esta referencia varía en función de la longitud del cable. Uno por cada 8 señales digitales).
- ✓ Entradas analógicas, compuesto por:
  - Modulo frontal de conexión para cable plano para tarjetas de 8 entradas analógicas, 20 polos (Ref. 6ES7921-3AG00-0AA0, 20 polos).
  - Bloque de bornes de conexión TPA, para señales analógicas (Ref. 6ES7924-0CC21-0AA0. Uno por cada 4 entradas analógicas).
  - Cable de interconexión con pantalla (Ref. 6ES7923-0B..0-0DB0. Esta referencia varía en función de la longitud del cable. Uno por cada 4 entradas analógicas).
- ✓ Salidas analógicas, compuesto por:

- Modulo frontal de conexión para cable plano para tarjetas analógicas de 8 salidas analógicas (Ref. 6ES7921-3AG00-0AA0 para tarjetas de 4 salidas o 6ES7921-3AG20-0AA0 para tarjetas de 8 salidas)
- Bloque de bornes de conexión TPA, para señales analógicas (Ref. 6ES7924-0CC21-0AA0. Uno por cada 2 salidas analógicas).
- Cable de interconexión con pantalla (Ref. 6ES7923-0B..0-0DB0. Esta referencia varía en función de la longitud del cable. Uno por cada 2 salidas analógicas).

NOTA: El módulo de 4 entradas analógicas + 2 salidas analógicas + 8 entradas digitales integrado en las CPUs compactas de Siemens necesita un conector especial para sistemas precableados (Ref. 6ES7921-3AM20-0AA0). El resto del sistema precableado (Bloques de bornes y cables) atiende a lo descrito en los apartados anteriores.

En el caso de Siemens S7-400:

- ✓ Entradas/salidas digitales, compuesto por:
  - Modulo frontal de conexión para tarjetas digitales de E/S con cable y 4 conectores para TP3 (Ref. 6ES7921-4BC50-0AA1).
  - Bloque de bornes de conexión TP3, para conexión a 3 hilos de señales digitales, con led (Ref. 6ES7924-0CA20-0BA0. Uno por cada 8 señales digitales).
  - No se permiten bases de salidas con relés incorporados.
- ✓ Entradas analógicas, compuesto por:
  - Modulo frontal de conexión para tarjetas digitales 8 entradas analógicas con cable y 4 conectores para TPA (Ref. 6ES7921-4BC50-0AA1).
  - Bloque de bornes de conexión TPA, para señales analógicas (Ref. 6ES7924-0CC21-0AA0. Uno por cada 4 entradas analógicas).
- ✓ Salidas analógicas, compuesto por:
  - Modulo frontal de conexión para tarjetas digitales 8 salidas analógicas con cable y 4 conectores para TPA (Ref. 6ES7921-4BC50-0AA1).
  - Bloque de bornes de conexión TPA, para señales analógicas (Ref. 6ES7924-0CC21-0AA0. Uno por cada 2 salidas analógicas).

En el caso de Siemens S7-1500:

- ✓ Entradas/salidas digitales, compuesto por:
  - Modulo frontal de conexión para cable plano para tarjetas digitales de E/S (Ref. 6ES7921-5AB20-0AA, 4x16 polos).
  - Bloque de bornes de conexión TP3, para conexión a 3 hilos de señales digitales, con led (Ref. 6ES7924-0CA20-0BA0. Uno por cada 8 señales digitales).
  - No se permiten bases de salidas con relés incorporados.
  - Cable de interconexión sin pantalla (Ref. 6ES7923-0B..0-0CB0. Esta referencia varía en función de la longitud del cable. Uno por cada 8 señales digitales).
- ✓ Entradas/salidas analógicas, compuesto por:
  - Modulo frontal de conexión para cable plano para tarjetas analógicas de E/S (Ref. 6ES7921-5AK20-0AA0, 4x16 polos).
  - Bloque de bornes de conexión TPA, para señales analógicas (Ref. 6ES7924-0CC20-0AA0. Uno por cada 2 señales analógicas).
  - Cable de interconexión con pantalla (Ref. 6ES7923-0B..0-0DB0. Esta referencia varía en función de la longitud del cable. Uno por cada 2 señales analógicas).

En el caso de Schneider:

- ✓ Entradas/salidas de 16 señales digitales, compuesto por:
  - No se permiten tarjetas de 16 señales digitales con bases precableadas. Se deberán instalar como se describe en el apartado “3.15.2.2 PLC”.
- ✓ Entradas/salidas de 32 señales digitales, compuesto por:
  - Modulo frontal de conexión precableado para tarjetas digitales de 32 E/S con un conector terminal de 40 vías y dos conectores HE10 (Ref. BMXFCC..3 Esta referencia varía en función de la longitud del cable).
  - Bloque de bornes de conexión ABE7, para conexión a 3 hilos de 16 señales digitales, con led (Ref. ABE-7H16R31. Uno por cada 16 señales digitales).
  - No se permiten bases de salidas con relés incorporados.
- ✓ Entradas analógicas, compuesto por:

- Modulo frontal de conexión precableado para tarjetas de 8 entradas analógicas con un conector terminal de 28 polos y un conector SUB-D25 (Ref. BMXFTA..0 Esta referencia varía en función de la longitud del cable).
- Bloque de bornes de conexión ABE7, para entradas analógicas (Ref. ABE-7CPA02. Uno por cada 8 entradas analógicas).

✓ Salidas analógicas, compuesto por:

- Modulo frontal de conexión precableado para tarjetas de 4 salidas analógicas con un conector terminal de 20 polos y un conector SUB-D25 (Ref. BMXFCA..0 Esta referencia varía en función de la longitud del cable).
- Modulo frontal de conexión precableado para tarjetas de 8 salidas analógicas con un conector terminal de 20 polos y un conector SUB-D25 (Ref. BMXFTA..2 Esta referencia varía en función de la longitud del cable).
- Bloque de bornes de conexión ABE7, para salidas analógicas (Ref. ABE-7CPA21. Uno por cada 4 salidas analógicas).
- Bloque de bornes de conexión ABE7, para salidas analógicas (Ref. ABE-7CPA02. Uno por cada 8 salidas analógicas).

En ningún caso se admitirá la conexión de una base precableada a un bornero no precableado.

3.15.2.5 Medios de Comunicación

Los materiales a utilizar según el medio de comunicación serán:

Medios Propios

Líneas de fibra óptica o cobre Ethernet.

En instalaciones con aparamenta comunicable se deberá realizar un anillo de comunicaciones Ethernet con cable de cobre a nivel interno de los cuadros de la instalación (cuadros de control y CCMs), el cual conecte toda la aparamenta comunicable, el PLC, paneles de operación, switches de comunicaciones y los variadores y arrancadores de la instalación (en caso de que estos dispongan de posibilidad de integración en el anillo). El resto de los equipos con comunicaciones Ethernet que no dispongan de posibilidad de conectarse en anillo, se conectarán en estrella al switch de comunicaciones. En el caso de instalaciones con aparamenta convencional no será necesario realizar un anillo de comunicaciones dentro de los cuadros de la instalación, sino que los equipos con comunicaciones ethernet se conectarán en estrella a un switch de comunicaciones.

A continuación, se especifican las referencias de los switches destinados a las comunicaciones internas de los cuadros de cada fabricante:

En el caso de Siemens:

- ✓ Switch industrial de comunicaciones Ethernet y Profinet SCALANCE XC208, con 8 puertos RJ45 10/100 Mbit/s, 1 puerto de consola, gestionable layer 2, alimentación redundante en 24Vcc, montaje en pared, perfil normalizado o rack S7, ranura para C-PLUG, funciones de redundancia, funciones office (RSTP,VLAN...), dispositivo PROFINET IO, conforme con ETHERNET/IP. (Ref. 6GK5208-0BA00-2AC2).

  Cada switch instalado deberá suministrarse con una memoria de configuración C-PLUG, para almacenar los datos de configuración y posibles datos de usuario. (Ref. 6GK1900-0AB10).

En el caso de necesitar una conexión punto a punto de fibra óptica con otro punto de la instalación (que no se trate de una red superior de comunicaciones como un anillo a nivel de planta), y cumpliendo el requisito de dejar dos puertos RJ45 libres, también se podrá suministrar:

- ✓ Switch industrial de comunicaciones Ethernet y Profinet SCALANCE XC206-2SFP, con 6 puertos RJ45 10/100 Mbit/s, 2 bahías SFP 100/1000 Mbit/s, 1 puerto de consola, gestionable layer 2, alimentación redundante en 24Vcc, montaje en pared, perfil normalizado o rack S7, ranura para C-PLUG, funciones de redundancia, funciones office (RSTP,VLAN...), dispositivo PROFINET IO, conforme con ETHERNET/IP. (Ref. 6GK5206-2BS00-2AC2).
- ✓ En caso de necesitar puertos en fibra óptica monomodo se deberá suministrar un accesorio SCALANCE X; SFP992-1LD; 1 puerto LC 1000 Mbit/s, óptico; FO de vidrio monomodo hasta máx. 10 Km. (Ref. 6GK5992-1AM00-8AA0). Uno por cada par de fibra necesario.
- ✓ En caso de necesitar puertos en fibra óptica multimodo se deberá suministrar un accesorio SCALANCE X; SFP992-1; 1 puerto LC 1000 Mbit/s, óptico; FO de vidrio multimodo hasta máx. 750 metros. (Ref. 6GK5992-1AL00-8AA0). Uno por cada par de fibra necesario.
- ✓ En caso de necesitar puertos en fibra óptica multimodo se deberá suministrar un accesorio SCALANCE X; SFP992-1+; 1 puerto LC 1000 Mbit/s, óptico; FO de vidrio multimodo hasta máx. 2000 metros. (Ref. 6GK5992-1AG00-8AA0). Uno por cada par de fibra necesario.

Cada switch instalado deberá suministrarse con una memoria de configuración C-PLUG, para almacenar los datos de configuración y posibles datos de usuario. (Ref. 6GK1900-0AB10).

NOTA: En caso de, por necesidades de distancias o compatibilidades, se deban suministrar SFPs diferentes a los especificados, estos deberán ser aprobados por el CABB (ICOM).

En el caso de Schneider:

- ✓ Switch industrial de comunicaciones Ethernet con 8 puertos RJ45 10/100 Mbit/s, con gestor de redundancia RSTP integrado (Ref. TCSESB083F23F0).

Cuando simplemente sea necesario realizar la conexión punto a punto entre dos instalaciones en fibra óptica (sin necesidad de más puertos), se podrán utilizar conversores de medio como los que se indican a continuación:

En el caso de Siemens:

- ✓ SCALANCE X101-1LD, convertidor de medio Industrial Ethernet no gestionable, con 1 puerto RJ45 de 10/100Mbit/s, 1 puerto de 100Mbit/s para fibra óptica monomodo con conectores BFOC, hasta 26Km, LEDs de diagnóstico, contacto de señalización con pulsador de SET, alimentación redundante a 24Vcc. (Ref. 6GK5101-1BC00-2AA3)
- ✓ SCALANCE X101-1, convertidor de medio Industrial Ethernet no gestionable, con 1 puerto RJ45 de 10/100Mbit/s, 1 puerto de 100Mbit/s para fibra óptica multimodo, hasta 5 Km, con conectores BFOC, LEDs de diagnóstico, contacto de señalización con pulsador de SET, alimentación redundante a 24Vcc. (Ref. 6GK5101-1BC00-2AA3)

En el caso de Schneider:

- ✓ En estudio

Puede darse el caso en ciertas instalaciones que se necesario disponer de más puertos RJ45 o incluso de algún puerto de fibra óptica multimodo/monomodo (para la comunicación con periferias distribuidas, con PLCs de otras instalaciones…). En ese caso se suministrará un switch con características equivalentes o superiores a los especificados que cubra las necesidades de puertos de la instalación. En cualquier caso, a la finalización de los trabajos en la instalación deberán quedar dos puertos RJ45 libres.

En el caso de que la instalación disponga de más de 36 equipos conectables al anillo se deberán de crear varios anillos dentro del cuadro de la instalación evitando rebasar los límites indicados y se

deberá suministrar un switch como el especificado por cada uno de los anillos. Estos anillos de comunicaciones se unirán conectando todos los switches a través de cables de cobre Ethernet.

En instalaciones que tengan más de un CCM distribuido en diferentes edificios, estos deberán de comunicarse a través de un anillo de comunicaciones Ethernet con fibra óptica, destinado a el intercambio de información entre ellos y para darles acceso a los medios de comunicación con el puesto de control central, que habitualmente suelen estar compartidos por todos los CCMs. En estos casos, se deberá de suministrar otro Switch (independiente al destinado a gestionar las comunicaciones internas del CCM) que se encargue de conectar, gestionar y controlar las comunicaciones y el tráfico con el anillo de fibra óptica. A continuación, se especifican las referencias de los Switches y accesorios de cada fabricante:

En el caso de Siemens:

- ✓ Switch industrial de comunicaciones Ethernet y Profinet SCALANCE XC216-4C, con 12 puertos RJ45 10/100 Mbit/s, 4 puertos combo (RJ45 10/100/1000 Mbit/s o SFP 1000 Mbit/s), 1 puerto de consola, gestionable layer 2, alimentación redundante en 24Vcc, montaje en pared, perfil normalizado o rack S7, ranura para C-PLUG, funciones de redundancia, funciones office (RSTP,VLAN...), dispositivo PROFINET IO, conforme con ETHERNET/IP. (Ref. 6GK5216-4BS00-2AC2).
- ✓ En caso de necesitar puertos en fibra óptica monomodo se deberá suministrar un accesorio SCALANCE X; SFP992-1LD; 1 puerto LC 1000 Mbit/s, óptico; FO de vidrio monomodo hasta máx. 10 Km. (Ref. 6GK5992-1AM00-8AA0). Uno por cada par de fibra necesario.
- ✓ En caso de necesitar puertos en fibra óptica multimodo se deberá suministrar un accesorio SCALANCE X; SFP992-1; 1 puerto LC 1000 Mbit/s, óptico; FO de vidrio multimodo hasta máx.750 metros. (Ref. 6GK5992-1AL00-8AA0). Uno por cada par de fibra necesario.
- ✓ En caso de necesitar puertos en fibra óptica multimodo se deberá suministrar un accesorio SCALANCE X; SFP992-1+; 1 puerto LC 1000 Mbit/s, óptico; FO de vidrio multimodo hasta máx. 2000 metros. (Ref. 6GK5992-1AG00-8AA0). Uno por cada par de fibra necesario.

  Cada switch instalado deberá suministrarse con una memoria de configuración C-PLUG, para almacenar los datos de configuración y posibles datos de usuario. (Ref. 6GK1900-0AB10).

NOTA: En caso de, por necesidades de distancias o características se deban suministrar SFPs diferentes a los especificados, estos deberán ser aprobados por el CABB (ICOM).

En el caso de Schneider:

- ✓ Switch industrial de comunicaciones Ethernet con 6 puertos RJ45 10/100 Mbit/s, 2 puertos de fibra óptica monomodo 100 Mbit/s, con gestor de redundancia MRP/HRP integrado y gestión de VLANs (Ref. TCSESM083F2CS0).
- ✓ Switch industrial de comunicaciones Ethernet con 6 puertos RJ45 10/100 Mbit/s, 2 puertos de fibra óptica multimodo 100 Mbit/s, con gestor de redundancia MRP/HRP integrado y gestión de VLANs (Ref. TCSESM083F2CU0).

Puede darse el caso en ciertas instalaciones que sea necesario disponer de más puertos RJ45 o de fibra óptica, en tal caso se suministrará un switch con características equivalentes o superiores al especificado que cubra las necesidades de puertos de la instalación. En cualquier caso, a la finalización de los trabajos en la instalación deberán quedar dos puertos RJ45 libres.

En centros de control importantes (EDAR Galindo y ETAP Venta Alta) se suministrará un Switch para rack de 19', de altas prestaciones, con posibilidad de configurar el medio de los puertos (eléctrico u óptico) según las necesidades de la instalación, 24 puertos, 10/100/1000 Mbit/s, funciones avanzadas de gestión/programación/configuración/diagnóstico (CLI, gestión basada en Web, Port Mirroring, Vlan, diagnóstico de puertos, Syslog, Redundancia HRP/MRP, firewall, funciones de seguridad…). En las instalaciones telemandadas tipo EDAR/ETAP se deberá consultar al CABB/BUPP (ICOM) la necesidad de instalar equipos de estas características.

A continuación, se especifican las referencias de los Switches de cada fabricante:

En el caso de Siemens:

- ✓ Switch industrial de comunicaciones Ethernet y Profinet SCALANCE XR324-12M para rack de 19", 12 módulos de medios eléctricos u ópticos de 2 puertos 100/1000 Mbits/s, 1 puerto de consola, puertos delanteros, gestionable, alimentación redundante en 24Vcc, funciones de redundancia, funciones office (RSTP, VLAN, IGMP,..), dispositivo PROFINET IO, conforme con ETHERNET/IP. (Ref. 6GK5324-0GG10-1AR2). **Incluye CPLU en el suministro.**
- ✓ Por cada unidad o pareja de puertos RJ45 necesarios se deberá suministrar un accesorio SCALANCE X, módulo de medio MM992-2CUC con 2 puertos RJ45 1000 Mbit/s, eléctricos; con aro de retención. (Ref. 6GK5992-2GA00-8AA0).

- ✓ Por cada pareja de puertos de fibra óptica necesarios se deberá suministrar un accesorio SCALANCE X para puertos SFP, módulo de medio MM992-2SFP con slot para 2 puertos 100/1000Mbit/s para puertos enchufables de tipo SFP. (Ref. 6GK5992-2AS00-8AA0).
- ✓ En caso de necesitar puertos en fibra óptica monomodo se deberá suministrar un accesorio SCALANCE X; SFP992-1LD; 1 puerto LC 1000 Mbit/s, óptico; FO de vidrio monomodo hasta máx. 10 Km. (Ref. 6GK5992-1AM00-8AA0). Uno por cada par de fibra necesario.
- ✓ En caso de necesitar puertos en fibra óptica multimodo se deberá suministrar un accesorio SCALANCE X; SFP992-1; 1 puerto LC 1000 Mbit/s, óptico; FO de vidrio multimodo hasta máx. 750 metros. (Ref. 6GK5992-1AL00-8AA0). Uno por cada par de fibra necesario.
- ✓ En caso de necesitar puertos en fibra óptica multimodo se deberá suministrar un accesorio SCALANCE X; SFP992-1+; 1 puerto LC 1000 Mbit/s, óptico; FO de vidrio multimodo hasta máx. 2000 metros. (Ref. 6GK5992-1AG00-8AA0). Uno por cada par de fibra necesario.

  NOTA: En caso de, por necesidades de distancias o características se deban suministrar SFPs diferentes a los especificados, estos deberán ser aprobados por el CABB (ICOM).

En el caso de Schneider:

- ✓ En estudio

<u>Línea Dedicada SHDSL</u>

En el caso de línea dedicada, será necesaria la utilización de switches industrial Ethernet capaces de transmitir a una velocidad mínima de 192Kb/s a una distancia de 13 km por un cable de pares de cobre de 0,9 mm de diámetro, y que cumpla con las especificaciones del estándar SHDSL. Serán Switches/routers industriales para comunicaciones IP con topología SHDSL por cable de 2 o 4 hilos, con 4 puertos RJ45 10/100 Mbit/s, salida digital parametrizable para informar del estado del equipo, función de by-pass de las líneas de cable en caso de caída de tensión en la instalación, auto-negociación de velocidad de transmisión y auto-cruzamiento de cables. A continuación, se especifican las referencias de cada fabricante:

En el caso de Siemens:

- ✓ Router SHDLS para comunicación Ethernet SCALANCE M826-2 (Ref. 6GK5826-2AB00-2AB2). En este caso el by-pass se deberá de realizar con un relé de manera externa al equipo utilizando la salida digital de estado.

Cada Router instalado deberá suministrarse con una memoria de configuración C-PLUG, para almacenar los datos de configuración y posibles datos de usuario. (Ref. 6GK1900-0AB10).

En el caso de Schneider:

- ✓ Switch SHDSL para comunicación Ethernet ETIC XSLAN+ BP2400 (Ref. XSLAN+ BP2400).

En instalaciones donde confluyan más de 2 cables de comunicaciones, se colocarán tantos Switches como sean necesarios (como los especificados) uniéndolos a través de las bocas Ethernet. En estas circunstancias se realizará un análisis de en qué cables interesa más disponer de la función de by-pass.

Siempre que un Switch SHDSL forma parte del suministro de la obra (a no ser que se indique lo contrario o se trate de repuestos), se deberá tener contemplado en el alcance un análisis del estado del cable para poder determinar el estado del mismo, así como las velocidades óptimas de trasmisión.

Redes WIFI

En instalaciones destacadas a telemandar como EDARs, ETAPs, y en la EDAR Galindo y la ETAP Venta Alta, donde se solicite el suministro de un HMI **inalámbrico** que permita facilitar las labores de explotación y mantenimiento, o por otro tipo de necesidades de explotación de redes inalámbricas, se deberá realizar la instalación / ampliación de una red WIFI. Se utilizarán puntos de acceso con doble frecuencia de comunicación, para que, en caso de necesitar más de un punto de acceso para cubrir la zona requerida, los puntos de acceso se comuniquen entre ellos con una de las dos frecuencias evitando así el tendido de cables de comunicación hasta todos los puntos de acceso. En instalaciones con múltiples puntos de acceso se deberá analizar cuantos puntos de acceso deben de tener conexión directa a la red de cable de la instalación.

En el caso de que una misma red WIFI requiera más de un punto de acceso para cubrir la zona requerida, todos ellos se configurarán con el mismo nombre de red y claves de tal manera que desde el punto de vista de usuario de la red no se detecten los cambios de punto de acceso a los cuales se conecta el usuario.

A continuación, se especifican los materiales de cada fabricante:

En el caso de Siemens:

- ✓ Cable de antena flexible preconfeccionado, conectores N-CON/ R-SMA macho/macho para redes de 2,4GHz/5GHz (Ref. 6XV1875-5C..0 Esta referencia varía en función de la longitud del cable).
- ✓ Antena omnidireccional 360º de montaje en pared o mástil, con conector hembra N-CON, de 2,4GHz/5GHz, 5/7 DBI de ganancia e IP65 (Ref. 6GK5795-6MP00-0AA0) para proporcionar cobertura a los usuarios finales.
- ✓ Antena omnidireccional de montaje en pared o techo, con conector hembra N-CON, de 2,4GHz/5GHz, 6/8 DBI de ganancia e IP65 (Ref. 6GK5795-6MN10-0AA6), para comunicar entre puntos de acceso.
- ✓ Fuente de alimentación 230 Vca / 18 Vcc, 10W, IP65, para equipos SCALANCE W786 (Ref. 6GK5791-2AC00-0AA0).
- ✓ Punto de acceso SCALANCE W786-2, con una interface RJ45 100/1000 Mbit/s, 2 interfaces de radio, 6 conexiones de antena R-SMA, de 2,4GHz/5GHz, IP 65, para IEEE 802.11b/g/a/h/n y WPA2/802.11i/e (Ref. 6GK5786-2FC00-0AA0).

  Cada punto de acceso instalado deberá suministrarse con una memoria de configuración C-PLUG, para almacenar los datos de configuración y posibles datos de usuario. (Ref. 6GK1900-0AB10).

En el caso de Schneider (no aplica a la ETAP Venta Alta ni a la EDAR Galindo):

- ✓ Bajo consulta.

Medios de terceros

A continuación, se indican los materiales a suministrar y/o instalar para la utilización de medios de comunicaciones de terceros en el consorcio de aguas:

- ✓ ADSL - GPRS/3G/UMTS/GSM - WIMAX. Estos router son suministrados por el CABB/BBUP por lo que el contratista deberá consultar en cada caso al CABB/BBUP el router que se va a suministrar para tenerlo en cuenta en la construcción de los cuadros (tamaño, fijación, alimentación…).

  En la instalación y puesta en servicios de los routers 3G-4G se deberá realizar/verificar las siguientes actuaciones:

  - El equipo debe disponer de dos antenas que se deberán dejar orientadas a 90º una de la otra.

- Se deberá verificar en el interface de gestión del equipo el nivel de señal WAN, debiéndose verificar que este es bueno en cada una de las bandas. (Los propios routers indican el nivel con un "Quality").

✓ En el caso de comunicaciones inalámbricas, si con una antena interior la cobertura es mala, se deberá suministrar un mástil y una antena exterior para mejorar dicha cobertura.

✓ Tetra. En este caso se instalará un router Tetra de 3W 410 – 470 MHz homologado para la red Tetra de Itelazpi y antena magnética, de pared o mástil (en función de la cobertura y las posibilidades de instalación) (Ref. DCM-300 de Thaumat).

En los cuadros eléctricos de interior se incluirá un pasamuros con prensaestopas para sacar el cableado del router al punto de instalación de la antena que será en el exterior del cuadro eléctrico y en el punto más adecuado de la instalación.

En los cuadros eléctricos de intemperie sólo se instalará la antena del router en el exterior en los casos estrictamente necesarios, instalando un pasamuros y prensaestopas adecuados para este tipo de armarios y para el cableado a conducir por el mismo.

Siempre que se suministre un router Tetra, se deberá tener contemplado dentro del alcance la realización de un estudio de cobertura para determinar el tipo de antena a instalar.

Además, se realizará una serie de pruebas de aceptación de estos sistemas que consistirán en:

- Prueba de conectividad extremo a extremo mediante ping o procedimiento habitual.
- Verificación del nivel de señal recibida en el emplazamiento de la estación base (RSSI)
  - Verificar que el nivel de señal recibido en el emplazamiento es bueno y comparar con el medido en el replanteo.

NIVELES DE SEÑAL (RSSI)	
RSSI < -105 dBm	Cobertura inexistente
-105dBm < RSSI < -96dBm	Cobertura insuficiente
-95dBm < RSSI < -86 dBm	Cobertura escasa
-85dBm < RSSI < -70dBm	Cobertura suficiente
RSSI > -69 dBm	Cobertura excelente

- Revisar la instalación del cableado, antenas y router. Comprobar el correcto estado del router.
- Comprobar la correcta orientación de la antena:
  - Las antenas magnéticas se deben instalar siempre en un plano vertical, bien mirando hacia arriba o hacia abajo.
  - Las antenas directivas Yagi se deben orientar apuntando hacia la instalación base.
- En caso de no obtener buena cobertura en la instalación del equipo y la antena (definida según replanteo) se deberá de:
  - Antenas interiores: instalar una de mayor ganancia o instalar una antena directiva de mayor ganancia en el exterior, en poste o pared, siempre a una altura fuera del alcance de la mano humana.

A nivel funcional, el router Tetra a instalar estará homologado para la red Tetra de Itelazpi. Es un equipo compacto, integrando todas las prestaciones de captura, proceso y comunicación de datos vía Tetra específico para entornos de telemedida, telemando, telecontrol y gestión remota de equipos eléctricos/electrónicos.

Dispone de la posibilidad de configuración remota de las funciones de router tcp/ip.

Dispone de funciones de router TCP/IP transparente para el enrutamiento WAN entre subredes TCP/IP a través de TETRA utilizando para ello, el encapsulamiento y la compresión del protocolo TCP/IP sobre paquetes SDS TETRA.

Igualmente, y a efectos de escalabilidad, la solución de la base (Servidor/Maestra TETRA instalado en el PCC) deberá estar basada en conexión directa a la infraestructura TETRA de Itelazpi sin la utilización de módems balanceados. En esta maestra también deberá de existir una herramienta central para monitorizar el estado operativo de los distintos routers instalados.

<u>NOTA</u>: Todos los materiales suministrados deberán cumplir con las especificaciones y los % de reserva especificados, por lo que si alguno de los materiales especificados no cumpliera con dichos requisitos deberán suministrarse los materiales de la gama necesaria para poder cumplirlos.

3.15.2.6 PCs y Licencias

En instalaciones grandes a telemandar (EDARs, ETAPs…), con uno o varios CCMs, donde se realice una migración y/o desarrollo completo del sistema de supervisión y control de la instalación

(SCADA PCE – puesto de control estación) o en el caso de la EDAR Galindo (PCs Clientes Wonderware – Intouch View) se suministrará un PC (en las obras en las que así se requiera) donde residirá todo el software necesario.

Este PC se deberá suministrar completamente instalado, con todo el software necesario (según las necesidades indicadas en cada obra), las licencias originales y la aplicación de SCADA.

También deberán quedar correctamente configurados los accesos a los diferentes recursos compartidos que disponga la instalación y que se consideren necesarios por parte de la propiedad (impresoras, discos duros de red, cámaras de vigilancia, servidores…) así como toda la configuración de red, gestión de usuarios y de dominios que sean necesarios en cada caso particular.

Además del PC, se deberá suministrar, instalar y dejar completamente operativos el resto de periféricos que se concreten en cada caso (monitores, teclado, ratón, extensores de teclado y ratón…).

Los monitores serán TFT, panorámicos, con un tamaño mínimo de 23'' y resolución mínima de 1280 x 1024. HP o similar.

Las características mínimas del PC a suministrar para este tipo de casos serán:

- Procesador: Quad-Core 3.5GHz
- RAM: 8 GB
- SO: Windows Server 2012 Standar R2 Edition
- Disco Duro: 1 TB SSD
- 2 Tarjetas de red Ethernet 100/1000 Gbit/s
- Lector y grabadores de DVD
- Puertos USB
- Modelo: HP Z440 Workstation o similar.
- Tarjeta Gráfica: Especial para multi-monitores. NVIDIA NS510 o similar.

Las licencias mínimas a suministrar e instalar serán:

- Sistema Operativo Windows Server 2012 Standar R2 Edition
- Microsoft Office. Microsoft Office 2013 Profesional (Versión de 32 bits)
- InTouch for SysPlatform 2014R2 w/ HistClient

- Device Integration Server 2014R2 (no es preciso en los PCs de la EDAR Galindo)
- Wonderware Customer First

Antes de la instalación de cualquier software diferente al sistema operativo, el PC deberá ser entregado al departamento de informática de CABB/BBUP para la instalación del antivirus corporativo y la configuración del dominio de red en el equipo. Realizadas estas labores se procederá a la instalación del resto de software necesario por parte del contratista.

3.15.2.7 Dataloggers

En caso de que la instalación no disponga de acometida eléctrica se suministrará un equipo registrador (Datalogger) a batería, como sistema de control, de las siguientes características:

- Envolvente (caja): IP67, Envolvente (conectores) IP68.
- Temperatura 20º C a + 60ºC.
- Pila de litio interna: Autonomía mínima 5 años.
- Módem GSM/GPRS/SMS integrado y alimentado por la batería de equipo.
- Antena corta integrada y posibilidad de extensión de antena.
- Dos (2) entradas analógicas 4–20mA (en caso de ser necesario), cuatro (4) entradas digitales.
- Variables internas: Reloj interno para sincronizar tareas y etiquetar históricos.
- Supervisión remota de tensión de pila, Supervisión remota de carga batería (%), Supervisión remota de nivel de señal GSM/GPRS.
- Memoria no volátil de mínimo 35.000 registros y ampliable. Volcado de datos al puesto central por programación horaria o por evento. Posibilidad de configuración de alarmas y eventos, con envío inmediato SMS y mensajes variables.
- Leds de actividad, comunicación y estado.
- Gestión de datos de campo en una base de datos Microsoft SQL Server.
- Aptos para instalaciones de saneamiento y abastecimiento.
- Tipo Sofrel, Microcom o WIT.

Este equipo Datalogger deberá comunicar con un servidor en el puesto de control central vía GSM/GPRS de tal manera que la información de la instalación quede a disposición se los sistemas de supervisión y control del PCC.

3.15.2.8 Firewalls

Cada sistema de securización constará de dos (2) Firewall en cluster. Mínimo culplirán con las características y funcionalidades de los siguientes tipos: Fortigate 61E, Fortigate Rugged 90D, fortianalyzer 1000E y fortimanager 200F.

Deben ser capaces de funcionar con todas las funcionalidades habilitadas sin verse afectado el rendimiento de los equipos de manera que pueda verse mermada la calidad del servicio (CPU <20% y memoria <40%).

Los firewalls deberán enrracarse ocupando 1RU del rack de comunicaciones. En caso de que el equipo tenga unas dimensiones menores, deberá venir acompañado por una bandeja adicional, preferiblemente propia del fabricante para ocupar 1RU del armario.

Los equipos deberán de ser además administrados por una consola de gestión centralizada (con acceso por interfaz web y por CLI) que permita la distribución simultánea de políticas a diferentes equipos y la creación de una base de datos de objetos común para todos los dispositivos administrados (ver apartado **Plataforma de configuración centralizada**).

Además de la gestión centralizada de configuraciones será necesario que la solución disponga un servidor centralizado de logs (con acceso por interfaz web y por CLI) a donde los equipos puedan enviar todos sus logs de tráfico en tiempo real y ser almacenados por un periodo mínimo de entre 3-6 meses para su posterior exportación a un servidor externo. También será necesario que dicho servidor central pueda realizar informes personalizados y enviar alarmas por correo ante la recepción de cierto tipo de eventos (ver apartados **Informes**, **Procesamiento de logs** y **Plataforma de gestión de logs**).

Se han considerado las siguientes características y funcionalidades mínimas que deben cumplir los equipos:

- **Características generales**

  Se requiere que los equipos a instalar tengan, como mínimo, una serie de funcionalidades y licencias durante toda la duración del contrato para las mismas:
  - Control de aplicaciones, incluidos protocolos de entornos industriales.
  - IPS, con firmas para protección de entornos industriales
  - Antivirus.
  - Threat protection.
  - IP reputation & antibotnet security.

- Sandbox cloud.
- Doble factor de autenticación integrado en la misma plataforma y del mismo fabricante
- Comprobación de firmas de Antivirus en tiempo real contra una base de datos de inteligencia global del fabricante, sin esperar a recibir el paquete de actualización de firmas.
- Capacidad para eliminar contenidos dinámicos de un documento para poder analizarlo entregando al usuario un primer archivo sano, sin contenido dinámico.
- Posibilidad de configuración de routing dinámico, en especial BGP y OSPF con las distintas opciones de filtrado de rutas que permiten ambos protocolos.
- La solución debe proveerse en alta disponibilidad física.
- Control de la navegación Web por categorías de URL
- Control DLP de descarga/subida de archivos.
- Inspección SSL del tráfico.
- Identificación/navegación por identificación de usuario/grupo de usuarios.
- Identificación en equipo de multiusuario.
- Traffic shapping.
- Control horario para aplicación de políticas.
- Integración con Active Directory.
- Modelo de licenciamiento no basado en el número de usuarios. No limitación de usuarios debido a licenciamiento.
- Visualización de número de usos y cantidad de tráfico de cada regla. Así como de la última vez que se ha utilizado.
- Activación y desactivación automática de las reglas por fecha y hora.
- Reparto de carga dinámico de conexiones TCP entre diferentes servidores. Balanceo de carga entre servidores internos con chequeo de estado de estos y aplicación de algoritmos de balanceo avanzados:
  - Source IP Hash.

- Round Robin.
- Weighted Round Robin.
- First Aliveo Least RTT.

- Least Session.
- Posibilidad de realizar balanceo de tráfico entre las líneas de salida del cortafuegos en base a distintos algoritmos.
- El sistema debe ser capaz de proporcionar redundancia de enlaces WAN monitorizando el estado de las líneas.
- Los equipos deben disponer de al menos 6 dominios virtuales incluidos en el cortafuegos
- Arquitectura en Alta disponibilidad, permitiendo el despliegue tanto en modo Activo-Pasivo como Activo-Activo, sin necesidad de licencia.
- Alta disponibilidad con sincronización de configuraciones y sesiones.
- Interfaces reservados para gestión.
- Posibilidad de configurar interfaces HeartBeat redundantes.
- Identificación geográfica y posibilidad de aplicar políticas en función de esta, tanto de entrada como salida del tráfico internet.
- Clasificación de todas las defensas frente a amenazas en base a riesgo y nivel de amenaza
- Posibilidad de definición de excepciones por defensa/firma, perfil, origen, destino y puerto.
- Capacidades de traffic shaping y priorización del tráfico, por aplicación, por política e interfaz y subinterfaz, tanto para el tráfico saliente como para el entrante siendo capaz de reservar ancho de banda y marcar el tráfico con DSCP.
- Capacidad de proxy cache integrado en el mismo cortafuegos.
- Opción de configuración de proxy explícito por interface, con posibilidad de hacer caching en caso de ser necesario.
- Posibilidad de disponer de la funcionalidad de optimización WAN integrada en el propio cortafuegos.

- Licencias ilimitadas.
- Debe disponer de múltiples dominios de gestión (dominios administrativos) asociados a la estructura de dominios virtuales que se esté utilizando, ofreciendo tanto políticas específicas para cada dominio como políticas globales a todos los dominios.
- Aplicación simultanea de políticas de seguridad en diferentes sistemas, dominios virtuales o clusters.
- Sistema de revisión, chequeo y comprobación de la consistencia de las reglas de las políticas de seguridad, pudiendo verificarse la existencia de:
  - Duplicación de reglas y objetos.
  - Reglas y objetos que son "ocultados" por otros.
  - Reglas y objetos que son parcialmente sobreescritos por otros.
  - Objetos definidos no utilizados.

- **Características de gestión y administración**
  - Arquitectura hardware separada para gestión y servicio, con recursos hardware dedicados.
  - Administración por GUI y CLI directamente en el equipamiento, sin necesidad de instalar un cliente en máquina externa al firewall para su administración y / o cualquier otra función del firewall.
  - Creación de perfiles y roles de administración con diferentes niveles de privilegio para poder administrar ciertas funcionalidades.
  - Posibilidad de aplicar cambios en configuración pendientes, visualizar dichos cambios antes de aplicarlos, así como validarlos antes de aplicarlos en configuración. Se debe también almacenar diferentes versiones de configuraciones, así como descartar cambios en configuración realizados.
  - Envío de logs vía SYSLOG, FTP, SCP y TFTP para retención y posterior tratamiento, con posibilidad de envío de logs selectivos según niveles de severidad y también según atributos como por ejemplo los tipos de amenaza.

- Soporte SNMP incluyendo la posibilidad de obtener estadísticas relativas a los procesos de recolección de logs y del estado de salud de las funciones de alta disponibilidad.
- Aplicación de cambios de forma inmediata, sin ninguna espera en su aplicación.
- El sistema debe de disponer de una auditoría de cambios. Cuando se realice un cambio en la configuración, políticas, etc. debe quedar registrado en el sistema de gestión de cambios que será almacenado para poder ser consultado con posterioridad. Deberá quedar registrado en el log como mínimo la siguiente información: quién ha realizado el cambio, fecha, hora, descripción del cambio.
- El sistema debe ser capaz de enviar alertas por correo electrónico ante fallos de sistema, HA, eventos categorizados como prioridad alta o crítica, cambios de configuración, etc.
- Se debe poder configurar todas las prestaciones del cortafuegos mediante línea de comandos.
- Sistema configurable de alertas a través de SNMP y email. Deben, además, los equipos soportar de forma configurable un sistema de alertas a través de SNMP y email.
- Deben disponer soporte de SFlow.

- **Características de red básicas**

  Cada firewall deberá tener las siguientes características técnicas relativas a gestión y administración de la propia plataforma, entendiéndose como funcionalidades mínimas a cumplir:

  - Debe soportar varios modos de funcionamiento:
    - Modo transparente.
    - Modo routed y / o modo sniffer.
  - Los interfaces del firewall deben soportar los siguientes modos de funcionamiento: modo TAP para monitorizar tráfico de forma pasiva a través de puertos mirror, modo transparente para inspección de tráfico en el flujo de datos y despliegues “in line”, modo layer 2 o switching y modo layer 3 o routing.
  - Soporte de IEEE 802.1Q y agregación de interfaces mediante 802.1AX.

- Soporte de protocolos dinámicos RIP v1 y v2, OSPF, ISIS, BGP y Multicast para IPv4 e IPv6, así como routing estático.
- Soporte de DHCP, NAT y PAT.
- Debe realizar detección de fallos bidireccional entre Firewall y Router para aplicar a protocolos de routing dinámicos o rutas estáticas.
- Debe realizar policy base routing en base a ip o red de origen, o también basado en usuarios/grupos o por tipo de aplicación.
- Debe soportar arquitecturas de alta disponibilidad de tipo activo/pasivo o activo/activo.
- Capacidad de realizar VPN “Site to Site” o “SSL VPN”.
- Routing basado en política.
- Soporte Dual Stack IPv4 e IPv6 simultáneamente.
- Network address translation NAT IPv4, NAT64 y NAT66.
- DHCP server / DHCP Relay.
- DNS Server y DNS Proxy.
- NTP Server.
- 802.1Q VLANs.
- Routing basado en contenidos: ICAP y WCCP.
- Point-to-Point Protocol over Ethernet (PPPoE).
- Capacidades de virtualización: Los equipos deben disponer de al menos 10 dominios virtuales incluidos en el cortafuegos sin coste adicional.
- 802.3ad Capacidad de crear enlaces LACP para la agregación de puertos.
- Capacidad de balanceo de servidores, con posibilidad de hacer SSL off-loading para el tráfico HTTPS.
- Session helpers y ALGS: dcerpc, dns-tcp, dns-udp, ftp, H.245 I, H.245 0, H.323, MGCP, MMS, PMAP, PPTP, RAS, RSH, SIP, TFTP, TNS (Oracle).
- Soporte para tráfico VoIP: SIP/H.323 /SCCP NAT trasversal, RTP.
- Soporte para diferentes tipos de protocolos: SCTP, TCP, UDP, ICMP, IP.

- Funcionalidad integrada del mismo fabricante de doble factor de autenticación vía token hardware o software, asi como por SMS, integrado en la misma plataforma de seguridad.
- Funcionalidad de reconocimiento del tipo de dispositivo del cliente (Iphone, Ipad, Android, etc ...) y poder hacer políticas en función del tipo de dispositivo, sin la instalación de ningún agente en el dispositivo remoto.
- Detección y bloqueo de botnets en base a listas de reputación globales.
- Capacidad para definir múltiples reglas de seguridad en las interfaces origen / destino, incluyendo "año".

- **Integración e identificación de usuarios**

  Cada firewall deberá tener las siguientes características técnicas relativas a gestión e identificación de usuarios, entendiéndose como funcionalidades mínimas a cumplir:

  - Aplicación de políticas basadas en usuarios y grupos en vez de por ip.
  - Integración con sistemas de directorios para obtención de usuarios y grupos, incluyéndose Microsoft Active Directory, Novell y eDirectory.
  - Integración con sistemas multiusuario como Citrix o Microsoft Terminal Server para identificación de usuarios. Es decir, que el equipo sea capaz de identificar los múltiples usuarios conectados a un sistema de Microsoft Terminal Server o similar.
  - Soporte de mensajes Radius Accounting para SSO.
  - Autenticación en servidores remotos mediante LDAP, RADIUS y TACACS+.
  - Capacidad de analizar mensajes de syslog con información de login y logout para identificación de usuarios.
  - Posibilidad de inyectar usuarios mediante aplicaciones de terceros a través de API XML.
  - Capacidad de poder identificar usuarios mediante portal de autenticación propio haciendo uso de protocolos como Kerberos, NTLM, SAML SSO, TACACS+, RADIUS, Certificados de Cliente o autenticación local.

- **Características generales de seguridad**

  Los equipos deben cumplir con los siguientes requerimientos mínimos en cuanto a funcionalidades relativas a seguridad:

- Arquitectura basada en interfaces, para la aplicación de políticas de seguridad.
- Capacidad de identificación de aplicaciones a nivel 7 con un mínimo de 4000 identificadas (incluyendo aplicaciones Web 2.0), así como la identificación de subfunciones dentro de una aplicación como por ejemplo “compartir escritorio de webex”, “chat dentro de webex”, “transferencia de ficheros en webex”, etc.
- Posibilidad de agrupación de las aplicaciones por categorías, de forma que las políticas de seguridad sean aplicadas por categorías de aplicaciones.
- Posibilidad de identificar las aplicaciones no solamente si utilizan los puertos tcp/udp por defecto o estándar sino en cualquier puerto que se utilice para dicha aplicación.
- Deben identificar aplicaciones propietarias que usen los protocolos HTTP, HTTPS y TCP.
- Capacidad para identificar las aplicaciones bajo túneles HTTPS.
- Deben identificar aplicaciones que vayan bajo túneles encriptados SSL.
- Capacidad de definición de aplicaciones personalizadas.
- El Equipo de seguridad debe de permitir la creación de Aplicaciones personalizadas en función de atributos de capa7, para poder personalizar las posibles aplicaciones propietarias.
- Debe descifrar tráfico SSH y detectar aplicaciones no legítimas sobre este protocolo.
- Posibilidad de crear reglas de calidad de servicio según las aplicaciones que se usen en el tráfico.
- Posibilidad de aplicar políticas de NAT de forma independiente a las políticas de seguridad ante vulnerabilidades y de protección de la red interna.
- La solución debe incluir firmas, actualizaciones y tecnología propietaria. Como por ejemplo para las urls, malware, virus, firmas IPS, etc.
- Inspección de la identidad de la aplicación en cada establecimiento de conexión entrante o saliente.
- Posibilidad de disponer de categorías master para facilitar la gestión de las políticas de filtrado.

- **Protección ante ataques de denegación de servicio**

  Los cortafuegos deben contar con medidas de protección ante ataques de Denegación de Servicio de forma que dichas medidas puedan ser activadas atendiendo a criterios como la zona o conjunto de interfaces desde donde se origina el tráfico, zona o conjunto de interfaces hacia dónde va dirigido el tráfico.

  Se deberá contar al menos con los siguientes tipos de protección: SYN Flood, UDP Flood, ICMP Flood, ICMP Flood, protección ante inundaciones por nuevas sesiones, o protección por ataques de desborde por límites de sesiones establecidas, pudiendo en cada caso establecer los umbrales necesarios para activar dichas protecciones.

- **Protección ante vulnerabilidades**

  Los cortafuegos deben contar con la posibilidad de aplicar políticas de protección ante vulnerabilidades y exploits tanto al tráfico entrante como al saliente, debiendo cumplir con las siguientes funcionalidades:

  - Deberá incluir firmas específicas para proteger entornos industriales, incluidas al menos 1500 firmas para entornos OT.
  - Se debe poder aplicar políticas tanto de detección como de prevención (modo IDS o IPS) ante posibles exploits de vulnerabilidades que se detecten en el tráfico bien entrante o saliente de Internet sin incurrir en latencia superior a 1 milisegundo para no penalizar la sensación del usuario, efectuando el análisis en una única pasada para todo tipo de amenazas.
  - En la protección ante vulnerabilidades el criterio a usar es la identificación de la aplicación que se usa para poder aplicar perfiles de vulnerabilidades ajustados a dicha aplicación, de forma que las prestaciones de los equipos no se vean mermadas.
  - Los perfiles de detección y protección ante vulnerabilidades deben permitir ser aplicados tanto para el tráfico originado desde la red interna como para el tráfico originado desde Internet, debiendo ser posible la aplicación de detección y protección ante vulnerabilidades.
  - Las vulnerabilidades deben estar categorizadas por tipos y por niveles de riesgo, de forma que la aplicación de perfiles de protección en el tráfico se pueda realizar en base a estas categorías.

- Se debe poder permitir usar la identificación CVE de vulnerabilidades para poder usar dicha identificación en la aplicación de perfiles de protección específicos.
- Utilización de la identificación de aplicaciones como criterio para seleccionar los perfiles de protección de vulnerabilidades, de forma que se apliquen solo aquellas firmas específicas según la aplicación que se está utilizando.
- Más de 11000 firmas disponibles para la funcionalidad de IPS.
- Funcionamiento como IPS basado tanto en patrones como en "Rated based". Posibilidad de crear firmas de IPS customizadas.
- Definición de las políticas de IPS por perfiles.
- Deberá permitir la creación de firmas específicas de IPS.

- **Filtrado de URL**

  Los equipos deben filtrar la navegación http o https según la URL que se desea visitar basándose en diferentes criterios:

  - Deben de definir manualmente listas estáticas de URL o de IP permitidas y no permitidas para la navegación, con posibilidad de definir para las no permitidas la acción a realizar (bloquear, permitir pero advertir, generar solamente un log, etc.).
  - Monitorizar y controlar la navegación web pudiendo trabajar con listas blancas y negras de URLs.
  - Permitir la navegación basándose en categorías de URL, siendo dichas categorías actualizadas periódicamente a través de un servicio en la nube que permita al menos categorías de URL como "malware", "phising", "hacking", etc.
  - Posibilidad de incluir listas de URL o IP dinámicas, de forma que los equipos puedan ser configurados para que de forma periódica consulten listas disponibles en servidores públicos reconocidos en los que se incluyen aquellas IP o URL relacionadas con amenazas y sean bloqueadas de forma automática.
  - El equipo debe de proporcionar capacidades contra el robo de credenciales por ataques de Phising. De esta manera debe de ser capaz de:
    - Bloquear sitios categorizados como phising.
    - Alertar o Bloquear cuando una credencial de usuario interno vaya a ser publicada en un servicio externo a la red corporativa.

- Forzar doble factor de autenticación para las aplicaciones críticas, sean o no basadas en web.

Estas posibilidades deberán poder ser configurables mediante perfiles de forma que se puedan aplicar dichos perfiles a las reglas de tráfico tanto saliente como entrante de forma granular, permitiendo dicha aplicación a ciertos tipos de tráfico y no a otros.

- El equipo debe de ser capaz de mostrar una página de reemplazo personalizable para las páginas bloqueadas tanto en la navegación HTTP como HTTPS.
- El equipo debe de ser capaz de poder modificar los umbrales de configuración de alerta de un ataque de fuerza bruta.
- Base de datos de al menos 120 millones de URL

- **Detección de equipos comprometidos en la red**

  Los cortafuegos deben de detectar mediante firmas posibles equipos comprometidos en la red que intenten establecer comunicación con servidores de comando y control, permitiendo realizar acciones predeterminadas como bloquear o monitorizar y registrar mediante log este tipo de tráfico.

  Entre las acciones posibles, se debe tener la capacidad de interceptar las peticiones de resolución de dominios realizadas desde servidores propios DNS internos a la red o hacia servidores DNS externos de forma que se identifique los equipos internos comprometidos por algún tipo de malware.

- **Antivirus**

  Los cortafuegos deben de definir políticas de antivirus, de forma que las descargas de ficheros realizadas en sentido Internet red Interna o viceversa sean inspeccionadas y bloqueadas si su contenido es malicioso.

  El sistema antivirus debe de ser propietario del fabricante, de tal modo que no dependa de un tercero para la actualización de firmas.

  Se debe poder aplicar políticas que permitan aplicar el motor de antivirus sobre protocolos como ftp, http, imap, pop3, smb o smtp, definiendo para cada uno de estos protocolos la acción a realizar (permitir los ficheros, descartar los ficheros, desconectar la sesión o registrar mediante logs) ante la detección del fichero malicioso por el motor de antivirus, adicionalmente, se debe poder tener la posibilidad de enviar el fichero que se inspecciona

a un servicio en Internet que permita el análisis de dicho contenido y emita un veredicto en caso de que el fichero sea malicioso que permita realizar al cortafuego las acciones oportunas.

Los cortafuegos deben permitir la aplicación de políticas de antivirus de forma granular, permitiendo por ejemplo la aplicación de dichas políticas a ciertos usuarios de determinados grupos o a ciertos segmentos de red con determinado direccionamiento o a ciertas aplicaciones.

- **Bloqueo de ficheros y datos sensibles**

  Los cortafuegos deben de identificar ficheros no basándose en su extensión sino en el tipo de contenido del archivo, permitiendo al menos 100 tipos de ficheros identificables.

  Se debe poder aplicar políticas de bloqueo de ficheros basándose en su tipo, de forma que se pueda bloquear descargas de ciertos tipos de fichero o se permita su descarga pidiendo confirmación al usuario y se generen los logs correspondientes.

  Los equipos propuestos deben poder ser capaces de aplicar políticas de bloqueo de ficheros atendiendo a criterios como origen y destino del tráfico, usuarios o grupos que originan las descargas, tipo de aplicación o de tráfico que genera las descargas de fichero y para el caso de navegación en internet se debe poder bloquear las descargas de ficheros cuando dicha navegación sea hacia URL categorizadas como peligrosas o que puedan suponer amenazas de seguridad.

  Los equipos deben poder buscar patrones sensibles como combinaciones de números de tarjetas de crédito de forma que se evite la filtración de este tipo de datos.

  - Detección del tipo de fichero por cabecera independientemente del tipo de extensión
  - Capacidad de búsqueda de patrones como DNI, tarjetas de crédito, etc., así como a asociaciones concretas.
  - Soporte de lenguaje de descripción de datos para la personalización de DLP.
  - Posibilidad de definición de los tipos de dato en función de palabras clave, palabras clave ponderadas, expresiones regulares, atributos de fichero, diccionario, plantillas corporativas.
  - Detección e identificación de documentos mediante “Fingerprint”.
  - Posibilidad de añadir marcas de agua en los documentos de office.

- Soporte de más de 75 categorías de filtrado de contenidos.

- **Descifrado de tráfico SSL**

  Los equipos deben realizar como mínimo de las siguientes funcionalidades:

  - Configuración de las autoridades certificadoras (CA) de confianza para la inspección de tráfico https.
  - Identificar aplicaciones propietarias que usen los protocolos HTTP, HTTPS y TCP.
  - Identificar aplicaciones que vayan bajo túneles encriptados SSL.

  Los cortafuegos deben descifrar tráfico SSL y SSH de forma granular, de manera que se puedan establecer políticas de descifrado basándonos en las zonas por las que viaja el tráfico, según las direcciones IP origen o destino del tráfico enviado, los usuarios que generan dicho tráfico o los puertos que se están usando para el envío de tráfico, pudiendo excluir categorías de sitios de internet a las que se accede del tráfico a descifrar.

- **Tecnología se Sandboxing**

  Los cortafuegos deben tener la capacidad de disponer de un servicio en la nube o en on-premise capaz de analizar ficheros de tipo desconocido o enlaces URL recibidos en correos electrónicos, de forma que se permita el envío de dicha información para análisis atendiendo a criterios como:

  - Tipo de aplicación que se está usando para transferir el fichero.
  - Tipo de fichero que se está transfiriendo.
  - Dirección de transferencia (descarga o subida de ficheros).

  El servicio en la nube será capaz de analizar los siguientes tipos de ficheros: paquetes de aplicaciones Android, ficheros flash, applets java, ficheros de Microsoft office, ficheros ejecutables con formate PE incluyendo dll, ficheros pdf y enlaces HTTP y HTTPS incluidos en correos electrónicos recibidos por SMTP y POP3. El análisis realizado por este servicio en la nube en caso de que la información enviada sea categorizada como de tipo malicioso por suponer un riesgo de seguridad deberá generar las firmas apropiadas en un plazo de 5 minutos que se utilizarán para actualizar los motores propios de antivirus y filtrados URL de forma que las posteriores descargas de los mismos ficheros o URL enviadas sean bloqueadas por dichos cortafuegos.

Los cortafuegos deben tener la capacidad de enviar también al servicio de sandboxing en la nube no solamente aquellos ficheros de tipo sospechoso sino aquellos que hayan sido bloqueados por su propio sistema de firmas, con objeto de poder analizar variantes de malware e incorporar esas variantes al sistema de firmas de los propios motores del equipo, además se deberá poder consultar la información enviada y evaluada en la nube a efectos de generar los informes correspondientes.

- **Informes**

  Los equipos cortafuegos deben enviar todos los logs a un único equipo físico externo dedicado a generar y unificar los informes tanto predefinidos como personalizados.

  Asimismo, los equipos cortafuegos deben también tener la capacidad de generar informes tanto predefinidos como personalizados utilizando los logs generados por los propios equipos sin necesidad de equipos externos adicionales, limitándose dicha funcionalidad exclusivamente por la cantidad de logs que dichos equipos cortafuegos sean capaces de almacenar en su propio almacenamiento permanente.

  Se debe disponer de la capacidad de generar informes de actividad por usuario, incluyendo aplicaciones utilizadas, sitios web visitados.

  Se debe poder generar los informes de forma automática, así como agrupar varios informes en un único documento con formato PDF y que estos puedan ser enviado por correo electrónico a un grupo de distribución.

  Entre los informes disponibles, se debe disponer de informes sobre los anchos de banda consumidos por las diferentes aplicaciones, informes sobre los orígenes y destinos geográficos de las amenazas detectadas, e informes sobre el análisis de comportamiento de tráfico observado que permita detectar equipos comprometidos participantes de botnets.

  Los cortafuegos proporcionados deben permitir programar el momento en el cual se desea la generación del informe correspondiente y su envío a través de correo electrónico, así como el intervalo de fechas entre las cuales se desea la información de dicho report, dentro de las limitaciones de almacenamiento de los propios equipos.

  Deberá ser fácil la generación de informes, y poder configurarlos en detalle. Se deberán identificar los enlaces (interlocutores, consumo, protocolos, etc) en tiempo real.

- **Procesamiento de logs**

Los cortafuegos deberán tener la capacidad de almacenar los logs localmente con la única restricción de la capacidad de almacenamiento local del propio dispositivo o bien enviar los logs a una plataforma de gestión y procesamiento externa especializada con objeto de mantener dichos logs a largo plazo, el sistema de procesamiento de logs deberá cumplir con las siguientes características:

- Disponer de un cuadro de mando personalizable por usuario que accede al sistema con al menos la siguiente información: Aplicaciones más usadas, Aplicaciones de alto riesgo, Información general del sistema, Estado de los Interfaces, Logs relativos a las amenazas más observadas, Logs de filtrados URL o Recursos del sistema.
- Cuadro de mando de aplicaciones generado a partir de los logs, personalizable por usuario que permita disponer de información como los usuarios que más generan tráfico, las reglas de seguridad que más se usan, vulnerabilidades que más se han detectado y bloqueado, equipos que navegan hacia dominios maliciosos, virus detectados, información enviada a los servicios de sandboxing o host comprometidos en la red interna.
- Deben usar el motor integrado de correlación de eventos dentro de la propia plataforma de forma que a partir de los logs recibidos se pueda obtener información de alto nivel como un listado de equipos comprometidos en la red interna y las evidencias que han dado lugar a dicho listado con indicación de tiempos, usuarios, direcciones ip y vulnerabilidades o amenazas detectadas.
- Posibilidad de filtrar cada una de las vistas o cuadros de mando de forma que la información esté restringida a ciertos criterios para poder realizar análisis más exhaustivos.
- Funcionalidad de consolidación de logs y diferentes niveles de agrupación (origen, destino, aplicación, amenaza, websites, etc.), para su visualización.

Esta visualización tiene que ser tipo “Drill-down”, es decir, poder seleccionar unos de los objetos agrupados e ir filtrando el resultado en base a esta selección, hasta saber el detalle completo.

- **Plataforma de gestión de logs y reporting consolidado**

Con objeto de cubrir la retención y procesado de logs a largo plazo, la solución propuesta debe ser totalmente compatible con el sistema actual de gestión de logs y reporting del CABB siendo este un Fortianalyzer 1000E.

La solución propuesta debe incluir toda la configuración necesaria para la integración de los firewalls de las instalaciones, elaboración de informes y alertas para las instalaciones a securizar. Así como cualquier trabajo no contemplado necesario para la correcta integración de las instalaciones en el sistema actual.

En caso de que la solución propuesta no sea compatible con el recolector actual de logs de CABB o sea necesario algún tipo de actualización HW, SW o de licenciamiento del mismo para poder soportar el nuevo equipamiento, la empresa adjudicataria deberá hacerse cargo de dichas actualizaciones y en caso de que sea necesario la adquisición de un nuevo equipo para realizar dichas funciones, éste debe ser un dispositivo físico y debe poseer las mismas prestaciones que el actual de CABB.

- **Plataforma de configuración centralizada**

  Para poder administrar los equipos de forma centralizada, la solución propuesta debe ser totalmente compatible con el sistema actual de gestión centralizada del CABB siendo este un FortiManager 200F.

  Para la integración de los nuevos equipos en la herramienta de CABB, se deberá realizar en un ADOM independiente al en que actualmente se encuentran los equipos de CABB.

  En caso de que la solución propuesta no sea compatible con el gestor centralizado actual de CABB o sea necesario algún tipo de actualización HW, SW o de licenciamiento del mismo para poder soportar el nuevo equipamiento, la empresa adjudicataria deberá hacerse cargo de dichas actualizaciones y en caso de que sea necesario la adquisición de un nuevo equipo para realizar dichas funciones, éste debe ser un dispositivo físico y debe poseer las mismas prestaciones que el actual de CABB.

- **Otras funcionalidades**

  Los cortafuegos deberán disponer de funcionalidades adicionales entre las que se encuentran:

  - Posibilidad de definir aplicaciones y/o vulnerabilidades propias mediante diferentes parámetros como los puertos tcp o udp que se usan en dicha aplicación y combinaciones de patrones dentro de las cabeceras de los paquetes o en los propios

payloads de dichos paquetes que se deben cumplir para que se reconozca la aplicación y/o vulnerabilidad.

- Los cortafuegos deben descifrar tráfico SSL y SSH de forma granular, de manera que se establecezcan políticas de descifrado basándonos en las zonas por las que viaja el tráfico, según las direcciones ip origen o destino del tráfico enviado, los usuarios que generan dicho tráfico o los puertos que se están usando para el envío de tráfico, siendo posible excluir categorías de sitios de internet a las que se accede del tráfico a descifrar.
- Deben descifrar tráfico que pasa a través del cortafuegos destinado a sitios web que utilicen certificados de curva elíptica (ECC).
- Captura de tráfico. Los cortafuegos deben tener la capacidad de realizar capturas del tráfico que atraviesa sus interfaces en formato pcap, de forma que se puedan establecer criterios de la captura como capturar el tráfico originado por un cierto origen ip o destino, cierto puerto o también capturar tráfico de una aplicación en concreto independientemente del origen o destino del tráfico o incluso aplicar filtros de captura de tráfico exclusivamente cuando se detecte un virus o un ataque en los motores de protección.
- Los equipos cortafuegos deben de poder aislar los equipos que se encuentren en una DMZ, haciendo que el tráfico pase por el firewall y a través de sus reglas se permita cierto tráfico entre ellos. Por defecto los equipos, aunque estén en una misma VLAN no se verán entre sí.
- Los equipos deben de poder realizar microsegmentación, equipos que se encuentren en la misma red, con mismo rango de direccionamiento IP pertenezcan a distinta VLAN y el ARP se lleve hasta el firewall, sin necesidad de cambio de direccionamiento de los equipos ni configuración de private vlans, de modo que se pueda gestionar y limitar el tráfico entre ellos.
- Se requiere que el fabricante propuesto, figure en el apartado de líderes del cuadrante mágico de gartner, durante los últimos 5 años y/o que cuente con guías de configuración del CCN-CERT en cuanto a:
  - Configuración general de cortafuegos
  - Configuración de protección ante ataques DDoS

- **Especificaciones de capacidad firewalls**

Cada firewall ofertado deberá cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones:

- Throughput de Firewall para paquetes de 1518,512 y 64 bytes: 3 Gbp
- Prestaciones o capacidad en tráfico real con las funcionalidades habilitadas de IDS/IPS, Antivirus y AntiSpyware (adicionalmente a identificación de aplicaciones): 400 Mbps
- Rendimiento de IPSec VPN: 2Gbps
- Rendimiento de IPS: 400 Mbps
- Rendimiento Threat prevention (malware protection donde está el antivirus, firewall, IPS, control de aplicaciones): 200 Mbps
- Nuevas sesiones TCP por segundo: 30.000
- Sesiones concurrentes: 1.300.000
- Latencia: 3 µs

- **Características hardware de los equipos**

  Cada firewall deberá cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones:

  Firewall IT:

  - 7x GE RJ45 Ports.
  - 2x GE RJ45 WAN ports.
  - 1x GE RJ4 5 DMZ Ports.
  - Disco duro interno de 128 GB SSD.
  - Puerto de consola RJ45.
  - Puerto USB.
  - Bandeja adicional en caso de ser necesaria, preferiblemente propia del fabricante, para ocupar 1RU del armario.
  - Fuentes de alimentación redundadas Hot-swap y alimentación requerida de 100–240V AC, 50–60 Hz.

  Como referencia de características mínimas, se han considerado los equipos de la casa Palo Alto. (el modelo estudiado es el PAN 3200) y de la casa Fortinet. (modelo 61E + FortiAnalyzer + FortiManager).

Todo el equipamiento ofertado debe ser appliance físico.

3.15.2.9 Switch OT

Los switches utilizados para el entorno OT deberán cumplir las siguientes funcionalidades mínimas:

La solución propuesta se debe componer de switches Industrial Ethernet compactos para construir topologías eléctricas u ópticas en línea, en anillo y en estrella con velocidades de transferencia de 10/100/1000 Mbits/s.

- SCALANCE X-300 está disponible en las siguientes variantes:
    - Variante con puertos Ethernet eléctricos y ópticos ya integrados.
    - Variante semimodular con cuatro puertos Ethernet eléctricos integrados y dos slots modulares que se pueden ocupar con módulos de medio de 2 puertos.
- Redundancia rápida del medio de transferencia gracias al gestor integrado al efecto, tanto para Gigabit Ethernet como para Fast Ethernet.
- Integración de redes de automatización en redes corporativas existentes gracias al soporte de numerosos estándares de TI: construcción de redes virtuales (VLAN).
- Integración redundante en redes de nivel superior gracias al soporte de métodos de redundancia estandarizados (Rapid Spanning Tree Protocol).
- Diagnóstico PROFINET, acceso SNMP, servidor web integrado y función de envío automático de correo electrónico para diagnóstico remoto y señalización a través de la red.

Beneficios:

- Gran disponibilidad de la red gracias a:
    - alimentación redundante.
    - estructuras de red redundantes con base de FO o par trenzado (gestor de redundancia, función standby y RSTP integrados).
    - reemplazo fácil del equipo mediante soporte de datos intercambiable C-PLUG enchufable.
    - muy rápida reconfiguración de la red en caso de avería.

- Menor propensión a fallos y mayor disponibilidad de la red de comunicación, ya que los conectores FastConnect RJ45 quedan encajados en el collar de sujeción de los puertos RJ45.
- Protección de la inversión gracias a la integración en sistemas de gestión de redes existentes mediante acceso estandarizado a SNMP.
- Ahorro de tiempo en la ingeniería, puesta en marcha y durante el funcionamiento de una instalación gracias al aprovechamiento de la configuración y del diagnóstico integrados en STEP 7.
- Adaptación sencilla a distintas topologías de red y reducción de los costes de almacén gracias a la flexibilidad de las variantes semimodulares.

Además de esto deberá de cumplir como mínimo con las siguientes características:

- 16 puertos de comunicaciones RJ45 y como mínimo 8 configurables para diferentes medios (RJ45, Fibra óptica multimodo/monomodo). Puertos delanteros.
- Enracable en rack de 19". (Si es necesario se deberá suministrar un kit de enracado).
- Fuente de alimentación y ventiladores redundante de las mismas características que los principales.
- Alimentación a 230Vca.
- Tarjeta de memoria para almacenar los datos de configuración y posibles datos de usuario.
- CLI
- Gestión basada en web
- Soporte de MIB
- TRAP vía Email
- Configuración con STEP 7
- RMON
- Portmirroring y mirroring multipuerto
- CoS
- Diagnóstico PROFINET IO
- Gestión de VLAN.

- DHCP.
- Protocolos - Telnet, HTTP, HTTPS, TFTP, FTP, BOOTP, GMPR, DCP, LLDP, SNMP v1, SNMP v2,
- SNMP v3, IGMP.
- Redundancia - HRP, HRS, STP, RSTP, MSTP

Referencia: Siemens modelo 6GK5324-4GG10-4ER2 o similar.

Cada switch instalado deberá suministrarse con una memoria de configuración C-PLUG, para almacenar los datos de configuración y posibles datos de usuario. (Ref. 6GK1900-0AB00 o similar).

Al disponer de puertos configurables, se deberán suministrar los puertos SFP que se requieran en cada caso, recomendados por el fabricante.

Referencia: Siemens modelo 6GK5991-2AC00-8AA0 para puertos monomodo, Referencia: Siemens modelo 6GK5991-2AD00-8AA02 o similar para puertos multimodo y Referencia: Siemens modelo 6GK5992-2GA00-8AA0 o similar para puertos de cobre.

3.15.2.10 Switch IT

Las características mínimas que deben cumplir los switches para IT son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Downlinks total 10/100/1000.	24 ports data.
Uplink configuration.	4x 1G fixed uplinks.
Default primary AC power supply.	WR-C5-125WAC o similar. 125 W (AC).
Fans.	Fixed redundant.
Stacking support.	StackWise-80 o similar.
Stacking bandwidth support.	80 Gbps.
Stacking hardware.	8.
Kit de stack.	Dos adaptadores de data stack y un cable de data stack. Cable de stack de 1m.
Total number of MAC addresses.	16,000.

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Total number of IPv4 routes (ARP plus learned routes).	11,000 (8,000 direct routes and 3,000 indirect routes).
IPv4 routing entries.	3,000
IPv6 routing entries.	1,500
Multicast routng scale.	1,000
QoS Scale enries.	1,000
ACL Scale enries.	1,500
Packet buffer per SKU.	6 MB buffers for 24- or 48-port Gigabit Ethernet models.
Flexible NetFlow (FNF) entries.	16,000 flows on 24- and 48-port Gigabit Ethernet models.
DRAM.	2 GB.
Flash.	4 GB.
VLAN IDs.	1024.
Total Switched virtual Interfaces (SVIs).	512.
Jumbo Frames.	9198 bytes.
Wireless bandwidth per switch.	N/A.
IP SGT binding scale.	10K.
Number of SGT/DGT policies.	2K.
Number of SXP Sessions.	200.

Debe tener doble fuente de alimentación y la fuente redundante debe ser idéntica a la principal.

Se debe incluir cable de stack de 1m por cada equipo.

Cada switch debe incluir sus correspondientes transceivers compatibles y recomendados por el fabricante indicados en la tabla de referencia del punto 1.11.2.30

Otras funcionalidades y básicas e imprescindibles que deben cumplir los equipos son:

- Administrable.
- SNMP.
- Sflow, NetFlow.
- SD-WAN.

Algunas funcionalidades que debe disponer el equipamiento para electrónica de red para IT son las siguientes:

- Capacidad de aplicar parches para corregir errores críticos y vulnerabilidades de seguridad entre las versiones de mantenimiento regulares.
- Funcionalidades avanzadas de seguridad que permiten la garantía de autenticidad de hardware y software en la cadena de suministro y una protección contra los ataques de intermediarios al software y el firmware.
- Soporte de hasta 80G de Stacking.
- Modelos con puertos de Uplink a 10G.
- APIs abiertas y programabilidad.
- Redundancia de fuentes de alimentación y ventiladores.
- MACsec AES-128.
- Full Flexible NetFlow.
- Posibilidad de simplificar la operación y el despliegue con automatización basada en políticas.
- Posibilidad de implementar segmentación basada en políticas.
- RFID tag compatible con lectores RFID comerciales para facilitar la gestión de inventario.
- LED blue beacon en el frontal y parte trasera para una identificación sencilla de los switches.
- Soporte de EEE (Energy Efficient Ethernet) en los puertos RJ-45.
- Posibilidad de configurar el máximo consumo en un puerto determinado.
- Soporte hardware para conectar un dongle Bluetooth, para habilitar este interfaz Wireless como un interfaz IP de gestión.
- Algunas funcionalidades de routing como RIP, EIGRP Stub, OSPF, PBR, PIM Stub Multicast (1000 routes), PVLAN, VRRP, PBR, CDP, QoS, FHS, 802.1X, MACsec-128, CoPP, SXP, IP SLA Responder.

Además, el equipamiento ofertado debe disponer de funcionalidades DNA como:

- Automatización de arranque de la red de día 0: aplicación de red Plug-n-Play, configuración de red, credenciales del dispositivo.

- Gestión de elementos: Descubrimiento, inventario, topología, imagen de software, licencias y gestión de configuración.
- Monitoreo de la red: cumplimiento del Equipo de Respuesta a Incidentes de Seguridad del Producto (PSIRT), informes al final de la vida / final de la venta, cociente de telemetría, cliente 360, dispositivo 360, destinatarios principales / NetFlow / colección y correlación de telemetría de transmisión.
- Configuración y supervisión de QoS estática: aplicación EasyQoS.

En caso de encontrar alguna carencia en este PPTP, se indicará en la oferta del licitador de manera detallada, añadiendo el ítem o ítems correspondientes, su referencia e importe.

Se entiende que el equipo suministrado dispone de administración mediante ssh. Debe admitir VLANs, Spanning-tree, SNMP, etc.

3.15.3 Señales a tratar

Para el dimensionamiento del PLC y de las programaciones a realizar, se considerarán todos los equipos de la instalación.

A continuación, se indican a modo orientativo (ya que en función del equipamiento de la instalación pueden variar) las señales que se tendrán en cuenta para cada tipo de arranque. A partir del número de equipos de cada tipo de arranque, de las señales de cada uno de ellos, de las señales de la instrumentación y de las señales como consecuencia de la propia gestión de la instalación (mando, modos de funcionamiento, gestión de alarmas, comunicaciones, señales necesarias para el proceso…) se dimensionará aproximadamente el PLC y los trabajos de programación del PLC y de los sistemas de supervisión y control.

Además de las señales indicadas, en las instalaciones pueden existir pequeños equipos que no se encuentren controlados a través de un controlador electrónico, sino que están directamente controlados por el PLC que se deberán de tener también en cuenta.

A la hora de cablear las señales de la instalación al PLC se realizará, primero la señales de las acometidas y alimentaciones generales y a continuación el resto siguiendo el orden hidráulico de los equipamientos que la componen. En caso de que un equipo no entre en las señales restantes de una tarjeta, este deberá ser cableado completamente en la siguiente tarjeta, por lo que todas las señales de un equipo deberán estar cableadas en la misma tarjeta (lógicamente diferenciando entre entradas y salidas). Las señales libres que vayan quedando en las tarjetas se podrán rellenar con señales de instrumentación (boyas, detectores…).

Para todos los efectos se ofertará un PLC con **un 25 % de señales totalmente equipadas de reserva, tanto de entradas y salidas digitales, como de entradas y salidas analógicas.** En esta valoración no se tendrán en cuenta las señales libres por acabarse un accionamiento en mitad de una tarjeta, sino que serán señales libres al acabar la última señal de la última tarjeta.

En fase de ejecución, la primera tarea será la de elaborar un **listado orientativo** de señales a tratar en el PLC (Entradas/Salidas cableadas y comunicadas), puesto que son la base para la elaboración de la ingeniería eléctrica, del cuaderno de tareas, de las pantallas y de los objetos del SCADA. Este listado podrá variar según se vaya realizando la ingeniería de detalle.

Este listado de señales a tratar en el PLC deberá ser aprobado por el CABB/BBUP antes de comenzar con la elaboración del resto de la documentación, por lo que se deberá entregar al CABB/BBUP para su aprobación o su corrección. Se deberá realizar tantas correcciones como sean necesarias hasta lograr la aprobación definitiva del listado de señales a tratar.

Toda señal cableada al PLC deberá quedar reflejada en los sistemas de supervisión y control, bien sea como alarma, evento, cambio de color de un objeto, ...

3.15.3.1 Celdas Alta Tensión

Se hace una descripción genérica y a máximos de los estados y órdenes a comunicar por cabina de alta tensión. Según instalación y tipo de celda se considerarán los estados y ordenes correspondientes.

- *Estados digitales*
    - Local/Remoto
    - Automático/Manual
    - Interruptor abierto/cerrado
    - Seccionador de línea abierto/cerrado
    - Seccionador de tierra cerrado
    - Interruptores magnetotérmicos disparados (motor, control, secundario TTs)
    - Disparo del relé de protección
    - Alarma SF6
    - Watchdog y/o Fallo relé
    - Sincronización con red exterior (si aplica)

  - Discrepancia estados interruptor
  - Fallo control interruptor
  - Alarmas relé protección (según relé de protección)
  - Periodo Punta
  - Periodo Llano
  - Periodo Valle
  - Sobrepasamiento potencia contratada
- *Órdenes digitales*
  - Automático/Manual
  - Orden de apertura/cierre
  - Disparo remoto
  - Reset del relé de protección
  - Defecto urgente (sólo para acometida de compañía)
  - Posición de línea (sólo para acometida de compañía)
- *Estados analógicos*
  - Tensiones de línea L1-L2/L2-L3/l·-L1 (V)
  - Tensiones de fase L1/L2/L3 (V)
  - Tensión residual (V)
  - Intensidades de fase L1/L2/L3 (A)
  - Intensidad residual (A)
  - Frecuencia (Hz)
  - Factor de potencia
  - Desequilibrio entre voltaje y corriente
  - Inversión de fase
  - Maxímetros de intensidad por fase
  - Intensidad de disparo por fase

- Maxímetros de potencia activa y reactiva
- Número de maniobras
- Número de disparos por fallo de fase
- Potencia activa trifásica (kW)
- Potencia reactiva inductiva trifásica (kVAr)
- Potencia Aparente (kVA)
- Energía Activa (MWh)
- Energía Activa Exportada (MWh)
- Energía Reactiva Inductiva (MVArh)
- Energía Reactiva Inductiva Exportada (MVArh)
- Temperatura de fases del transformador

3.15.3.2 Transformadores de potencia

- *Entradas digitales*
  - Alarma de Temperatura
  - Disparo por Temperatura
  - Defecto de Sondas de Temperatura
- *Estados analógicos (si aplica)*
  - Temperatura de fases del transformador

3.15.3.3 Cuadros eléctricos de baja tensión

- **Interruptor general Baja Tensión (próximo al lado de baja tensión del transformador de potencia)**
  - *Estados digitales*
    - Interruptor abierto/cerrado
    - Interruptor armado/disparado
    - Defecto eléctrico
    - Interruptor preparado para cerrar

- Muelles cargados
- Interruptor conectado/desconectado/prueba (si aplica)
- Interruptores magnetotérmicos armados (control, motor, tensión segura)
- Interruptor diferencial armado (si aplica)

En caso de fusibles NH:

- Fusibles armados/disparado
- Seccionador abierto/cerrado

- *Órdenes digitales*
  - Orden de apertura/cierre
  - Rearme del interruptor
  - Rearme del interruptor diferencial (si aplica)

➢ **Acometida y acoplamiento cuadro forma 3b/4b**

- *Estados digitales*
  - Interruptor abierto/cerrado
  - Interruptor armado/disparado
  - Defecto eléctrico
  - Interruptor preparado para cerrar
  - Muelles cargados
  - Interruptor conectado/desconectado/prueba (si aplica)
  - Interruptores magnetotérmicos armados (control, motor, tensión segura)
  - Interruptores magnetotérmicos armados (analizador de redes, relé de mínima tensión) (sólo para acometida)
  - Mínima, máxima tensión y secuencia de fases (si aplica)
  - Protector de sobretensiones (si aplica)
  - Defecto a tierra (si aplica)
  - Fallo agrupado de cubículo (si aplica)
  - Local/remoto (si aplica)

- *Órdenes digitales*
    - Orden de apertura/cierre
    - Rearme del interruptor
    - Rearme del diferencial (si aplica)
- *Estados analógicos*
    - Tensiones simples y compuestas
    - Intensidades de línea
    - Potencia activa, reactiva y aparente
    - Energía activa y reactiva
    - Frecuencia
    - Cos phi

➢ **Salidas Centros Distribución cuadro forma 3b/4b**

- *Estados digitales*
    - Interruptor abierto/cerrado
    - Interruptor armado/disparado
    - Defecto eléctrico
    - Interruptor preparado para cerrar
    - Muelles cargados
    - Interruptor conectado/desconectado/prueba (si aplica)
    - Interruptores magnetotérmicos armados (control, motor, tensión segura)
    - Mínima tensión (si aplica)
    - Diferencial armado
    - Fallo agrupado de cubículo (si aplica)
    - Local/remoto (si aplica)
- *Órdenes digitales*
    - Orden de apertura/cierre

- Rearme del interruptor
- Rearme del diferencial

- *Estados analógicos (si aplica)*
  - Tensiones simples y compuestas
  - Intensidades de línea
  - Potencia activa, reactiva y aparente
  - Energía activa y reactiva
  - Frecuencia
  - Cos phi

➢ **Salidas alimentación servicios varios cuadro forma 3b/4b**

- *Estados digitales*
  - Interruptor abierto/cerrado
  - Interruptor armado/disparado
  - Defecto eléctrico
  - Interruptor preparado para cerrar
  - Muelles cargados
  - Interruptores magnetotérmicos armados (control, motor, tensión segura)
  - Diferencial armado

➢ **Salidas alimentación a motores cuadro forma 3b/4b**

- *Estados digitales*
  - Interruptor armado
  - Diferencial armado
  - Relé de protección armado
  - Contactor cerrado marcha directa y/o inversa
  - Pulsador de emergencia actuado
- *Órdenes digitales*

- Orden de marcha directa y/o inversa

➢ **Salidas alimentación a motores con arrancados estático o variador cuadro forma 3b/4b**

- *Estados digitales*
  - Interruptor armado
  - Diferencial armado
  - Relé de protección armado
  - Confirmación marcha arrancador/variador
  - Arrancador/variador ok
  - Contactor cerrado marcha directa y/o inversa
  - Pulsador de emergencia actuado
- *Órdenes digitales*
  - Orden cerrar contactor directo y/o inverso (si aplica)
  - Orden de marcha directa y/o inversa

➢ **Acometida general para CCM (EDAR /ETAP/EDAR Galindo/ETAP Venta Alta/Instalaciones de cierta entidad como: bombeos, tanques de tormentas, …)**

- *Estados digitales*
  - Interruptor general en servicio
  - Interruptor general relé térmico armado (según modelo de interruptor)
  - Interruptor general relé térmico + magnético armado (según modelo de interruptor)
  - Diferencial armado (en caso necesario)
  - Protector de sobre tensiones activo
  - Relé control de tensión no alta tensión
  - Relé control de tensión no baja tensión
  - Interruptor automático mando Int. General armado
  - Señales de la batería de condensadores (en caso de disponer)

En el caso de tener Grupo Electrógeno (G.E.) fijo, se incluyen las siguientes señales:

- Interruptor general en servicio
- Interruptor general relé térmico + magnético armado (según modelo de interruptor)
- Diferencial armado (en caso necesario)

- *Órdenes digitales*
  - Orden de rearmar interruptor de red
  - Orden de cerrar interruptor de red
  - Orden de abrir interruptor de red
- *Estados analógicos*
  - Intensidad de las tres fases
  - Tensión de las tres fases
  - Potencia activa
  - Potencia reactiva
  - Potencia aparente
  - Coseno de phi
  - Factor de potencia
  - Energía activa
  - Energía reactiva

➢ **Acoplamiento de barras para CCM (EDARs/ETAPs /EDAR Galindo/ETAP Venta Alta/Instalaciones de cierta entidad como: bombeos, tanques de tormentas, …)**

- *Estados digitales*
  - Interruptor automático en servicio
  - Interruptor automático relé térmico armado (según modelo de interruptor)
  - Interruptor automático relé térmico + magnético armado (según modelo de interruptor)
  - Interruptor automático mando Int. automático armado
- *Órdenes digitales*
  - Orden de rearmar interruptor automático

- Orden de cerrar interruptor automático
- Orden de abrir interruptor automático

➢ **Acometida general para pequeñas instalaciones (Bombeos, depósitos, aliviaderos, etc…)**

- *Estados digitales*
  - Interruptor automático mando Int. General armado
  - Protector de sobretensiones activo
  - Interruptor en servicio
  - Interruptor general relé magnético armado
  - Interruptor general relé térmico armado
  - Fallo controlador electrónico.
  - Fallo secuencia de fases.
  - Subtensión.
- *Órdenes digitales*
  - Rearme interruptor automático general y/o controlador electrónico.
- *Estados analógicos*
  - Tensión de las tres fases
  - Potencia activa
  - Factor de potencia
  - Energía activa.
  - Coseno de phi

➢ **Generales cuadro**

- *Estados digitales*
  - Interruptor automático trafo de mando de 230 V c.a. armado.
  - Interruptor automático trafo de mando de 24 V c.a. armado.
  - Interruptor automático SAI armado. (En instalaciones tipo EDAR/ETAP)
  - Funcionamiento con SAI. (En instalaciones tipo EDAR/ETAP)

- Interruptor automático instrumentación 230 V c.a. armado.
- Interruptor automático fuente de alimentación. 230 V c.a. / 24 V c.c. armado.
- Funcionamiento con FA. Llega tensión a la UCC.
- UCC Bien.
- Baterías cargadas >85%.
- Puerta armario/caseta cerrada.
- Detector de inundación bien.
- Instrumentación a 24 V c.c. (se estudiará en cada caso)
- Interruptores automáticos tarjetas Entradas analógicas armado.
- Interruptores automáticos tarjetas Entradas digitales armado.
- Interruptores automáticos tarjetas Salidas digitales armado.

En los casos de los bombeos de saneamiento estandarizados esta instrumentación será:

- Detector de inundación sin actuar
- Nivel alivio sin actuar.
- Nivel mínimo actuado
- Nivel máximo sin actuar.
- Transmisor de nivel del pozo en servicio
- Transmisor de caudal a la impulsión (si aplica).

- *Órdenes digitales*
  - Reset router GPRS/4G.
  - PLC en run.
  - Posibles salidas para Avisador Telefónico (GSM). A determinar en cada caso:
    - PLC run
    - Fallo tensión general
    - Nivel alto y/o alivio y ninguna bomba en marcha
    - Señales niveles altos/bajos de instrumentación analítica (si aplica).

- **Salidas tipo 1A: Arranque directo P ≤ 9 kW – 1B: Arranque con variador de frecuencia P ≤ 5 kW - 1C: Arranque directo P ≤ 9 kW con inversor de giro**

  - *Estados digitales*
    - Int. Automático mando motor armado
    - Equipo en fuera de servicio.
    - Equipo en manual.
    - Equipo en automático.
    - Interruptor en servicio.
    - Interruptor magnético disparado
    - Diferencial disparado
    - Confirmación de marcha directa
    - Confirmación de marcha inversa (Solo en tipo 1C)
    - Fallo confirmación marcha directa
    - Fallo confirmación marcha inversa (Solo en tipo 1C)
    - Fallo enclavamiento externo
    - Fallo controlador electrónico
    - Sobrecarga
    - Desequilibrio de fases
    - Subcarga
    - Alta temperatura motor
    - Alta Humedad motor (si aplica)
  - *Estados analógicos*
    - Intensidad de las tres fases (A)
    - Intensidad fase 2 (%)
    - Intensidad de fuga a tierra (mA)
  - *Órdenes digitales*

- Orden de equipo en fuera de servicio.
- Orden de equipo en manual.
- Orden de equipo en automático.
- Orden marcha directa
- Orden marcha inversa (Solo en tipo 1C)
- Orden rearme controlador electrónico (y/o variador en el tipo 1B)
- Orden rearme relé tª/humedad (si aplica)

➢ **Salida tipo 1A0: Arranque directo bomba de achique**

- *Estados digitales*
  - Int. Automático mando motor armado
  - Interruptor en servicio.
  - Interruptor magnético disparado
  - Diferencial disparado
  - Confirmación de marcha
  - Fallo Confirmación marcha
  - Fallo enclavamiento externo
  - Fallo controlador electrónico
  - Sobrecarga
  - Desequilibrio de fases
  - Subcarga
  - Alta temperatura motor (si aplica)
- *Estados analógicos*
  - Intensidad de las tres fases (A)
  - Intensidad fase 2 (%)
  - Intensidad nominal (A)
  - Intensidad de fuga a tierra (mA)

- *Órdenes digitales*
    - Orden rearme controlador electrónico

➢ **Salidas tipo 2: Arranque con inversor P ≤ 5 kW (Válvulas y compuertas)**

- *Estados digitales*
    - Int. Automático mando motor armado
    - Equipo en fuera de servicio.
    - Equipo en manual.
    - Equipo en automático.
    - Interruptor en servicio.
    - Interruptor magnético disparado
    - Diferencial disparado
    - Confirmación de marcha directa
    - Confirmación de marcha inversa
    - Fallo confirmación marcha directa
    - Fallo confirmación marcha inversa
    - Final de carrera directo actuado
    - Final de carrera inverso actuado
    - Discrepancia de finales de carrera
    - Fallo tiempo de maniobra excedido marcha directa.
    - Fallo tiempo de maniobra excedido marcha inversa.
    - Fallo limitador de par directo
    - Fallo limitador de par inverso
    - Fallo enclavamiento externo (Protección térmica motor)
    - Fallo controlador electrónico
    - Sobrecarga
    - Desequilibrio de fases

- Alta temperatura motor

- *Estados analógicos*
  - Intensidad de las tres fases (A)
  - Intensidad fase 2 (%)
  - Intensidad nominal (A)
  - Intensidad de fuga a tierra (mA)
- *Órdenes digitales*
  - Orden de equipo en fuera de servicio.
  - Orden de equipo en manual.
  - Orden de equipo en automático.
  - Orden marcha directa
  - Orden marcha inversa
  - Orden rearme controlador electrónico

➢ **Salidas tipo:**

3A: Arranque con arrancador estático 9 kW < P ≤ 55 kW

3B: Arranque con variador de frecuencia 5 kW < P ≤ 55 kW

4A: Arranque con arrancador estático 55 kW < P ≤ 150 kW

4B: Arranque con variador de frecuencia 55 kW < P ≤ 150 kW

- *Estados digitales*
  - Int. Automático mando motor armado
  - Equipo en fuera de servicio.
  - Equipo en manual.
  - Equipo en automático.
  - Interruptor en servicio.
  - Interruptor magnético disparado
  - Diferencial disparado

- Confirmación de marcha
- Fallo confirmación marcha
- Fallo arrancador estático/variador de frecuencia
- Fallo enclavamiento externo
- Fallo controlador electrónico
- Alta temperatura motor
- Alta humedad motor
- Sobrecarga (desde arrancador estático/variador de frecuencia)
- Desequilibrio de fases (desde arrancador estático/variador de frecuencia)
- Subcarga (si aplica, desde arrancador estático/Variador de frecuencia)

- *Estados analógicos*
  - Intensidad de las tres fases (A) (desde arrancador estático/variador frecuencia)
  - Intensidad fase 2 (%) (desde arrancador estático/variador frecuencia)
  - Intensidad nominal (A)
  - Intensidad de fuga a tierra (mA)
- *Órdenes digitales*
  - Orden de equipo en fuera de servicio.
  - Orden de equipo en manual.
  - Orden de equipo en automático.
  - Orden marcha / disparar interruptor
  - Orden rearme interruptor
  - Orden rearme controlador electrónico y/o arrancador estático / variador de frecuencia y/o relé temperatura-humedad

➢ **Salidas tipo 3C: Arranque con arrancador estático 9 kW < P ≤ 55 kW con inversión de giro**

- *Estados digitales*
  - Int. Automático mando motor armado

- Equipo en fuera de servicio.
- Equipo en manual.
- Equipo en automático.
- Interruptor en servicio.
- Interruptor magnético disparado
- Diferencial disparado
- Confirmación de marcha directa
- Confirmación de marcha inversa
- Fallo confirmación marcha directa
- Fallo confirmación de marcha inversa
- Fallo arrancador estático
- Fallo enclavamiento externo
- Fallo controlador electrónico
- Alta temperatura motor
- Alta humedad motor
- Sobrecarga (desde arrancador estático)
- Desequilibrio de fases (desde arrancador estático)
- Subcarga (si aplica, desde arrancador estático)

- *Estados analógicos*
  - Intensidad de las tres fases (A) (desde arrancador estático)
  - Intensidad fase 2 (%) (desde arrancador estático)
  - Intensidad nominal (A)
  - Intensidad de fuga a tierra (mA)
- *Órdenes digitales*
  - Orden de equipo en fuera de servicio.
  - Orden de equipo en manual.

- Orden de equipo en automático.
- Orden marcha directa
- Orden de marcha inversa
- Orden rearme controlador electrónico y/o arrancador estático y/o relé temperatura-humedad

➢ **Salida tipo 5A y 5B: Alimentación servicios varios (polipasto, etc.)**

- *Estados digitales*
  - Disyuntor armado
  - Diferencial armado

➢ **Salida tipo Feeder: Alimentación tetrapolar/tripolar**

- *Estados digitales*
  - Interruptor general en servicio
  - Interruptor general relé térmico armado (según modelo de interruptor)
  - Interruptor general relé térmico + magnético armado (según modelo de interruptor)
  - Diferencial armado (en caso necesario)
  - Interruptor automático mando Int. General armado
- *Órdenes digitales*
  - Orden de rearmar interruptor automático
  - Orden de cerrar interruptor automático
  - Orden de abrir interruptor automático

3.15.3.4 Sistemas de Alimentación Ininterrumpida

- *Estados digitales*
  - Fallo de red
  - Equipo en bypass
  - Alarma general
  - Batería baja
  - Interruptor magnetotérmico armado (control)

3.15.3.5 Sistemas de Corriente Continua

- *Estados digitales*
    - Fallo de línea de entrada
    - Fallo de rectificador
    - Batería en descarga
    - Batería baja
    - Fin de autonomía

3.15.3.6 Grupos de Emergencia

- *Estados digitales*
    - Interruptor armado
    - Secuencia de fases correcta
    - No mínima tensión
    - Grupo disponible
    - Grupo en automático
    - Alarma paro grupo
    - Alarma preventiva grupo
    - Grupo en marcha
    - Grupo en fallo
    - Baja tensión batería
    - Parada de emergencia
    - Disparo magnetotérmicos
    - Puesta a tierra
    - Alarmas propias del motor/alternador
- *Órdenes digitales*
    - Manual/automático
    - Modo grupo/red/test

- Marcha/paro grupo
- Reset grupo

- *Entradas analógicas*
  - Tensión y corriente por fase
  - Potencia activa y potencia reactiva
  - Factor de potencia
  - Frecuencia
  - Contador de horas de funcionamiento del grupo

3.15.4 Ingeniería Básica

Tras el replanteo de la obra, el adjudicatario comenzará con la elaboración de la ingeniería básica. Esta ingeniería básica se elaborará partir de la información recibida en la fase de "Reunión de lanzamiento", "Replanteo y planificación". Generalmente consta de los siguientes documentos:

- **Memoria de funcionamiento**: Previo a la elaboración de la ingeniería básica se deberá elaborar una memoria detallada de funcionamiento de la instalación, en manual y en automático, teniendo en cuenta el funcionamiento en condiciones ideales y el comportamiento ante posibles problemas que puedan darse en la instalación.

  En función del tipo de obra, y de lo especificado en proyecto, se determinará cuál de los participantes será el encargado de elaborar dicha memoria.

- **Lista de equipos (consumidores e instrumentación)**: Listado de todos los equipos que están implicados en la obra o remodelación a realizar (equipos, controladores, motores, instrumentaciones…).

- **Lista de sistemas**: Organización de los diferentes equipos implicados en la obra en grupos que funcionen bajo un mismo modo de funcionamiento (Manual/Automático/Fuera de servicio).

- **Listado preliminar de señales del PLC**: Listado de señales que son tratadas en el PLC, bien como entradas/salidas físicas como señales recibidas o enviadas a través de comunicaciones de la aparamenta o equipos de campo (controladores electrónicos de motores, variadores, controladores de sondas…). Este listado podrá variar en 10% como mucho respecto a la ingeniería de detalle.

- **Arquitectura de control**: Arquitectura de equipos destinados al control y supervisión de la instalación, incluyendo los equipos y la red de comunicaciones.
- **Distribución de los cuadros (frentes), esquemas unifilares, planos de implantación, listado de marca y modelo de los principales materiales y cálculos eléctricos.**
- **Mapeado de comunicaciones con SCADA**: En base a la memoria de funcionamiento, el listado de equipos, la lista de sistemas, y el listado preliminar de señales se elaborará un mapeado de comunicaciones preliminar con el SCADA. Este listado podrá variar en 10% como mucho respecto a la ingeniería de detalle.

Toda esta documentación debe ser enviada según se vaya disponiendo de ella a la **DO/AT/ICOM** para su revisión ya que será la base para la elaboración de la ingeniería de detalle.

3.15.5 Ingeniería de detalle

Antes de la elaboración de la ingeniería de detalle ("generalmente en la reunión de lanzamiento"), el adjudicatario de la obra deberá solicitar al CABB/BBUP una ingeniería de detalle de ejemplo, así como los últimos estándares/guías de estilos y estándares de construcción de tags, que serán la base y marcarán las líneas generales para la elaboración de la ingeniería de detalle. La entrega de una ingeniería de detalle de ejemplo por parte del CABB/BBUP no eximirá al adjudicatario de tener que realizar sobre la misma, todas las modificaciones que sean necesarias para lograr una fidelidad total con el funcionamiento final de la instalación contemplado en la obra.

Además de esto, durante la elaboración de la ingeniería de detalle, el adjudicatario deberá solicitar toda la información que le sea necesaria para la elaboración de la misma. Habitualmente:

- Direcciones IP.
- Números de estaciones Sinaut.
- Códigos prisma y descripciones.

Tras la elaboración y revisión de la ingeniería básica, el adjudicatario comenzará con la elaboración de la ingeniería de detalle que se elaborará partir de la ingeniería básica, de la documentación ejemplo entregada por el CABB/BBUP y de los estándares/guías de estilos vigentes en ese momento. Generalmente consta de los siguientes documentos:

- **Ingeniería de detalle necesaria para construcción de cuadros:**
    - **Esquemas Eléctricos**: Colección de esquemas eléctricos detallados.

- **Lista de materiales**: Listado completo y detallado (con marcas y referencias) de materiales a comprar.

- **Ingeniería de detalle necesaria para la programación:**
  - **Mapa de Comunicaciones**: Listado de órdenes, estados y alarmas que se intercambiaran entre la estación y los sistemas de supervisión y control (PCC, PCE y OP). También se deberán indicar las señales intercambiadas con el resto de las estaciones o equipos de la estación que dispongan comunicaciones (Aparamenta comunicable, variadores, analizadores de red…)
  - **Cuadernos de tareas**: Descripción de funcionamiento de la instalación orientada a la programación del PLC. Se describe (con palabras) la programación a realizar en el PLC para lograr el funcionamiento descrito en la "memoria de funcionamiento"
  - **Bocetos de pantallas**: Bocetos de todas las pantallas (mapas, hidráulicas, de detalle…) a implementar en los sistemas de supervisión y control (PCC, PCE y OP).
  - **Mapeado de SCADA (Plantillas a utilizar)**: Documento Excel con la parametrización/programación a realizar en los objetos que se ejecutarán en los sistemas de supervisión centrales (PCC y PCE).

- **Ingeniería de detalle necesaria para el montaje en campo:**
  - **Red de tierras**: Plano de la red de tierras a realizar.
  - **Implantación de equipos**: Plano de implantación de equipos en campo. Deberá contemplar todos los equipos de la "Lista de equipos" validada en la fase de "Ingeniería Básica".
  - **Planos de canalizaciones**: Planos de implantación de todas canalizaciones en campo para la conexión eléctrica de todos los equipos contemplados en la de la "Lista de equipos" validada en la fase de "Ingeniería Básica".

Toda esta documentación se deberá elaborar siguiendo las especificaciones indicadas en el apartado 3.18 DOCUMENTACIÓN y teniendo en cuenta el ejemplo de construcción de tags entregado.

El adjudicatario entregará estos documentos según los vaya disponiendo a la dirección de obra para su revisión y corrección, tras lo cual serán devueltos (en caso necesario) para su corrección.

Este proceso se realizará tantas veces como sea necesario hasta la aprobación definitiva por CABB/BBUP de la documentación.

A partir de la aprobación de la documentación el adjudicatario puede proceder a la compra de materiales, construcción de cuadros, programación de PLC/Comunicaciones y a la programación del SCADA. **Se podrán realizar aprobaciones parciales de la documentación, con el fin de poder ir avanzando con las siguientes tareas a realizar.**

3.15.6 Parametrización/programación del PLC

Además de la instalación del programa de PLC desarrollado, estará incluida la instalación de todos el software y licencias que formen parte del suministro de la obra.

3.15.6.1 Programación de PLC

La programación del PLC se realizará con el programa STEP7 y/o TIA PORTAL en los PLCs de Siemens y el programa Unity Pro en los PLCs de Schneider Electric, y deberá ser fiel al cuaderno de tareas aprobado por el CABB/BBUP.

Antes de comenzar con la programación del PLC, el adjudicatario de la obra deberá solicitar al CABB/BBUP un programa de PLC o una librería de bloques estándares de programación de ejemplo, que será la base y marcará las líneas generales para la programación del PLC de la instalación. La entrega de un programa de PLC o una librería de bloques estándares de programación de ejemplo por parte del CABB/BBUP, no eximirá al adjudicatario de tener que realizar sobre los mismos todas las modificaciones que sean necesarias para lograr el funcionamiento correcto de la instalación, aunque se intentará generar el mínimo posible de bloques nuevos.

Normas programación del PLC

Conceptos a tener en cuenta a la hora de programar el PLC:

- Antes de proceder a programar para el CABB, la empresa integradora deberá ponerse de acuerdo con el CABB/BBUP acerca del software, con sus correspondientes versiones, a utilizar en la obra.
- Como se ha comentado, el consorcio entregará una librería de bloques estándares de programación a utilizar: entrada analógica, motor directo, motor variador, válvula, compuerta, salida analógica, ...
- Se utilizarán siempre rutinas pertenecientes a la librería del CABB/BBUP.

En caso de aparecer algún tipo de funcionamiento o señal que no se adapte exactamente a las librerías existentes se deberá poner en conocimiento del CABB/BBUP. A partir de este momento habrá 2 formas de proceder:

En caso de existir una rutina similar se tomará ésta como base. A ella se le integrarán las nuevas señales o funcionamiento y se obtendrá una nueva rutina derivada de la original.

En caso de no existir una rutina similar, se realizará una completamente nueva.

Para los 2 casos, el CABB/BBUP deberá estar informado de cómo se van a generar las nuevas rutinas y dar el visto bueno. Estas nuevas rutinas deberán seguir los criterios de programación del resto y una vez terminadas y probadas pasarán a pertenecer a la librería del CABB/BBUP.

- Todos los bloques de programación utilizados (excepto los propios del fabricante) estarán abiertos (sin contraseñas) para su visualización y modificación, y documentados.
- La programación se realizará en "contactos" (**KOP en Siemens, LADDER/FBD en Schneider**) para facilitar su comprensión, mantenimiento y seguimiento. Sólo se programará en otro lenguaje cuando no sea posible hacerlo en el anterior formato y siempre contando con el visto bueno del CABB/BBUP.
- Cada accionamiento de la instalación se deberá programar en un bloque independiente y claramente diferenciado. Dentro de estos bloques se realizará la programación particular de cada accionamiento (enclavamientos, alarmas, funcionamiento manual, funcionamiento automático…) organizada por secciones o segmentos, de tal manera que cada uno de ellos tenga una única función intentando evitar unir más de una función en la misma sección.
- La numeración de los bloques empezará por el 1 y se continuará de forma ascendente y siguiendo el flujo del proceso (agua, fangos, auxiliares…).
- También se crearán bloques independientes claramente diferenciados para programación general (donde se incluirá la programación común a todo el programa), analógicas (donde se realizará la lectura/escritura de todas las señales analógicas) y comunicaciones (donde se programarán todas las comunicaciones que dispone el PLC). No se dejará nada de código "suelto" fuera de los bloques.
- En el bloque principal de ejecución (OB1…) no habrá código salvo llamadas a funciones.
- Se priorizará la creación y utilización de funciones para la realización de tareas repetitivas.

- Se crearán al menos 2 bloques de datos destinados a recoger toda la información que se intercambia con los sistemas de supervisión y control. Uno para los estados y alarmas, otro para las órdenes. En caso de no disponer de bloques de datos, esta información de deberá estar en zonas de memoria claramente diferenciadas. Dentro de cada zona o bloque de datos, la información estará bien organizada, primero los datos digitales y luego los analógicos, manteniendo todos los datos de cada accionamiento agrupados (sin mezclarlo), incluyendo zonas de reserva entre accionamientos, y con comentarios en todas las variables indicando la información que se guarda en cada una de ellas.
- En los PLCs de las instalaciones solo existirá un bloque de órdenes (PCC, PCE y OP actúan sobre las mismas órdenes) por lo que estos no sabrán diferenciar de donde llegan las mismas, serán los sistemas de supervisión y control los que deban bloquear el envío de órdenes en caso de no estar en disposición del mando.

  Al igual que con las órdenes, en los PLCs de las instalaciones solo existirá un bloque de datos de estados y alarmas, por lo que todos los sistemas de supervisión y control de una instalación se abastecerán del mismo bloque de datos.
- Todas las ordenes digitales deben ser activas por uno. Nunca debe existir un bit a cero que de una orden en el código de programa.
- No se utilizará la "marca de ciclo" para los PLCs de Siemens. Ya que su modificación implica modificar el hardware y ya que dichos bits no aparecen en las referencias cruzadas. Para Schneider se utilizarán los bits de sistema.
- También se creará un bloque de datos (Datos de Usuario) donde se almacenará de manera ordenada las cotas de la instalación y los valores que vayan a ser utilizados en más de un punto del programa (tiempos, set-points…)
- La programación debe de ser lo más clara y óptima posible, evitando programar funciones a medida que ya están resueltas en las funciones que ofrece el propio fabricante o lenguaje de programación.
- Una salida sólo debe referenciarse en un único segmento o sección.
- Los programas incluidos en los autómatas deberán estar completamente comentados de tal manera que cada variable utilizada en el programa tendrá su simbólico (tags estándares) y su descripción, cada sección o segmento y cada bloque tengan comentarios explicando claramente las tareas que se realizan en los mismos.

- El PLC estará al servicio del SCADA para, en la medida de lo posible, evitarle hacer cálculos, por lo que el SCADA se limitará a realizar labores visualización, historización y operación (gestión de órdenes).

3.15.6.2 Programación de comunicaciones

Antes de comenzar con la programación de las comunicaciones, el adjudicatario de la obra deberá solicitar al CABB/BBUP un programa de PLC o una librería de bloques estándares de programación de ejemplo, que será la base y marcará las líneas generales para la programación de las comunicaciones de la instalación.

El CABB/BBUP entregará al adjudicatario un programa de ejemplo con el fin de facilitar la creación de nuevos programas de comunicaciones, así como para mantener una línea de estandarización en todos los programas realizados. En la medida de los posible se deberá seguir en todo momento la línea de estandarización ya establecida a la hora de crear nuevos programas utilizando las mismas funciones y estructuras de datos.

La entrega de un programa de PLC o una librería de bloques estándares de programación de ejemplo por parte del CABB/BBUP no eximirá al adjudicatario de tener que realizar sobre los mismos, todas las modificaciones que sean necesarias para lograr el funcionamiento correcto de la instalación.

En caso de que se requiera crear nuevas funciones o modificar las existentes, estas deberán ser entregas y explicadas al CABB/BBUP para su aprobación antes de la implantación de estas.

Para la configuración y programación de estas comunicaciones, en el caso de Siemens, el CABB/BBUP entregará un documento denominado “Direccionamiento Comunicaciones” en el que se indica el número de estación, en número del FC donde se realizará la programación de las comunicaciones, los DBs de Ordenes y Estados de cada estación y los DBs de Instancia utilizados en dichas comunicaciones. En el caso de Schneider, simplemente se indicará el cogido Prisma de la estación ya que, en el FrontEnd se generarán las estructuras de datos con los códigos prisma correspondientes.

Instalaciones telemandadas

La comunicación de los PLCs con el Puesto de control Central será Ethernet, independientemente del medio de transmisión utilizado, a través de Front Ends situados en los puestos de control centrales.

Los **criterios** fundamentales en la definición y utilización de los medios de comunicación son los siguientes:

- Se priorizará la utilización de medios propios frente a los de terceros.
- TETRA: se utilizará siempre como comunicación de back –up.
- Estaciones de Abastecimiento: todas llevarán comunicaciones redundantes, lo que no implica que la comunicación redundante sea necesariamente TETRA.
- Estaciones de Saneamiento con ADSL/GPRS/WIMAX:
    - Todos los bombeos y tanques de tormentas llevarán comunicación redundante TETRA.
    - Los aliviaderos no tienen comunicación redundante
- Estaciones de saneamiento con Línea dedicada o Fibra óptica:
    - Todas las estaciones llevarán redundancia TETRA, pero no todas llevarán localmente instalado un Router. Se estudiará la ubicación de los routers TETRA en la arquitectura de la fibra o del cable priorizando la instalación de los router en las instalaciones fin de línea, en las instalaciones nudo (estrella), instalaciones singulares, etc.

Los tipos de comunicaciones a implementar serán:

- Comunicación principal: Fibra óptica con switches Ethernet con puertos de Fibra óptica o Línea dedicada (pares trenzados de cobre) a través de switches Ethernet SHDSL o ADSL/GPRS/WIMAX a través de la red MPLS del CABB/BBUP.
- Comunicación secundaria o redundante TETRA. Cada instalación tendrá configurada una comunicación con el Front End a través del Router Tetra. Está comunicación siempre actuará como back-up, esto quiere decir que solo transmitirá datos cuando no sea posible hacerlo por la comunicación principal.

El protocolo utilizado para el intercambio de datos entre estaciones, y entre estaciones y el Front End, es un **protocolo de telemando** que cumple las siguientes características:

- Ser escalable: ante una futura ampliación no se requiere la reprogramación de estaciones existentes y que además no se requiere reprogramar la parte del Front End referente a remotas ya existentes para máxima disponibilidad y menores implicaciones en futuros contratos y ampliaciones por diferentes integradores y fases.
- Emplea programas estándar de mercado (no desarrollado a medida en base know How del integrador adjudicatario), lo que facilita el mantenimiento ya sea con personal propio o

externalizado a subcontrata, ya que es un estándar por todos conocido y fácilmente modificable.

- Tratamiento diferenciado para envío de estados (o Telemetría), frente a Comandos (u Órdenes) en base a bloques estándar testeados por un fabricante (con características de estampación de hora o buffering en Telemetría o gestión de acuses para órdenes por citar algún ejemplo).
- Estos bloques cumplen los requisitos habituales de un telemando sin requerir programación personalizada para facilitar modificaciones y mantenimiento, así como estandarizar los programas de PLC en diferentes fases o ampliaciones futuras.
- Tiene la posibilidad del uso de la red de Telecontrol para Teleservicio con la estación remota. Es decir, usar la conexión del Telemando para conectarse con el software de programación, cargar modificaciones, Online…etc.
- Ofrecen diagnóstico de ambos caminos, en caso de existir más de uno, ya esté activo o en Standby, y accesible en el SCADA sea el fabricante que sea.
- Remanencia de datos en modo timestamping o buffer en caso de avería de red, o pérdida de alimentación.
- Es flexible en cuanto a las tecnologías empleadas (compatible con medios físicos y tecnologías de todo tipo, Modem línea dedicada, VDSL, GPRS, UMTS, WIMAX, IP-FO, ADSL…) Pese a ser claro la tecnología de este pliego, debe ser compatible con Tetra o cualquier otra tecnología existente o futura (el tiempo medio de vida de este tipo de instalaciones ronda los 20 años o más) y en el 100% de las redes implantadas a día de hoy funcionando, siempre acaban mezclando tecnologías y criterios de diseño. Algo totalmente incompatible con sistemas a medida que tarde o temprano quedarán superados por las necesidades futuras.
- Protocolo editable y ajustable a redes con latencias muy diversas (desde GPRS, Tetra o redes IP sobre FO) ….
- Posibilidad de cualquier tipo de estructura, anillos, estrella, nodos totalmente independientes en redes IP.
- Posibilidad de cualquier filosofía de jerarquía de comunicación (Central contra remotas con o sin la figura de una concentradora Nodal).

- Gestión automática de caminos redundantes integrada en el firmware del fabricante con diagnóstico de ambos caminos (en uso + standby), sin programación relativa a bit de vida o gestión de conmutación o caminos y enlaces… y por tanto sin posibilidad de fallo de programación en este sentido.
- Posibilidad de la figura de Nodal, para que, en caso de avería de un camino, ésta concentra datos y reenvíe por otro camino (resuelta por firmware en el hardware de fabricante), en este caso SHDSL redundado con TETRA.

El intercambio de datos entre FrontEnd y PLCs para la familia Siemens se hará mediante protocolo Sinaut y utilizando las librerías de Siemens para dicho protocolo. Se indican a continuación las normas de aplicación para la programación de comunicaciones con protocolo Sinaut:

- Se utilizarán las funciones Bin04B_S/R (Envío/Recepción 4 Bytes para fecha y hora, sin segundos) y Dat12D_S/R (Envío/Recepción 12 dobles palabras para el resto de datos)
- No se deben enviar todos los paquetes a la vez.
- Se configurarán todos los envíos para que no se almacenen en el buffer en caso de no poder comunicar.
- Si se envían por ejemplo 3 dobles palabras con la función Dat12D_S a partir de una dirección de un DB, se dejarán reservas las 9 dobles palabras siguientes (tanto en origen como en destino) con la idea de poder reutilizar ese bloque con las 12 Dword al completo si más adelante fuera necesario.
- Todos los paquetes se deberán enviar por cambio o por ciclo de tiempo configurable. Si se envía por cambio entonces se inicia ciclo. Si se envía por ciclo, se partirá de esos valores para empezar a calcular cambios.
- Normalmente para los envíos con gestión de comunicaciones por cambio se dispondrá de dos DBs, el primero de ellos, DB100, con todos los estados de la instalación actualizados y por otro lado, un segundo DB, DB106, donde se memorizan los valores para encontrar el cambio (escrito por las funciones FC154 y FC153). Con esto se puede enviar los valores instantáneos con un solo cambio de cualquiera de las señales utilizando el primer DB. DB100, en el envío y a su vez mantener nuestra memoria del segundo DB, DB106.
- Se enviarán en buzones diferentes las señales digitales y analógicas, por lo que el programador deberá agrupar las señales en los DBs de Estados (DB100)/Órdenes (DB101) pensando en el envío/recepción de las mismas.

- Todas las órdenes digitales y analógicas se pondrán a 0 (Digitales) o DW#16#FFFFFFFF (Analógicas) en un OB de Interrupción, OB32, y en el OB100.
- Todas las analógicas tendrán una histéresis (filtro) para considerar que ha habido un cambio en su valor.
- El tiempo de ciclo y el valor de la histéresis de las analógicas serán configurables según el tipo de comunicación que esté operativa (ADSL/GPRS o TETRA)

El intercambio de datos entre FrontEnd y PLCs para la familia Schneider se hará mediante protocolo Modbus TCP y utilizando las librerías de comunicaciones diseñadas por Schneider para el CABB/BBUP.

También se deberán de seguir las siguientes pautas de programación:

- En los PLCs Remotos de marca Siemens se organizarán los datos a intercambiar con el SCADA de la siguiente forma:
    - DB100 (Estados): Contendrá todos los estados a enviar al SCADA
    - DB101 (Órdenes): Contendrá todas las órdenes recibidas desde el SCADA
    - DB106 (Estados Sinaut). Para los valores de envío Analógicos a los que se aplica un filtro para controlar el tráfico Sinaut.
    - DB99 (Usuario): Contendrá los datos de usuarios. Se trata de datos fijos propios de la instalación. Por ejemplo: rangos de señales analógicas, datos físicos de un aliviadero como cota de alivio, labio….
- En los PLCs Remotos de marca Schneider no existen una tabla como tal para el envío de intercambio con el SCADA. Los datos de la estación se organizarán con estructuras de datos, (General, PLC, Bombas, Compuertas, Ventiladores, Controles Horarios, etc.…).
- En caso de existir comunicaciones entre 2 PLCs Siemens se utilizarán rutinas que necesiten código en todos los PLCs que intervienen en dicha comunicación (del tipo SEND/RECEIVE) evitando funciones que sólo requieran código en uno de los PLCs (del tipo GET/PUT). Ya que en este PLC sin código no se dispone de la información de las direcciones que sobrescribe el otro PLC.
- En caso de existir comunicaciones entre 2 PLCs Schneider en los que el código de comunicaciones solo está presente en uno de los PLCs, los buzones de lectura o escritura se direccionaran por encima del registro 5000.

- Incluir descripción de funcionamiento y filosofía de servidor distribuido.
- Los PLCs (Siemens y Schneider) se pondrán en hora utilizando en NTP.

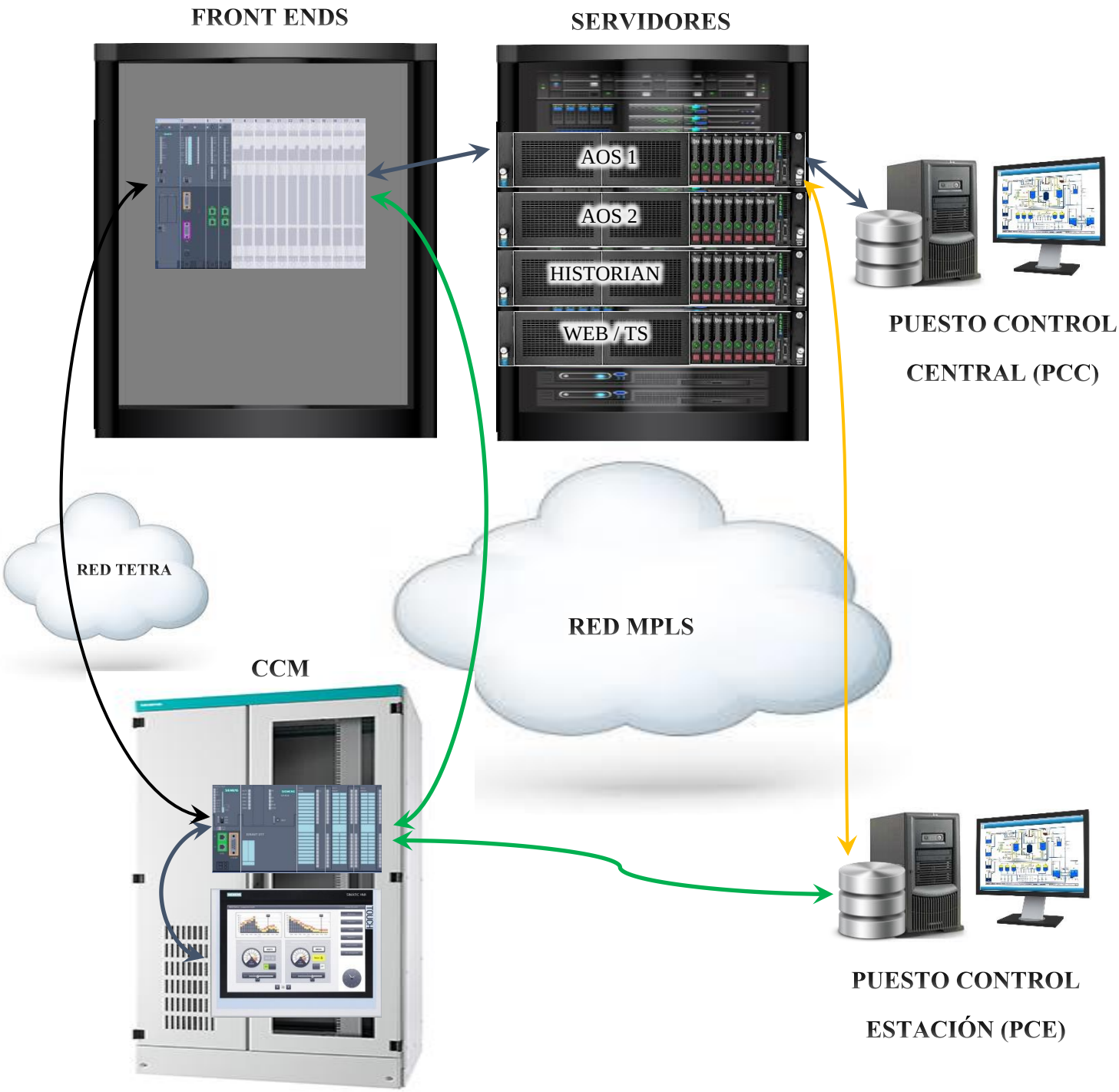
EDAR Galindo y ETAP Venta Alta

La comunicación de los PLCs con el Puesto de control Central (SCADA) será Ethernet. La comunicación Ethernet entre PLC y PCC es la comunicación más importante en cuanto a volumen de datos.

Para realizar esta comunicación se reservarán tres bloques de datos (DB) en la memoria de los nodos de control (PLC). Uno (DB201) para la recepción de órdenes y consignas enviadas por las aplicaciones de supervisión (SCADA) hacia los PLCs. El segundo (DB202) para el envío de estados desde los PLCs hasta las aplicaciones de supervisión (SCADA), y el tercero (DB203) para el envío de las alarmas desde los PLCs hacia las aplicaciones de supervisión (SCADA).

Los drivers de comunicaciones utilizados entre el los PLCs y el SCADA (Aplicaciones de supervisión) serán los estándares suministrados con el software de programación o visualización.

La filosofía de intercambio de datos entre SCADAs y CCMs en las **instalaciones telemandadas** se encuentra reflejada en el siguiente gráfico. NOTA: Flujo de datos verde, comunicaciones normalmente activas. Flujo de datos morado, fallo de comunicaciones con PLCs de planta. Flujo de datos Azul, comunicaciones internas. Flujo de datos Negro, comunicaciones Tetra.


FRONT ENDS
SERVIDORES
AOS 1
AOS 2
HISTORIAN
WEB / TS
PUESTO CONTROL
CENTRAL (PCC)
RED TETRA
RED MPLS
CCM
PUESTO CONTROL
ESTACIÓN (PCE)

3.15.7 Parametrización/programación de otros equipos

Además de la parametrización/programación del PLC, de deberá realizar la programación y/o parametrización del resto de equipos que componen la instalación para su correcto funcionamiento según la finalidad de los mismos:

- Controladores electrónicos: Para la programación/parametrización de los controladores electrónicos de motores, el adjudicatario de la obra deberá solicitar al CABB/BBUP las programaciones estándares en ese momento. El adjudicatario deberá utilizar dichos programas modificando los datos propios del motor que se pretende controlar.

  Puede darse el caso de que aparezcan nuevos funcionamientos o accionamientos a controlar no estandarizados, y en tal caso, se deberán realizar las parametrizaciones y/o programaciones necesarias para lograr el correcto funcionamiento. A la hora de realizar nuevas programaciones o parametrizaciones se deberá seguir las mismas líneas utilizadas en las programaciones ya estandarizadas. Toda nueva programación y/o parametrización deberá ser entregada y explicada al CABB/BBUP para su validación y aprobación, momento en el cual pasará a formar parte del estándar.

- Anillo de comunicaciones del CCM. Como se ha comentado anteriormente, en instalaciones con aparamenta comunicable se deberá realizar un anillo de comunicaciones Ethernet con cable de cobre a nivel interno de los cuadros de la instalación (cuadros de control y CCMs), el cual conecte toda la aparamenta comunicable, el PLC, paneles de operación, switches de comunicaciones y los variadores y arrancadores de la instalación (en caso de que estos dispongan de posibilidad de integración en el anillo). Todos los elementos que participan en este anillo deberán de ser configurados para que el anillo de comunicaciones se comporte de manera correcta y ágil ante una ruptura del mismo o el apagado de cualquiera de sus componentes.

- Routers. Por lo general, los router que se han de conectar a la red de MPLS serán estregados por CABB/BBUP ya configurados y preparados para dicha conexión (routers ADSL, GPRS y WIMAX) por lo que la única labor del adjudicatario será la de la colocación de los mismos en los armarios de la instalación y de las antenas en el interior o exterior de la instalación (en función de la cobertura). El resto de routers (Tetra…) además deberán de ser suministrados, parametrizados y/o programados por el adjudicatario para su correcto funcionamiento.

- Variadores y arrancadores. Se deberán de parametrizar y/o programar todos los variadores y arrancadores indicados en el alcance para su correcto funcionamiento, incluyendo los

parámetros propios del motor a controlar, parametrizaciones de comunicaciones, posibles funcionamientos especiales, rampas de arranque y parada…

- Switches SHDSL. Se deberán de parametrizar y/o programar los Switches SHDSL para el correcto funcionamiento de las comunicaciones SHDLS. Dicha parametrización y/o programación deberá ser realizada para obtener y garantizar los mejores tiempos de comunicación posibles para la línea, así como como la realización del By-pass de las líneas de comunicaciones en caso de falta de alimentación en el equipo.
- Avisadores telefónicos. Se deberán de parametrizar y/o programar los avisadores telefónicos que formen parte del suministro para su correcto funcionamiento. Generalmente dispondrán de las siguientes señales:
    - Fallo tensión general
    - Nivel alto o alivio y ninguna bomba en marcha.
    - PLC run
    - Detector de inundación activo
    - B1 Alarma
    - B2 Alarma
    - B3 Alarma
- Resto de equipos. En caso necesario, se deberán de parametrizar y/o programar el resto de los equipos suministrados en el alcance de la obra que, según las necesidades de la obra, sean necesario programar/parametrizar. (Puntos de acceso WIFI, Vlan-es en los Switches, controladores de sondas, displays de sondas, instrumentación…)
- Copias de seguridad. Como se indica en el apartado “”, por cada equipo de los indicados, se deberá entregar un listado de las parametrizaciones y/o programaciones modificadas respecto a la configuración de fábrica de los equipos en un documento digitalizado (Word, Excel…) así como, en los equipos que lo permitan, una copia de seguridad con dicha configuración y un manual que explique el proceso de restauración de la misma en caso de fallo del equipo en cuestión.

3.15.8 Parametrización/programación de los Sistemas de Supervisión y Control

Los trabajos de programación/parametrización en los sistemas de supervisión y control comprenderán dos o tres puntos de actuación según el tipo de instalación que sea:

- Panel de Operador - HMI: Son paneles de operación locales situados en los cuadros de fuerza y/o control de las instalaciones. Su finalidad es la supervisión y control de las propias instalaciones y en ciertas ocasiones la visualización de otras instalaciones con la que se tiene alguna dependencia.
- SCADA PCE (Puesto de Control Estación): Son sistemas de supervisión y control generalmente situados en instalaciones grandes (EDARs, ETAPs…) con varios CCMs. Su finalidad es la supervisión y control de todos los CCMs de la planta y la de las instalaciones asociadas a dicha planta (Bombeos, Aliviaderos…)
- SCADA PCC: Este SCADA está compuesto por varios servidores (Servidores de objetos AOS, Servidores de datos históricos, servidor Web…), lo cuales conforman el sistema de supervisión y control de los puestos de control centrales (Redes de Abastecimiento o Redes de Saneamiento). El objetivo final de estos sistemas de supervisión y control es el de controlar de manera centralizada y remota todas las instalaciones del CABB/BBUP.

Además de la instalación de los programas desarrollados, estará incluida la instalación de todo el software y licencias que formen parte del suministro de la obra.

3.15.8.1 Programación panel de operador local - HMI

Los paneles de operación siempre son de la misma marca que el resto del hardware que compone la solución de control de la instalación y que estarán situados en los cuadros de fuerza y/o control de las instalaciones. Los tamaños de los paneles de operación a suministrar dependerán del tipo de instalación a supervisar y controlar (en el apartado "**3.15.2.3 HMI (Interfaz hombre máquina)**" se indican los tamaños concretos para cada tipo de instalación).

Su finalidad es la supervisión y control de las propias instalaciones y en ciertas ocasiones la visualización de otras instalaciones con la que se tiene alguna dependencia.

La programación de estos paneles se debe realizar con las herramientas propias de programación que dispone cada fabricante, TIA Portal con Siemens y Vijeo Designer con Schneider.

Se deberá programar la gestión de todas las señales de la instalación (Órdenes, estados, alarmas, consignas, datos históricos…). En el apartado "3.15.3 Señales a tratar" se indica de manera orientativa las señales a tener en cuenta.

Conceptos a tener en cuenta a la hora de realizar la programación:

- Antes de comenzar con la programación del HMI, el adjudicatario de la obra deberá solicitar al CABB/BBUP un programa de ejemplo, que será la base y marcará las líneas generales para la programación del HMI de la instalación.

  La entrega de un programa de HMI o una librería de bloques estándares de programación de ejemplo por parte del CABB/BBUP, no eximirá al adjudicatario de tener que realizar sobre los mismos todas las modificaciones que sean necesarias para lograr el funcionamiento correcto de la instalación, aunque se intentará generar el mínimo posible de bloques nuevos.

  El CABB/BBUP entregará al adjudicatario un programa de ejemplo con el fin de facilitar la creación de nuevas programaciones, así como para mantener una línea de estandarización en todos los programas realizados. En la medida de los posible se deberá seguir en todo momento la línea de estandarización ya establecida a la hora de crear nuevos programas utilizando las mismas funciones y estructuras de datos. En caso de que se requiera crear nuevas funciones, estas deberán ser entregas y explicadas al CABB/BBUP para su aprobación antes de la implantación de las mismas.

- La programación debe de ser lo más clara y óptima posible, evitando programar funciones a medida que ya están resueltas en las funciones que ofrece el propio fabricante o lenguaje de programación.
- Se priorizará la creación y utilización de funciones para la realización de tareas repetitivas.
- Los programas deberán estar completamente comentados de tal manera que cada variable utilizada en el programa tendrá su simbólico y su descripción, cada sección o función y cada bloque tengan comentarios explicando claramente las tareas que se realizan en los mismos.
- El PLC estará al servicio de los sistemas de supervisión y control para, en la medida de lo posible, evitarles hacer cálculos, por lo que estos se limitarán a realizar labores visualización, historización y operación (gestión de órdenes).
- En instalaciones con aparamenta en base a controladores electrónicos, además de la programación orientada a cuando el PLC está funcionando, se deberá realizar la programación necesaria para que los paneles de operación puedan comunicar con estos controladores para la gestión de su modo de funcionamiento (manual, automático, fuera de servicio) y su funcionamiento en modo manual (marcha/paro, abrir/cerrar…) cuando se produzca un fallo del PLC, lo que comúnmente se conoce como “modo degradado”

- La aplicación será nueva y completa y "correrá" en el panel de operador instalado.
- Los drivers de comunicaciones utilizados entre el HMI y los PLCs serán los estándares suministrados con el software de programación o visualización.

Previamente a la programación y desarrollo de la aplicación HMI se deberán realizar unos bocetos de todas las pantallas de que conste dicha aplicación. Estos bocetos se deberán realizar obligatoriamente con las herramientas de diseño de que disponen los fabricantes de los paneles de operación (WinCC Flexible/Vijeo Designer). Las pantallas deber ser imágenes estáticas reales de las futuras pantallas a implementar, no admitiéndose otro tipo de esquemas o dibujos representativos similares que no estén hechos con dichas herramientas de diseño. Estas pantallas se entregarán en papel para aprobación previa del CABB/BBUP, impresas a todo color. Sobre dichas pantallas a todo color el CABB/BBUP marcará aquellos elementos o representaciones que no se ajusten a su criterio, debiéndose rehacer un nuevo boceto recogiendo los cambios comentados. Este proceso se realizará tantas veces como sea necesario hasta la aprobación definitiva por CABB/BBUP de los bocetos de todas las pantallas.

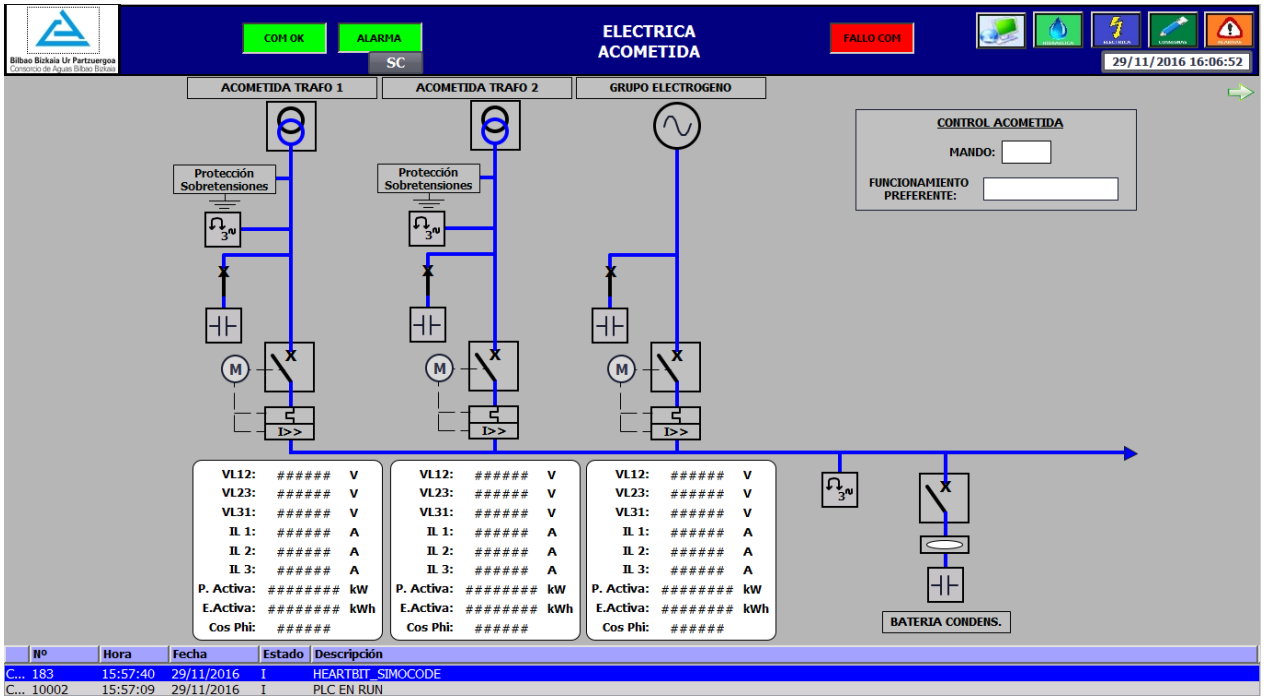
Una vez aprobada una pantalla se procederá a su animación y demás programación asociada, partiendo siempre de la pantalla estática real del SCADA finalmente aprobada.

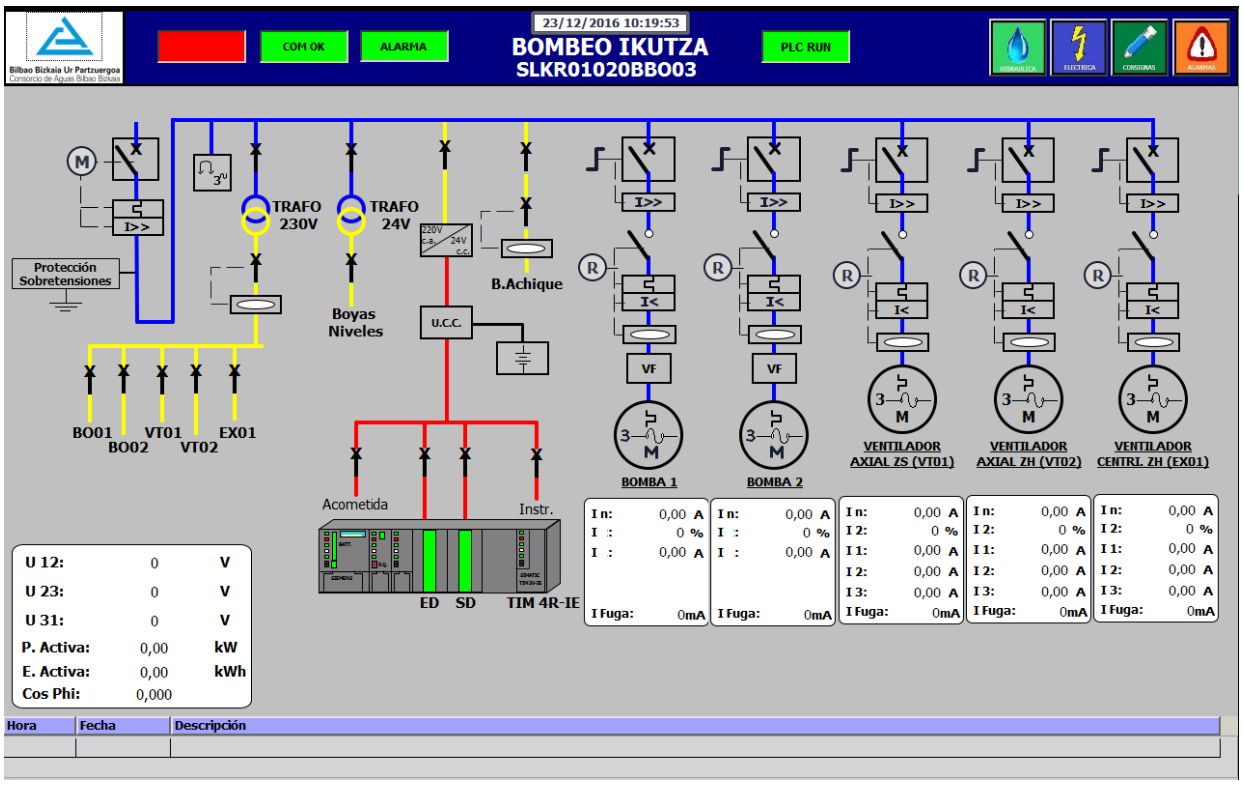
Tipos de pantallas a desarrollar

La aplicación final desarrollada deberá contener como mínimo los siguientes tipos de pantallas:

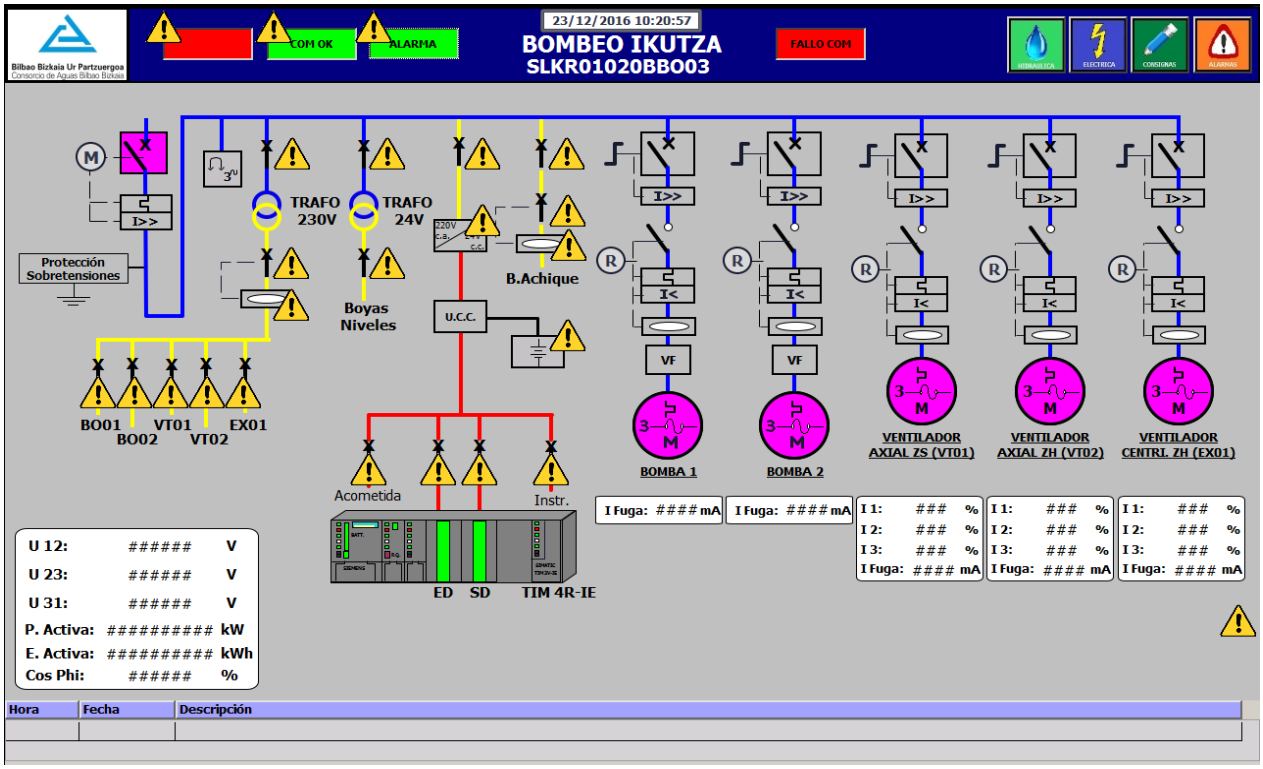
Pantallas Generales

Pantalla tipo **ESQUEMA ELÉCTRICO.** Se realizará como mínimo una pantalla que reflejará el esquema unifilar eléctrico de la instalación mediante simbología eléctrica normalizada, serán animadas y desde ellas se podrán ejecutar órdenes de rearmes (interruptores magnetotérmicos, relés diferenciales, etc.…). Deberá incluir también un pequeño esquema del chasis de PLC conteniendo todas las tarjetas de entradas/salidas y comunicaciones. En ella se hará un diagnóstico dinámico del estado de dichos elementos.

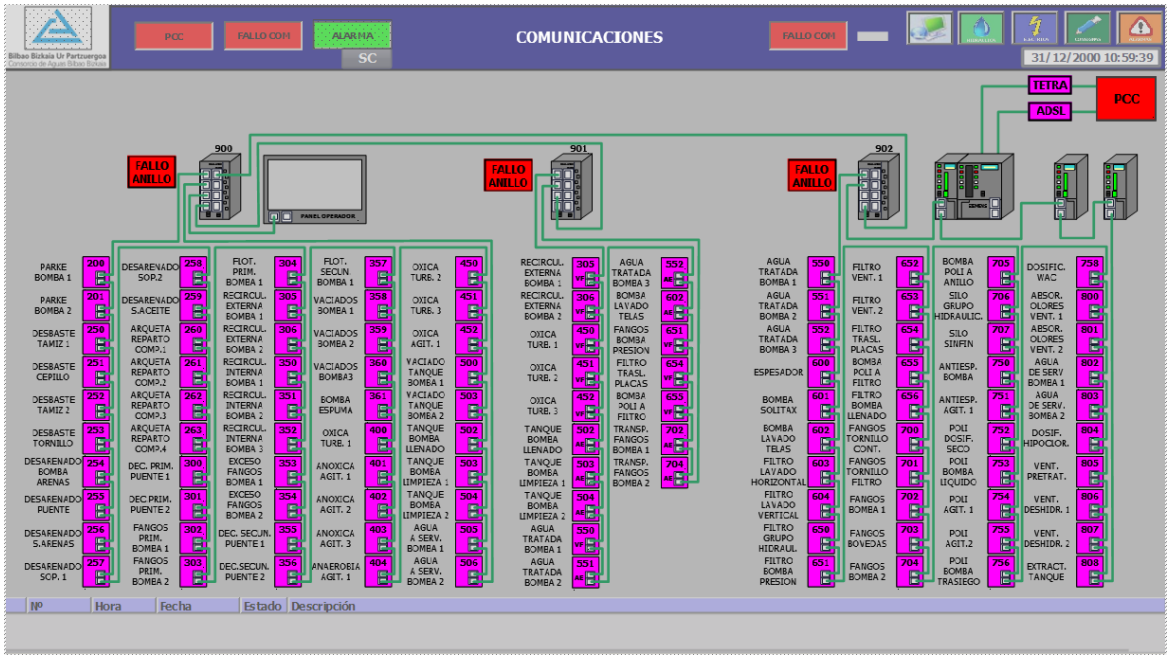


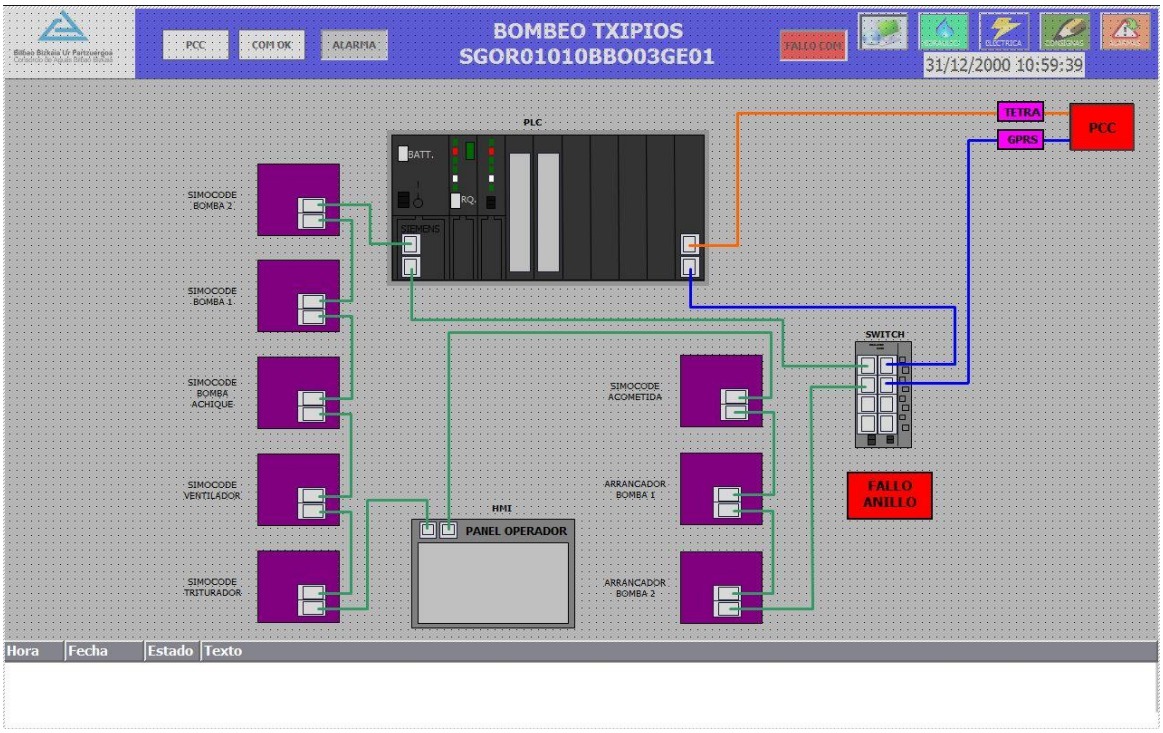


En instalaciones con controladores electrónicos también se desarrollará una pantalla eléctrica para cuando el PLC no está operativo y el HMI comunica directamente con los controladores electrónicos. Esta pantalla será similar a la desarrollado cuando el PLC está operativo, e indicará tanto las señales de los controladores electrónicos, así como indicará las señales que no se pueden representar en este modo de funcionamiento.

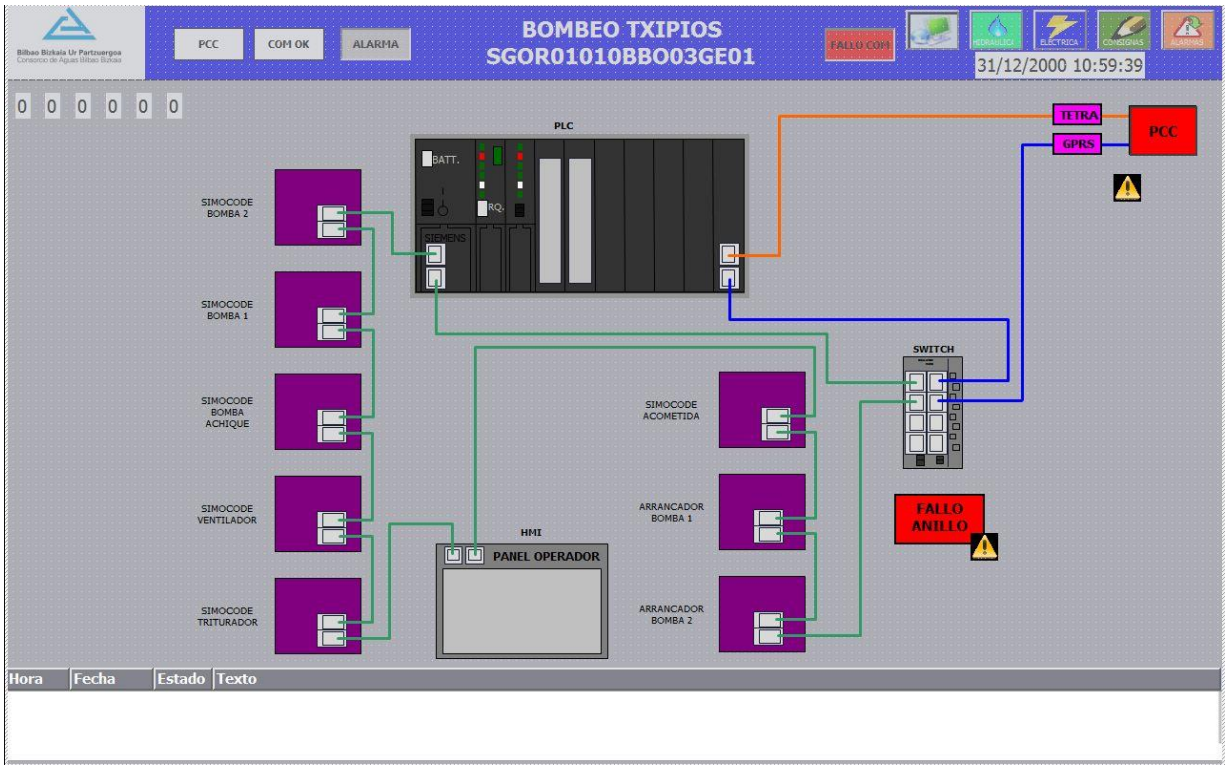


Pantalla tipo **ESQUEMA COMUNICACIONES.** Se realizará como mínimo una pantalla que reflejará la arquitectura de comunicaciones interna de la instalación, así como el estado de la comunicación principal y redundante con el Puesto de Control Central (PCC) correspondiente. Esta pantalla tendrá un diagnostico dinámico de las comunicaciones de los diferentes elementos: controladores electrónicos, PLC, y estado de las comunicaciones con el PCC, tanto de la comunicación primaria, como de la/s secundaria/s si las tuviera.


PCC
FALLO COM
ALARMA
SC
COMUNICACIONES
FALLO COM
31/12/2000 10:59:39
TETRA
ADSL
PCC
FALLO ANILLO
900
901
902
PANEL OPERADOR
Nº
Hora
Fecha
Estado
Descripción

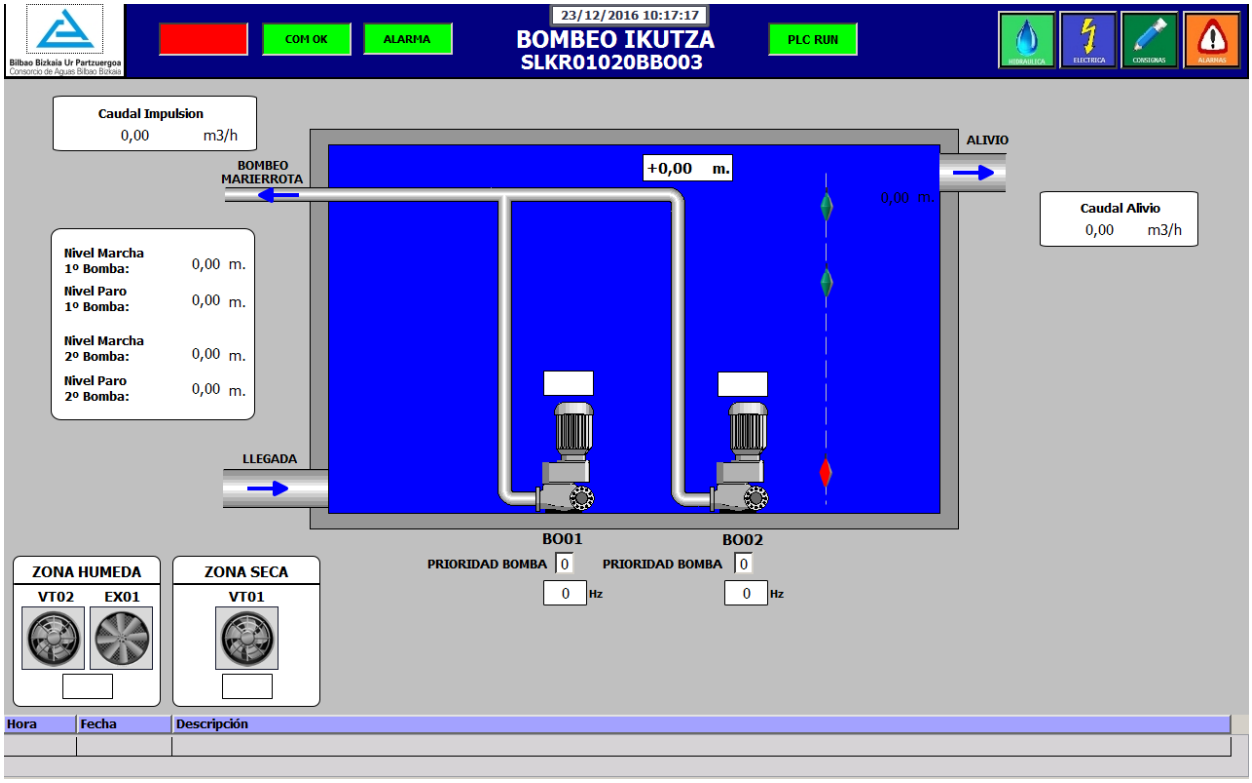

PCC
COM OK
ALARMA
BOMBEO TXIPIOS
SGOR01010BBO03GE01
FALLO COM
31/12/2000 10:59:39
PLC
TETRA
GPRS
PCC
SIMOCODE BOMBA 2
SIMOCODE BOMBA 1
SIMOCODE BOMBA ACHIQUE
SIMOCODE VENTILADOR
SIMOCODE TRITURADOR
SIMOCODE ACOMETIDA
ARRANCADOR BOMBA 1
ARRANCADOR BOMBA 2
SWITCH
FALLO ANILLO
HMI
PANEL OPERADOR
Hora
Fecha
Estado
Texto

En instalaciones con controladores electrónicos también se desarrollará una pantalla tipo esquema de comunicaciones para cuando el PLC no está operativo y el HMI comunica directamente con los controladores electrónicos. Esta pantalla será similar a la desarrollado cuando el PLC está operativo, e indicará tanto las señales de los controladores electrónicos, así como indicará las señales que no se pueden representar en este modo de funcionamiento.

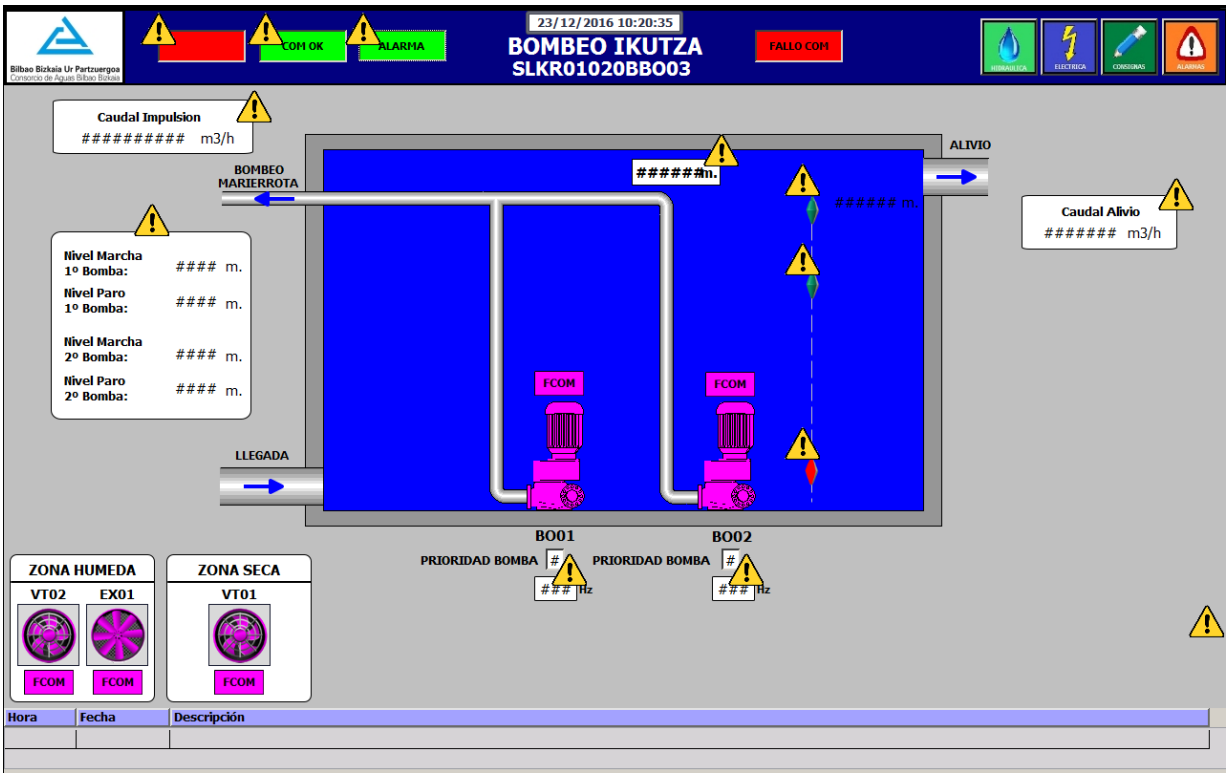


Pantalla tipo **SINÓPTICO.** Se desarrollará una pantalla de este tipo por cada zona distinta de proceso de la instalación. Si se tratase de un bombeo/aliviadero se valorará la ejecución de una (1) pantalla de este tipo.

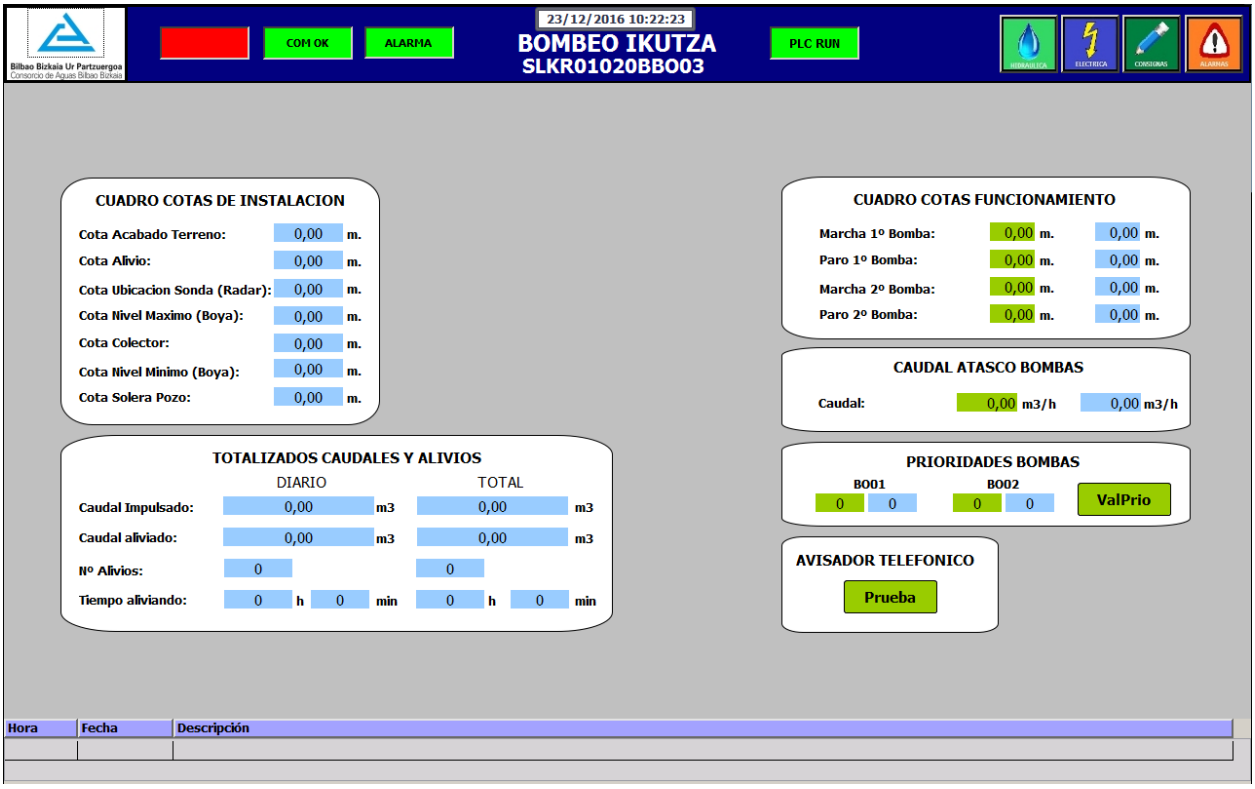
Las pantallas sinóptico representarán de forma dinámica la totalidad de elementos (boyas, presostatos...), equipos (bombas, válvulas...) e instrumentación (niveles pozos, caudalímetros...), y también reflejarán datos generales como el modo de funcionamiento M-0-A. A través de estas pantallas sinóptico y haciendo "click" sobre los distintos elementos que la componen se accederá a unas pantallas de menor entidad que denominaremos "pantallas de detalle".



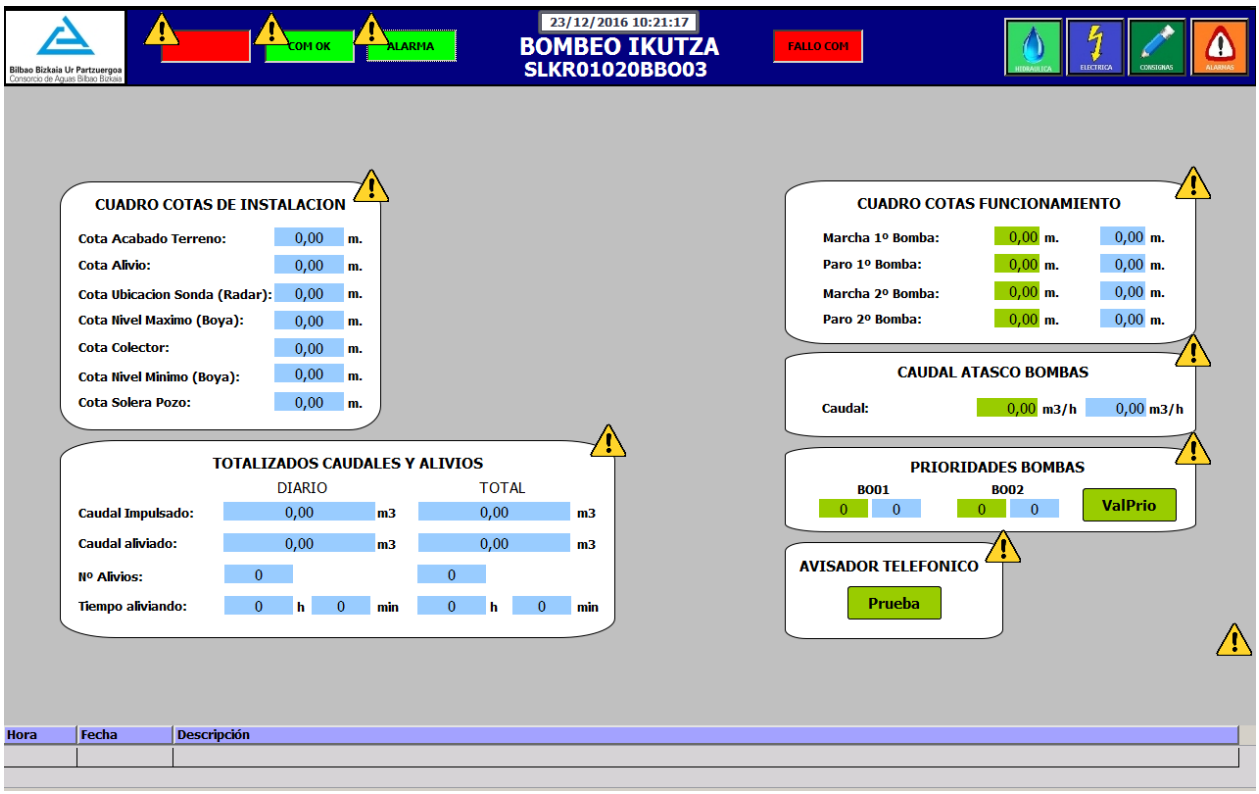
En instalaciones con controladores electrónicos también se desarrollará una pantalla sinóptico para cuando el PLC no está operativo y el HMI comunica directamente con los controladores electrónicos. Esta pantalla será similar a la desarrollado cuando el PLC está operativo, e indicará tanto las señales de los controladores electrónicos, así como indicará las señales que no se pueden representar en este modo de funcionamiento.



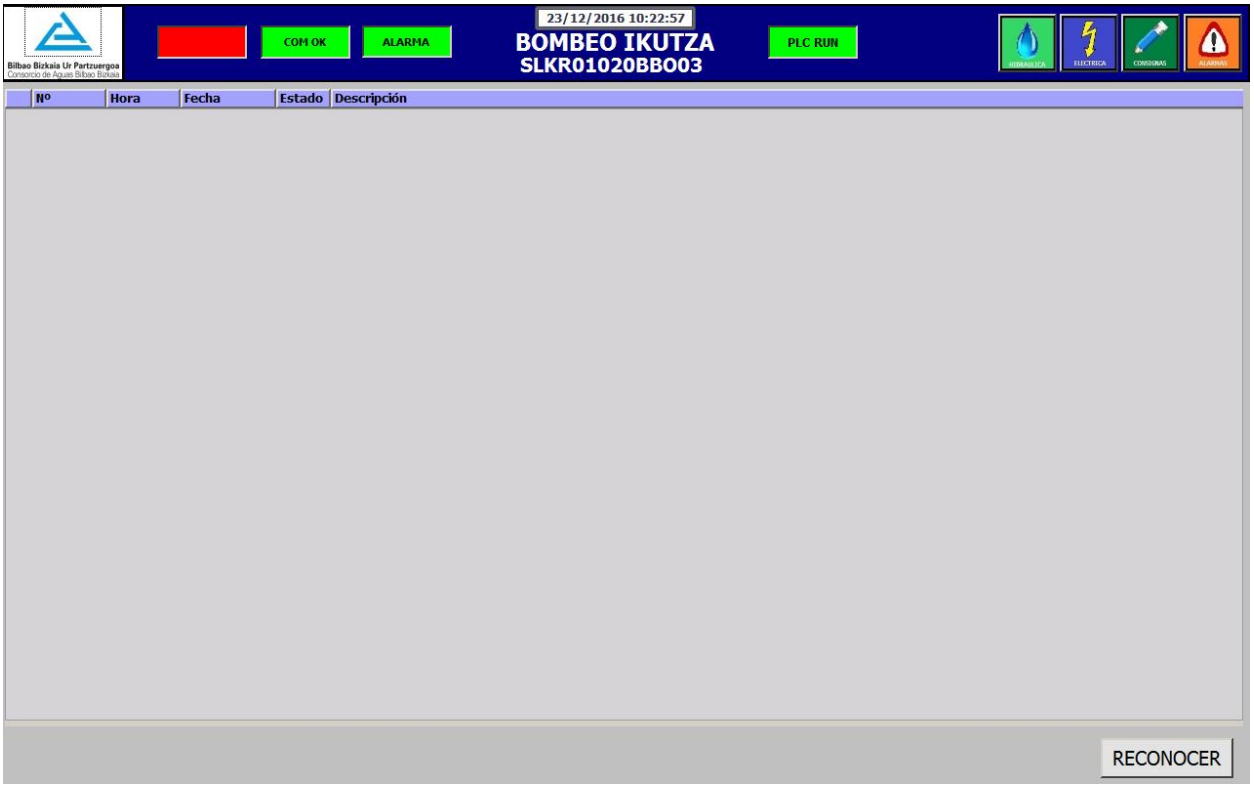
Pantalla tipo **CONSIGNAS**. Se desarrollará una pantalla de este tipo que integre las consignas de funcionamiento. Dependiendo del número de consignas, se verá la necesidad de desarrollar esta pantalla o de integrar estas consignas en la pantalla de sinóptico. A efectos de valoración, como se ha indicado anteriormente, se valorará el desarrollo de una pantalla de este tipo.



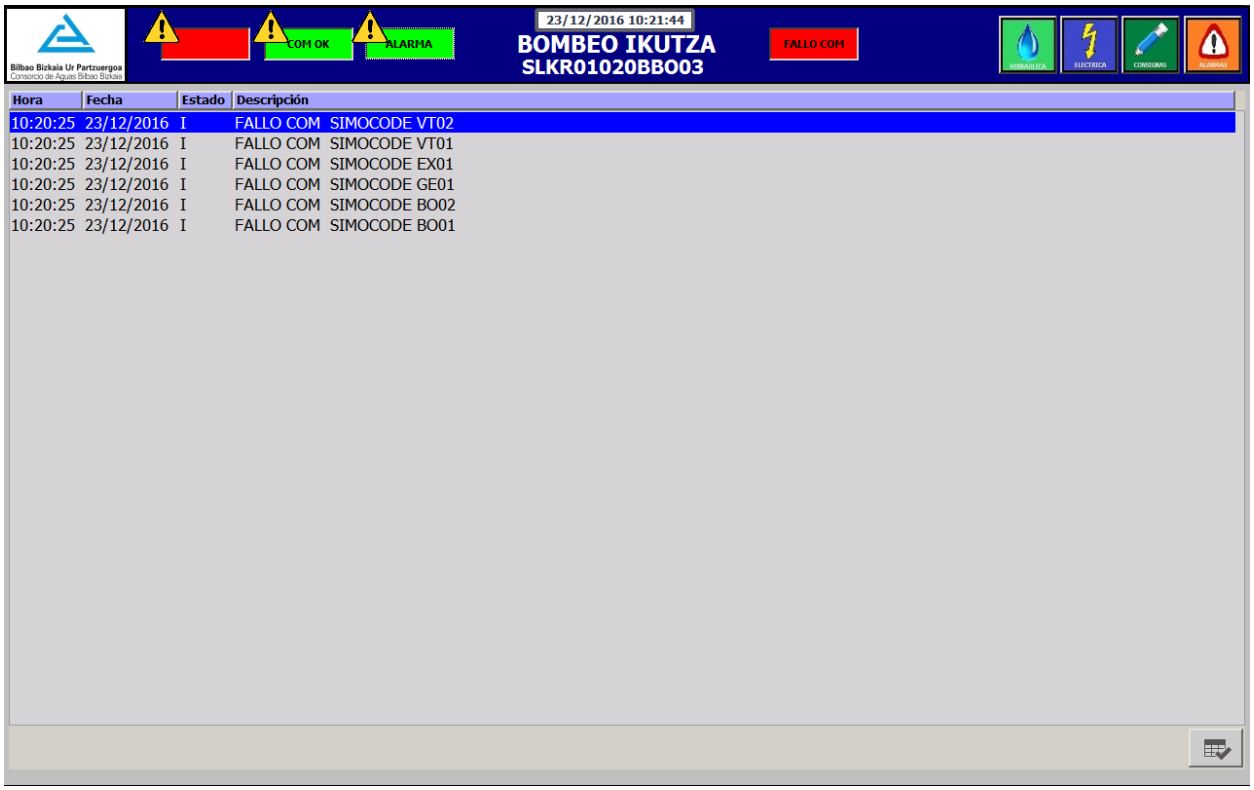
En instalaciones con controladores electrónicos también se desarrollará una pantalla de consignas para cuando el PLC no está operativo y el HMI comunica directamente con los controladores electrónicos. Esta pantalla será similar a la desarrollado cuando el PLC está operativo, e indicará tanto las señales de los controladores electrónicos, así como las señales que no se pueden representar en este modo de funcionamiento.



Pantalla tipo **ALARMAS**. Se desarrollará una pantalla de alarmas dónde se reflejarán cronológicamente todas las alarmas activas, diferenciándose entre alarmas reconocidas y sin reconocer.



En instalaciones con controladores electrónicos también se desarrollará una pantalla de alarmas para cuando el PLC no está operativo y el HMI comunica directamente con los controladores electrónicos. Esta pantalla será similar a la desarrollado cuando el PLC está operativo, e indicará todas las alarmas de los controladores electrónicos.



Pantalla tipo **DETALLE**. A partir de la pantalla sinóptico y haciendo "click" en cada elemento (medida analógica, motores, válvulas...), saldrá una ventana de detalle, tipo "pop up window". En esta ventana se hará una representación en detalle del elemento o equipo en cuestión, animada con indicación de estados. En ella se podrá ver y escribir las consignas, selectores de elección de modo de funcionamiento, alarmas asociadas en texto si están actuadas, ordenes de funcionamiento manual, etc.... Estas pantallas, siempre tendrán la misma estructura para elementos del mismo tipo. El número de pantallas de este tipo a desarrollar será el correspondiente al número de elementos con mando existentes en la instalación.

En instalaciones con controladores electrónicos también se desarrollará una pantalla tipo detalle para cuando el PLC no está operativo y el HMI comunica directamente con los controladores electrónicos. Esta pantalla será similar a la desarrollado cuando el PLC está operativo, y tendrá la funcionalidad necesaria para el mando y visualización de cada equipo con controlador electrónico.

3.15.8.2 Programación SCADA PCC - PCE

Los SCADAs denominados PCE (Puesto de Control Estación: en instalaciones telemandadas tipo EDAR/ETAP) y los PCs (Clientes Wonderware – Intouch View en la EDAR Galindo), son sistemas de supervisión y control generalmente situados en instalaciones grandes con uno o varios CCMs. Generalmente están constituidos por un PC ofimático (de características según lo descrito en el apartado "**3.15.2.6 PCs y Licencias**") que está ubicado en la sala de control de la EDAR/ETAP (o en el caso de la EDAR Galindo en los diferentes Edificios de Control) y su finalidad es la supervisión y control de todos los CCMs de dicho Edificio de control (EDAR Galindo) y del CCM o CCMs de la planta y de las instalaciones asociadas a dicha planta (Bombeos, Aliviaderos…en el caso de EDAR/ETAP).

Los PCEs (Puestos de Control Estación) en funcionamiento normal, el código de control y las comunicaciones (objetos) se ejecutan y guardan en un servidor local. Este servidor lee los datos de los PLCs locales con los drivers de comunicaciones estándares suministrados con el software del SCADA. Paralelamente y con comunicaciones con el Puesto de Control Central, el código de control, las comunicaciones (objetos) y los datos históricos se ejecutan y guardan en un servidor del PCC (AOS a definir + Servidor Historian). Este servidor de objetos (AOS) del PCC, redundante del servidor local, lee de los PLCs Front Ends. Los drivers de comunicaciones utilizados entre los Front Ends y el SCADA serán los estándares suministrados con el software de programación o visualización.

Los PCs de la EDAR Galindo (Clientes Wonderware – Intouch View) en funcionamiento normal (con comunicaciones con el puesto de control central - PCC) el código de control, las comunicaciones (objetos) y los datos históricos se ejecutan y guardan en una serie de servidores en el puesto de control central (AOS redundantes + Servidor Historian), y estos PCs (Clientes Wonderware – Intouch View) se "alimentan" de estos servidores para realizar las funciones de visualización y control de las instalaciones. Los drivers de comunicaciones utilizados entre los los PLCs de la EDAR Galindo y el SCADA serán los estándares suministrados con el software de programación o visualización.

A la hora de integrar en el sistema una instalación nueva, todo el desarrollo se realiza en la infraestructura del puesto de control central, y en la instalación simplemente se despliega la parte de navegación, visualización y control de la instalación en cuestión.

El SCADA central denominado PCC (Puesto de Control Central) está compuesto por varios servidores (Servidores de objetos AOS, Servidores de datos históricos, servidor Web…), lo cuales conforman el sistema de supervisión y control de los puestos de control centrales (Redes

Abastecimiento/ Redes Saneamiento/EDAR Galindo/ETAP Venta Alta). El objetivo final de estos sistemas de supervisión y control es el de controlar de manera centralizada todas las instalaciones del CABB/BBUP. El software instalado en estos servidores es parte del System Platform 2014 R2 de Wonderware. El trabajo a realizar consistirá en integrar la nueva instalación o instalaciones en la aplicación existente manteniendo criterios y estándares establecidos por el CABB/BBUP (pantallas, colores, criterios de operación...). Salvo proyectos que así lo requieran, por volumen o por estado de saturación de lo existente (de tamaño, número de variables, licencias...), no se requerirá instalar software ni hardware en los PCCs. Se trabajará sobre lo existente.

Para acometer los trabajos se requerirá como mínimo ser integrador certificado de Wonderware

La aplicación SCADA del PCC, constituida por una solución de Wonderware, se estructura básicamente en:

- **Wonderware InTouch HMI 2014 R2 (v11.1)**, interfaz hombre máquina para labores de operación.
- **Wonderware Application Server 2014 R2 (v4.1)**, software encargado del control y ejecución de código (objetos).
- **Wonderware Historian Server 2014 R2 (v11.6)**, servidor de datos históricos.
- **Wonderware Historian Client 2014 R2 (v10.6)**, cliente para la explotación de datos históricos.
- **Wonderware Information Server 2014 R2 (v5.6)**, para el almacenamiento y explotación de informes.

La aplicación SCADA del PCC es la encargada de la supervisión y control a distancia de todas las estaciones remotas.

La arquitectura del sistema soporta una estructura modular de manera que cada una de las tareas es ejecutada como proceso independiente, pero a la vez se intercambian datos con una zona de memoria común.

El SCADA además soporta una estructura cliente – servidor. En el servidor se ejecutan tareas de comunicación, adquisición de datos, scripting... El cliente lee los datos del servidor.

El SCADA es un sistema distribuido, es decir, la aplicación se distribuye en varios servidores, lo que posibilita la gestión de una gran aplicación. En la aplicación actual existen dos servidores de Objetos y un servidor de históricos.

La aplicación soporta varios clientes pesados y varios clientes ligeros. Los clientes disponen de varios monitores aumentando la productividad al permitir la visualización de varias pantallas al mismo tiempo.

Previamente a la programación y desarrollo de la aplicación SCADA el adjudicatario deberá reunirse con las personas encargadas del mantenimiento de la aplicación existente. Estas personas suministrarán las librerías y estándares a utilizar. También se encargarán de dar el visto bueno a las nuevas plantillas (objetos), Archestra Grafics…generados para la nueva instalación.

La entrega de un programa o unas librerías estándares de programación y pantallas de ejemplo por parte del CABB/BBUP, no eximirá al adjudicatario de tener que realizar sobre las mismas todas las modificaciones que sean necesarias para lograr el funcionamiento correcto de la instalación, aunque se intentará generar el mínimo posible de librerías nuevas.

Previamente a la programación y desarrollo de la aplicación SCADA se deberán realizar unos bocetos de todas las pantallas de que conste dicha aplicación. Estos bocetos se deberán realizar obligatoriamente con las herramientas de diseño de que dispone el paquete SCADA (WAS, Intouch...). Estas pantallas deber ser imágenes estáticas reales de las futuras pantallas a implementar, no admitiéndose otro tipo de esquemas o dibujos representativos similares que no estén hechos por el propio SCADA. Estas pantallas se entregarán impresas a todo color en papel o en soporte informático (a petición de la dirección de obra) para aprobación previa del CABB/BBUP. Sobre dichas pantallas a todo color el CABB/BBUP marcará aquellos elementos o representaciones que no se ajusten a su criterio, debiéndose rehacer un nuevo boceto recogiendo los cambios comentados. Este proceso se realizará tantas veces como sea necesario hasta la aprobación definitiva por CABB/BBUP de los bocetos de todas las pantallas.

Además de las pantallas, se realizarán unos mapeados de SCADA (Excel) en los cuales se indique la parametrización que se va a realizar en cada uno de los objetos a instalar para la supervisión y control de la instalación. Este documento debe ser revisado y aprobado por CABB/BBUP antes de realizar la programación definitiva de los objetos. En este mapeado se deberá rellenar información relativa a cada una de las señales tratadas por el SCADA (Su descripción, tag del driver de comunicaciones, dirección del PLC, nombre del template de los objetos, nombre del objeto, que datos son historizados y sus unidades de ingeniería, nombre de la instalación…)

Una vez aprobadas las pantallas y los mapeados se procederá a la animación y demás programación asociada, partiendo siempre de las pantallas estáticas reales finalmente aprobadas.

Informes

Para el caso del PCC el trabajo a realizar será integrar las variables de la nueva estación en los informes ya existentes diseñados por el departamento de explotación.

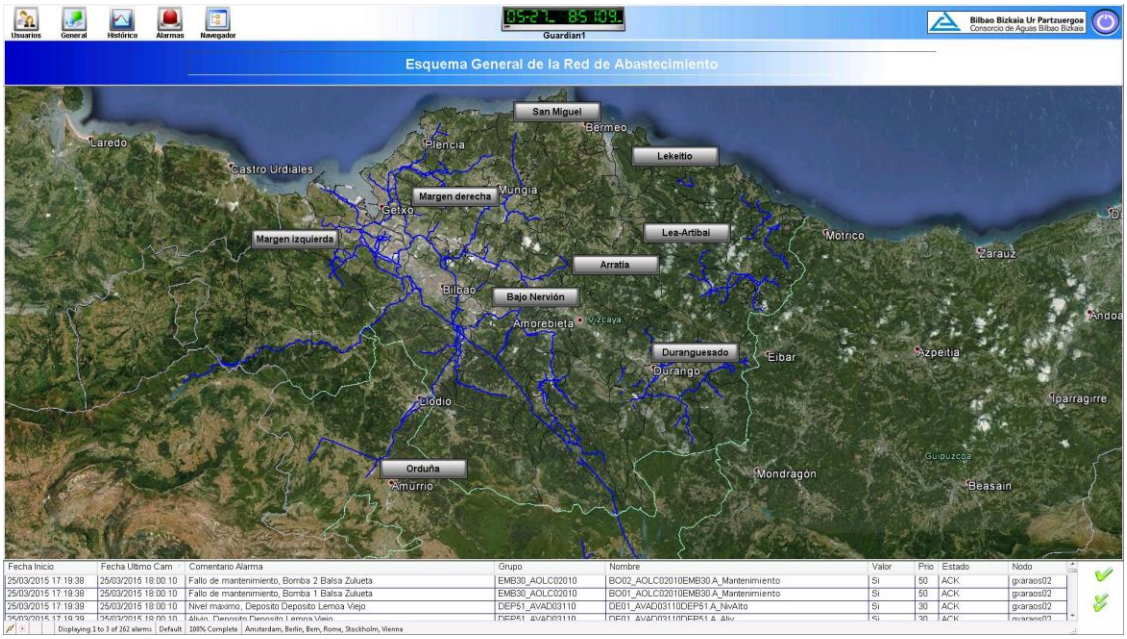
Impresión

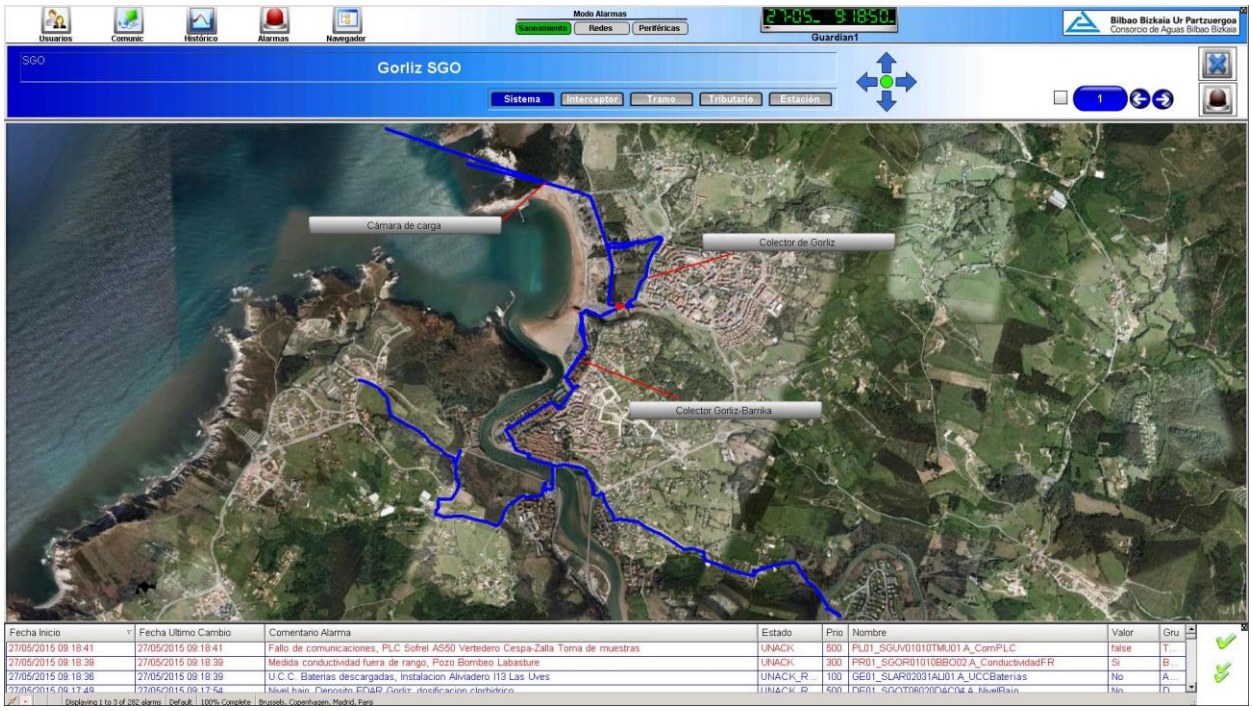
Se tendrá especial cuidado en el diseño de la información a imprimir, pensando que los colores buenos para las pantallas no son los adecuados para la impresora y viceversa. En todo momento se tendrá la opción de imprimir aquella pantalla que se esté visualizando en la aplicación (sinópticos, históricos, informes, etc.)

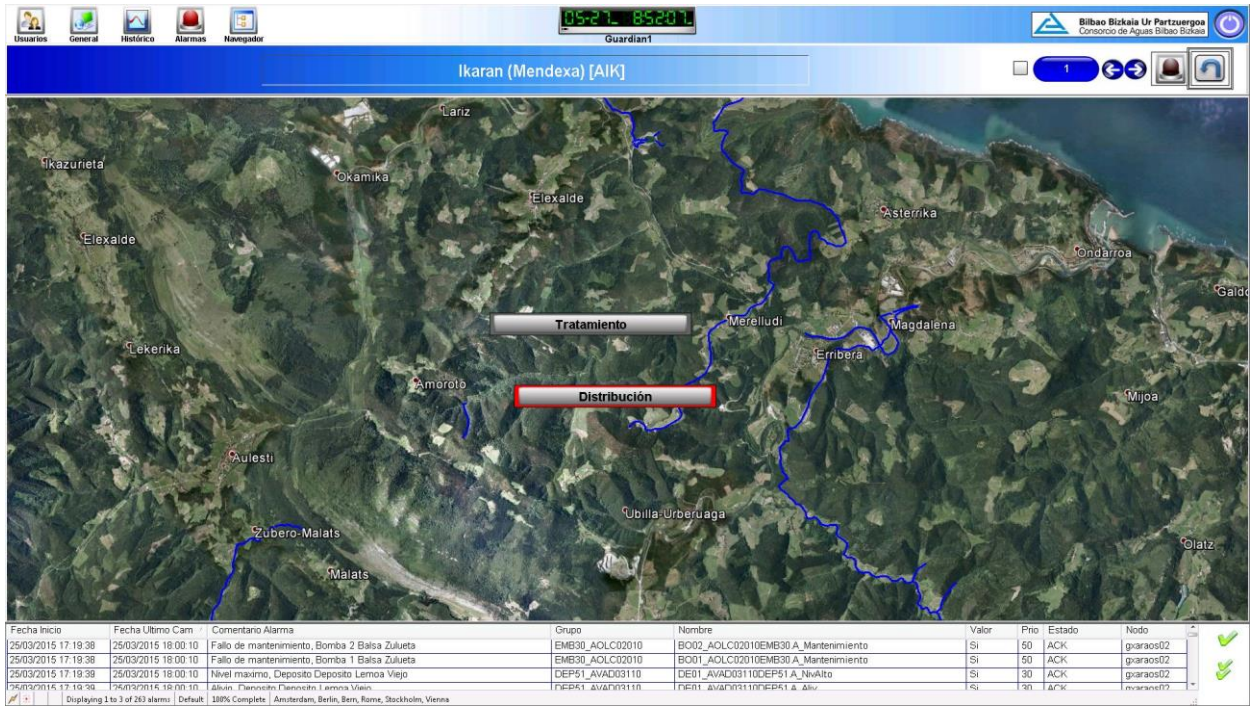
Pantallas a desarrollar

La aplicación final desarrollada deberá contener como mínimo los siguientes tipos de pantallas:

Pantallas tipo **MAPA GEOGRÁFICO**. En ella se representa un esquema general de la red (Saneamiento o Abastecimiento) y permite hacer zoom en las diferentes zonas hasta llegar a una estación concreta. Se deberá integrar la nueva estación en dichos mapas geográficos.

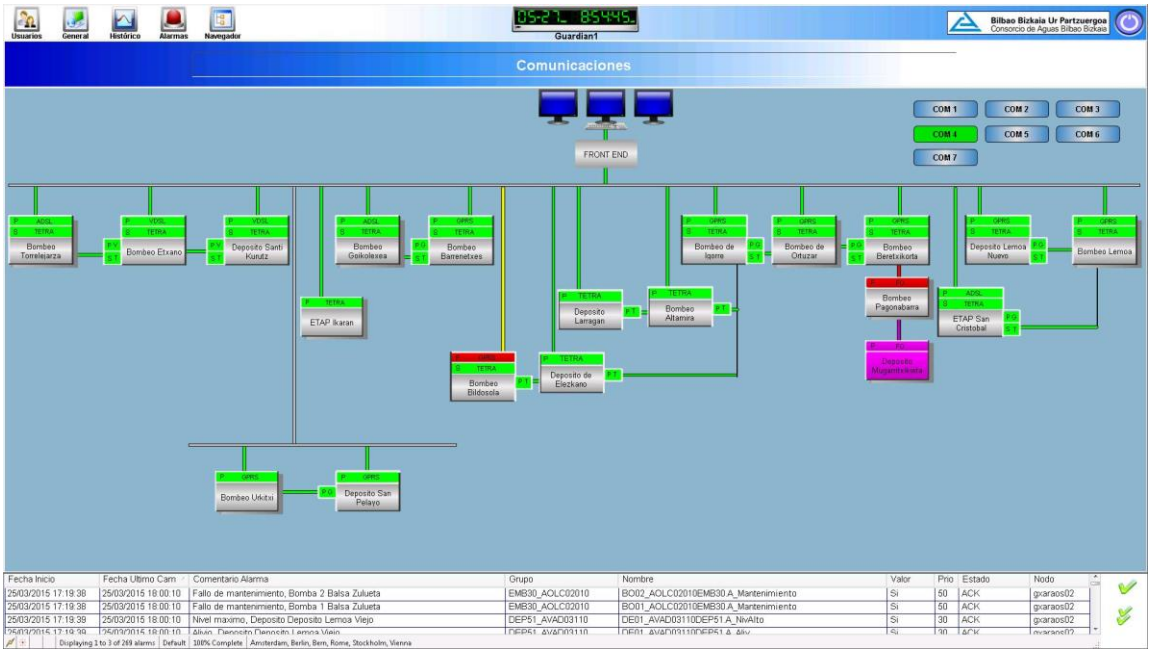



Usuarios
Comunic
Histórico
Alarmas
Navegador
Modo Alarmas
Saneamiento
Redes
Periféricas
Guardian1
Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa
Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia
SGO
Gorliz SGO
Sistema
Interceptor
Tramo
Tributario
Estación
Cámara de carga
Colector de Gorliz
Colector Gorliz-Barrika
Fecha Inicio
Fecha Ultimo Cambio
Comentario Alarma
Estado
Prio
Nombre
Valor
27/05/2015 09:18:41
27/05/2015 09:18:41
Fallo de comunicaciones, PLC Sofrel A550 Vertedero Cespa-Zalla Toma de muestras
UNACK
500
PL01_SGUV01010TMU01A_ComPLC
false
27/05/2015 09:18:39
27/05/2015 09:18:39
Medida conductividad fuera de rango, Pozo Bombeo Labasture
UNACK
300
PR01_SGOR01010BBO02A_ConductividadFR
Si
27/05/2015 09:18:36
27/05/2015 09:18:39
U.C.C. Baterias descargadas, Instalacion Alviadero I13 Las Uves
UNACK_R...
100
GE01_SLAR02031ALI01A_UCCBaterias
No

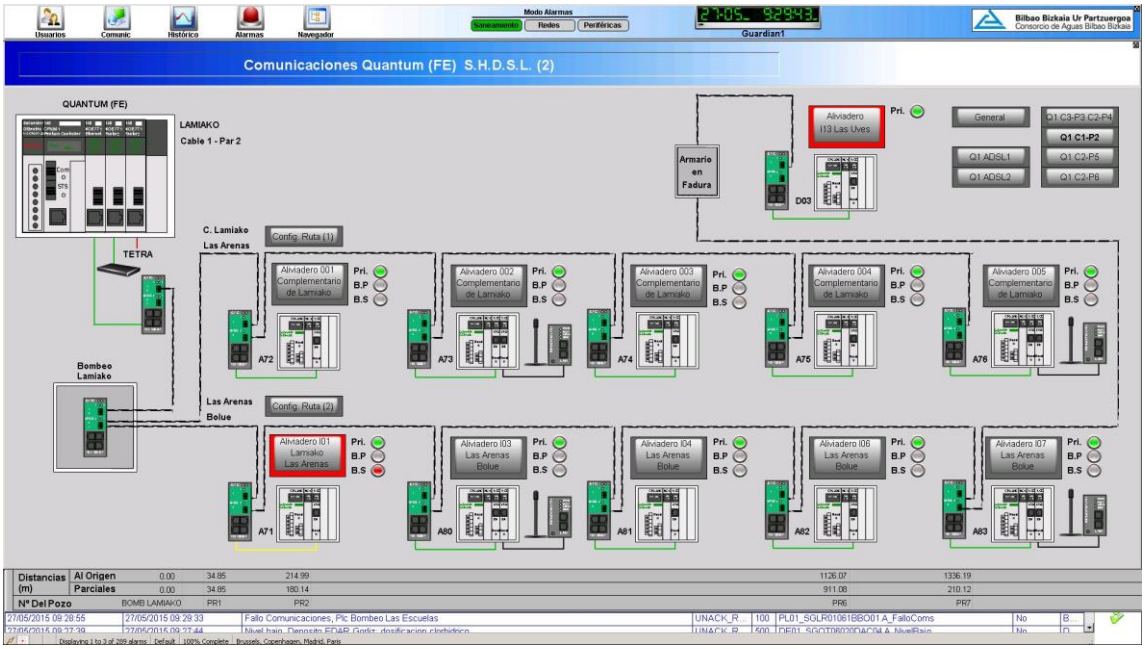

Usuarios
General
Histórico
Alarmas
Navegador
Guardian1
Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa
Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia
Ikaran (Mendexa) [AIK]
Lariz
Ikazurieta
Okamika
Elexalde
Asterrika
Ondarroa
Tratamiento
Merelludi
Magdalena
Erribera
Lekerika
Amoroto
Distribución
Mijoa
Aulesti
Ubilla-Urberuaga
Zubero-Malats
Malats
Olatz
Fecha Inicio
Fecha Ultimo Cam
Comentario Alarma
Grupo
Nombre
Valor
Prio
Estado
Nodo
25/03/2015 17:19:38
25/03/2015 18:00:10
Fallo de mantenimiento, Bomba 2 Balsa Zulueta
EMB30_AOLC02010
BO02_AOLC02010EMB30.A_Mantenimiento
Si
50
ACK
gxaraos02
25/03/2015 17:19:38
25/03/2015 18:00:10
Fallo de mantenimiento, Bomba 1 Balsa Zulueta
EMB30_AOLC02010
BO01_AOLC02010EMB30.A_Mantenimiento
Si
50
ACK
gxaraos02
25/03/2015 17:19:39
25/03/2015 18:00:10
Nivel maximo, Deposito Deposito Lemoa Viejo
DEP51_AVAD03110
DE01_AVAD03110DEP51.A_NivAlto
Si
30
ACK
gxaraos02

Pantalla tipo **COMUNICACIONES**, se integrarán las comunicaciones de la nueva estación en las pantallas existentes de este tipo o se generará una nueva en caso de ser necesario. En ella se reflejará el tipo de comunicación de la instalación con el PCC y su estado (activa o no).

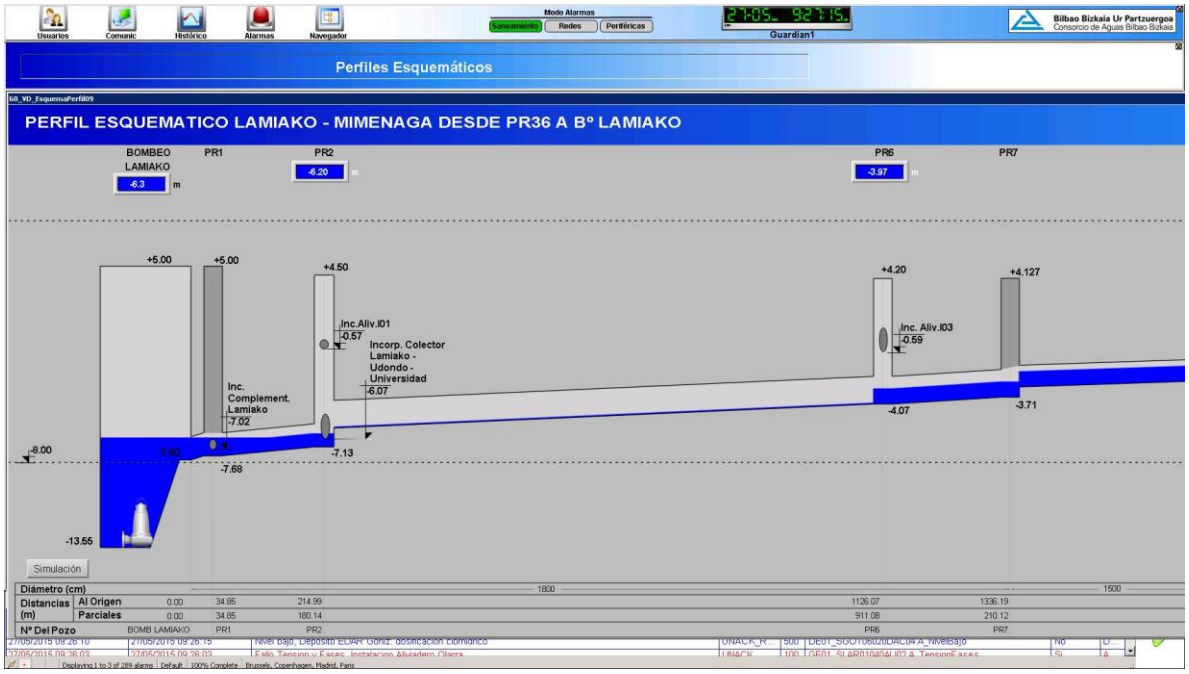
Abastecimiento

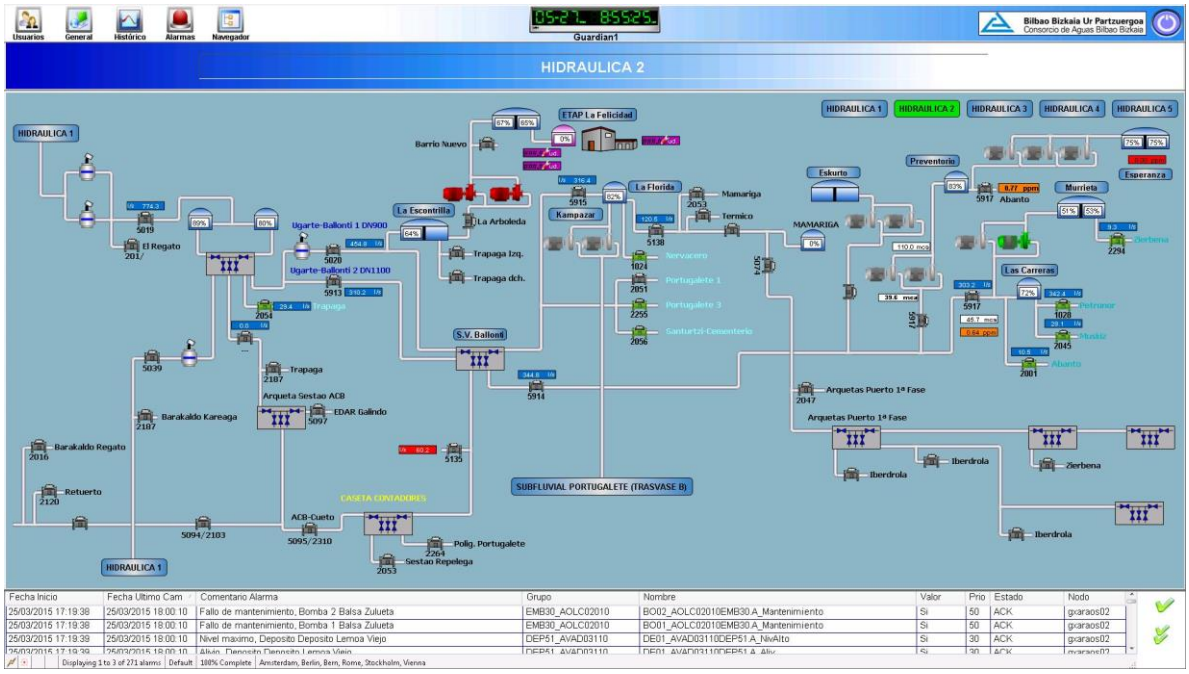


Saneamiento

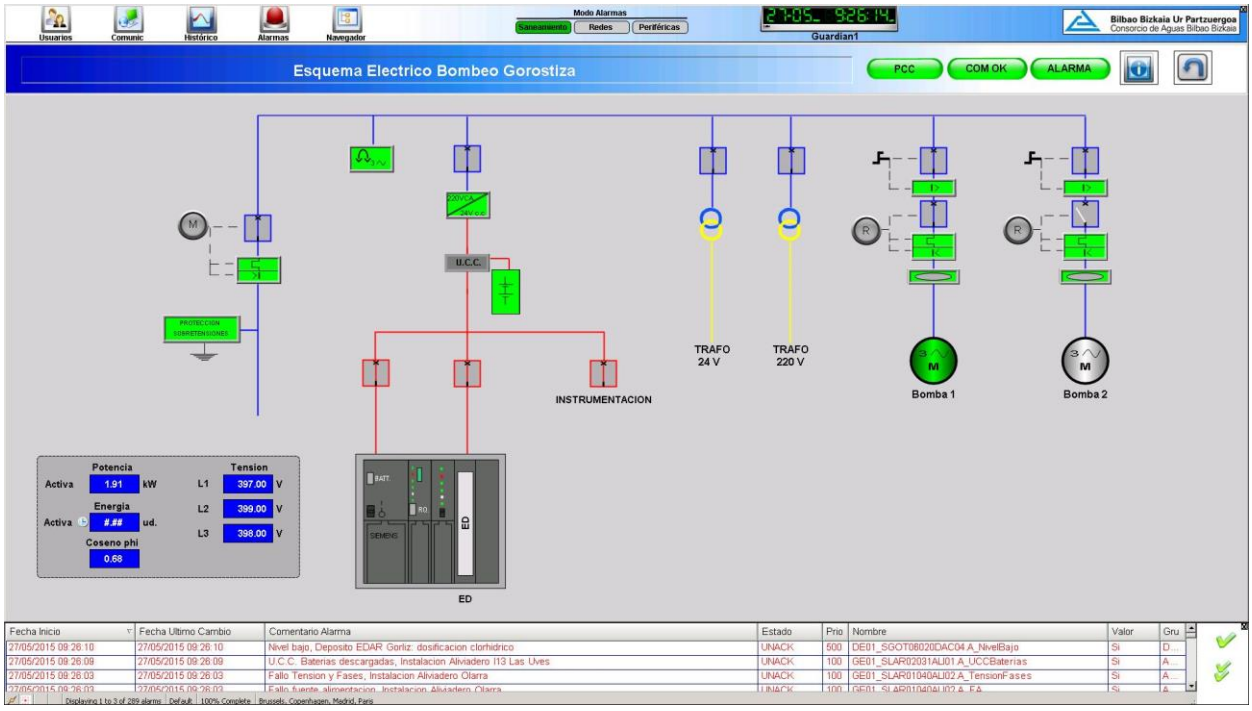


Pantalla tipo **PERFIL** (Saneamiento) o **TRAMO** (Abastecimiento), se integrará la nueva estación en las pantallas existentes de este tipo o se generará una nueva en caso de ser necesario. En ella se reflejará el recorrido del agua desde un punto origen hasta un punto destino, mostrándose los datos de proceso (niveles, caudales…) más relevantes de dicho tramo.

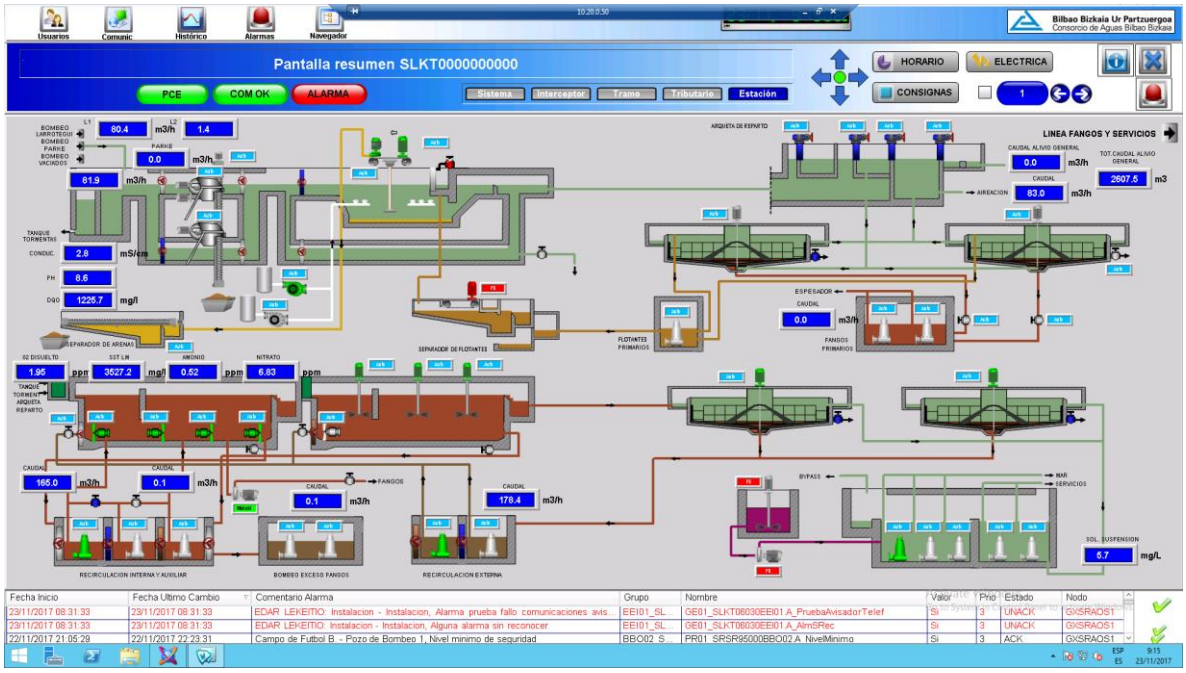


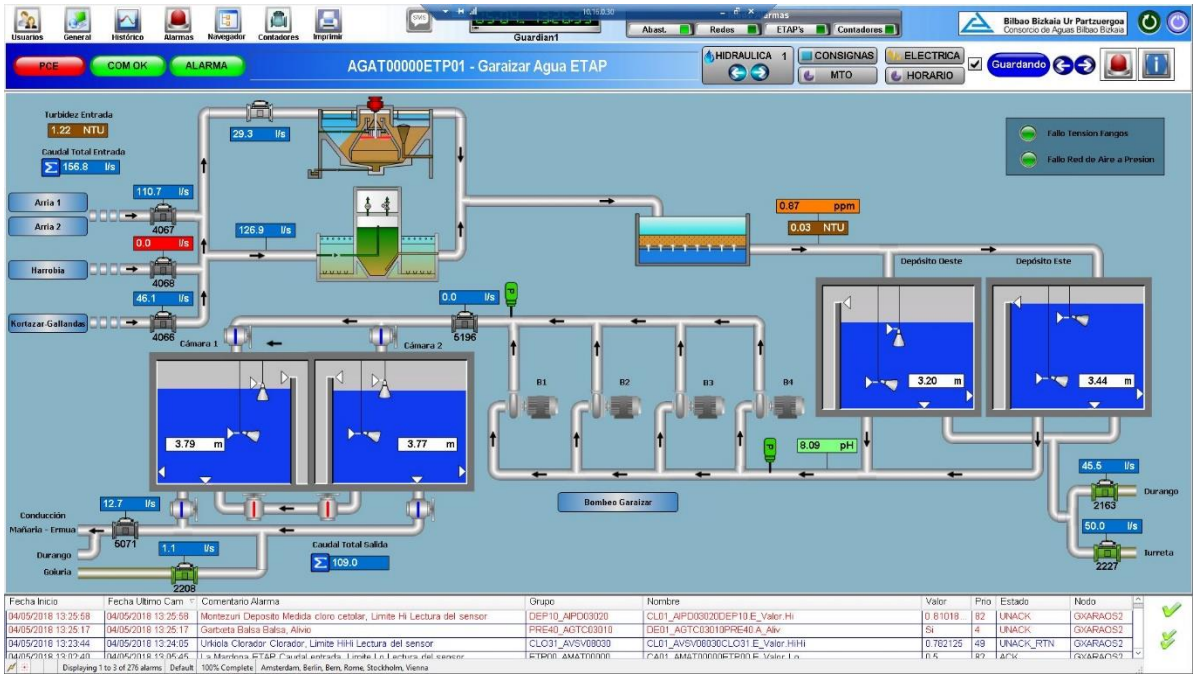


Pantalla tipo **ESQUEMA ELÉCTRICO**, se realizará como mínimo una pantalla que reflejará el esquema unifilar eléctrico de la instalación mediante simbología eléctrica normalizada, serán animadas y desde ellas se podrán ejecutar órdenes de rearmes (interruptores magnetotérmicos, relés diferenciales, etc..). Deberá incluir también un pequeño esquema del chasis de PLC conteniendo todas las tarjetas de entradas/salidas y comunicaciones. En ella se hará un diagnóstico dinámico del estado de dichos elementos.



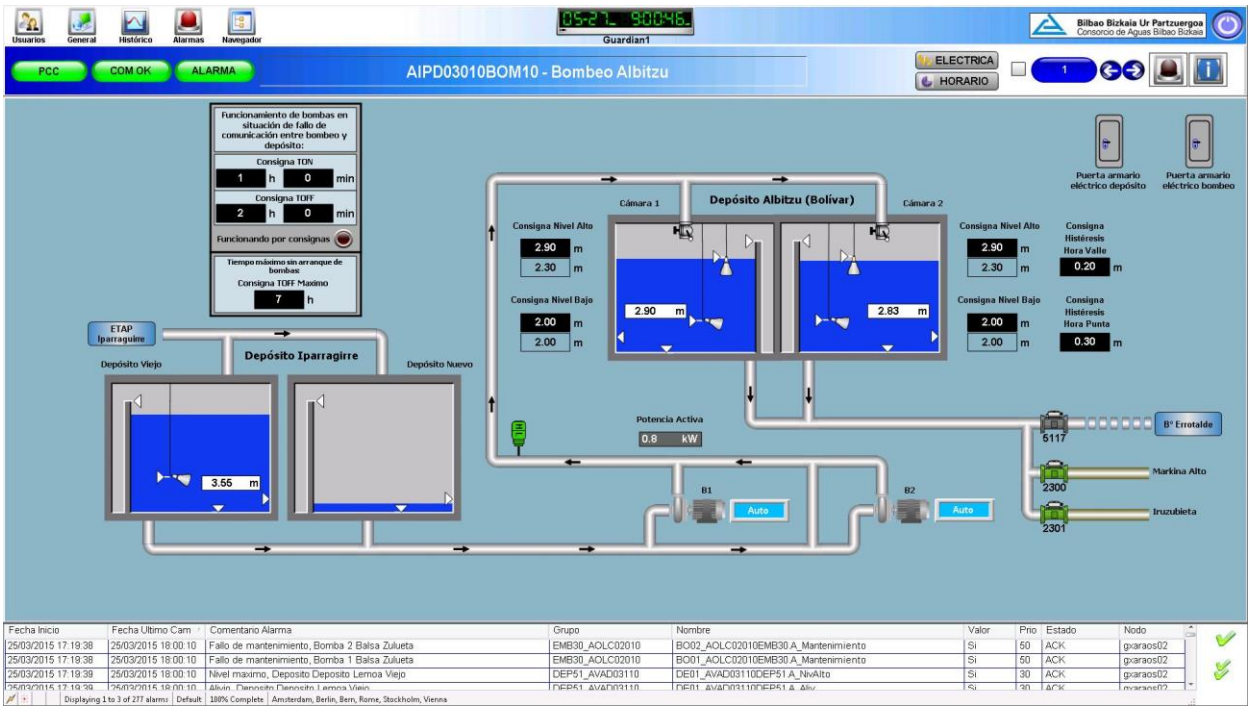
Pantalla tipo **RESUMEN ESTACIÓN**, para aquellas estaciones grandes se realizará una única pantalla desde la cual se tenga una visión global del sistema completo (ETAP/EDAR con Bombeos y Aliviaderos asociados). En ella aparecerán las señales analógicas más representativas (caudal entrada, caudal salida, pH, etc) y el estado (marcha, paro, etc) de los equipos más importantes. Se trata de una pantalla de visualización, no de operación.

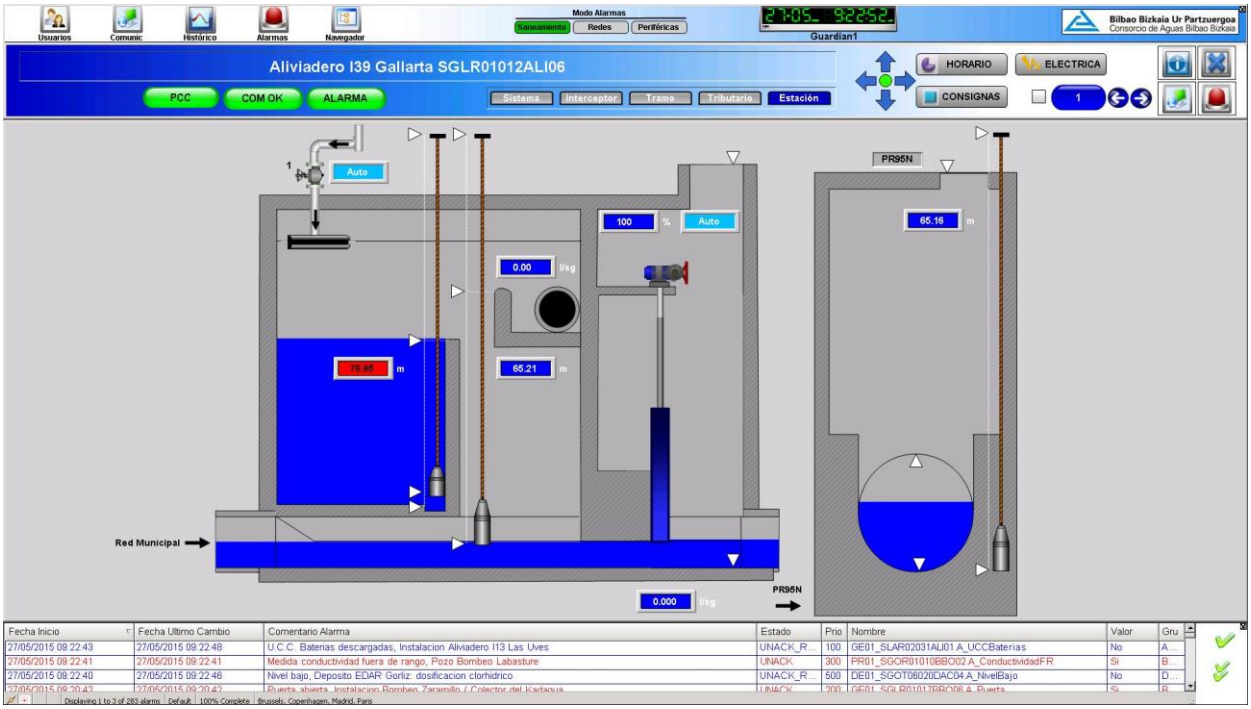


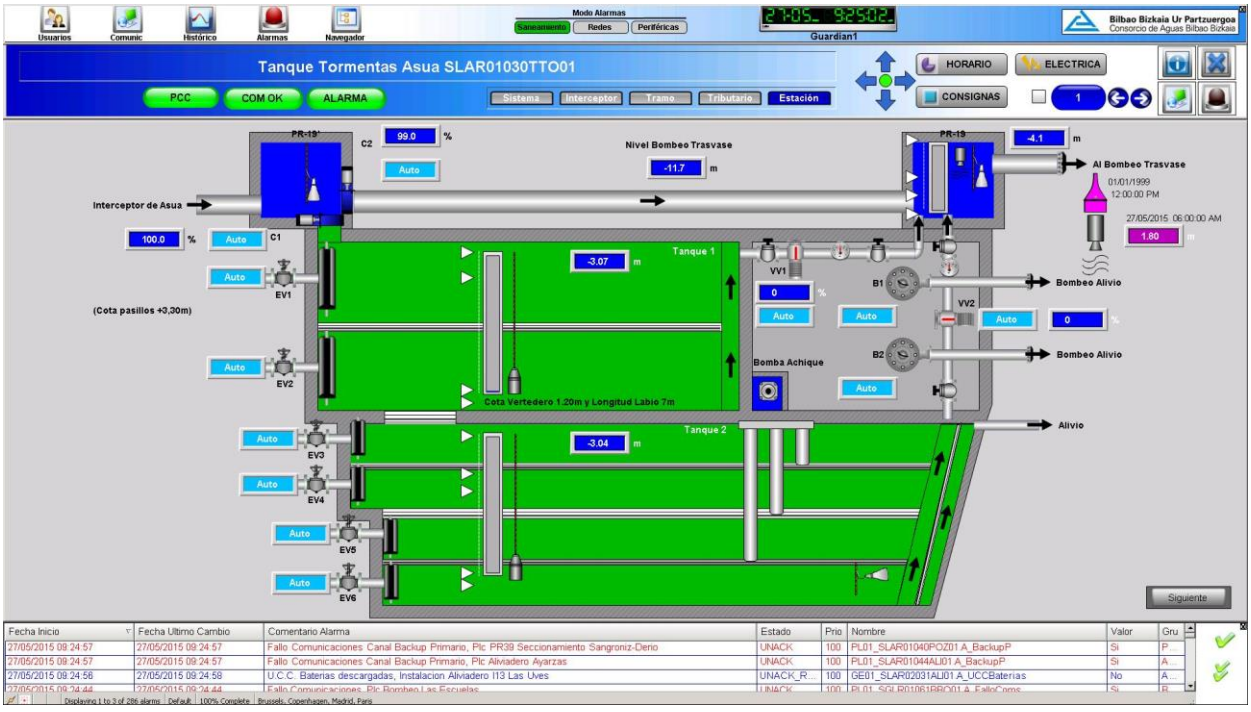


Pantalla tipo **SINÓPTICO**, se realizará una por cada zona distinta de proceso de la instalación. Si se tratase de un bombeo/aliviadero se valorará la ejecución de una (1) pantalla de este tipo a integrar en la aplicación existente.

Las pantallas sinóptico albergarán de forma dinámica la totalidad de elementos (boyas, presostatos...), equipos (bombas, válvulas...) e instrumentación (niveles pozos, caudalímetros...), y también reflejarán datos generales como el modo de funcionamiento M-0-A. A través de estas pantallas sinóptico y haciendo "click" sobre los distintos elementos que la componen se accederá a unas pantallas de menor entidad que denominaremos pantallas de detalle.

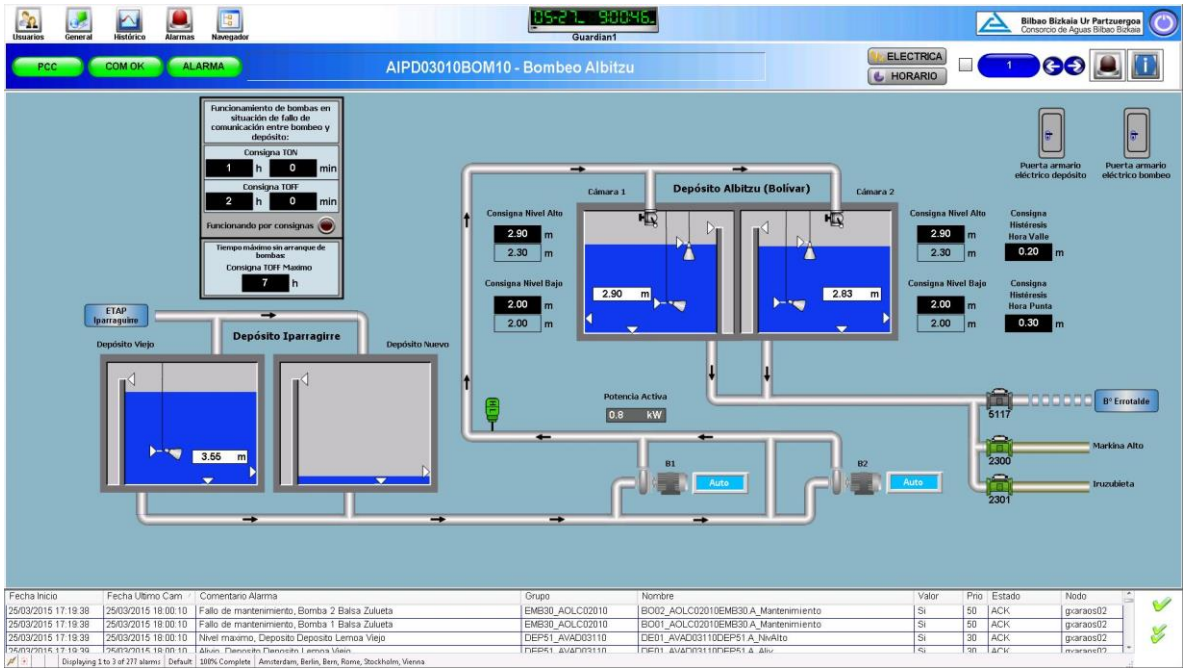



Aliviadero I39 Gallarta SGLR01012ALI06
PCC
COM OK
ALARMA
HORARIO
ELECTRICA
CONSIGNAS
Red Municipal
PR95N
Fecha Inicio
Fecha Ultimo Cambio
Comentario Alarma
Estado
Prio
Nombre
Valor

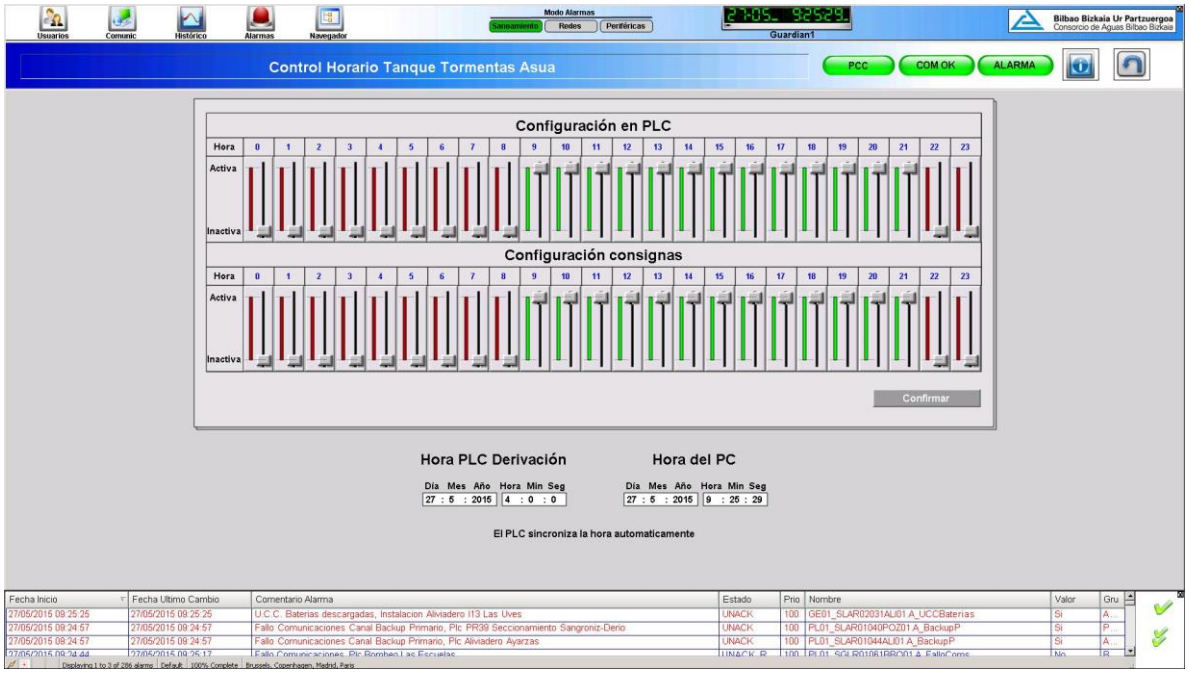

Tanque Tormentas Asua SLAR01030TTO01
PCC
COM OK
ALARMA
HORARIO
ELECTRICA
CONSIGNAS
Interceptor de Asua
Nivel Bombeo Trasvase
Al Bombeo Trasvase
Tanque 1
Tanque 2
Bombeo Alivio
Bomba Achique
Alivio
Cota Vertedero 1.20m y Longitud Labio 7m
Siguiente
Fecha Inicio
Fecha Ultimo Cambio
Comentario Alarma
Estado
Prio
Nombre
Valor

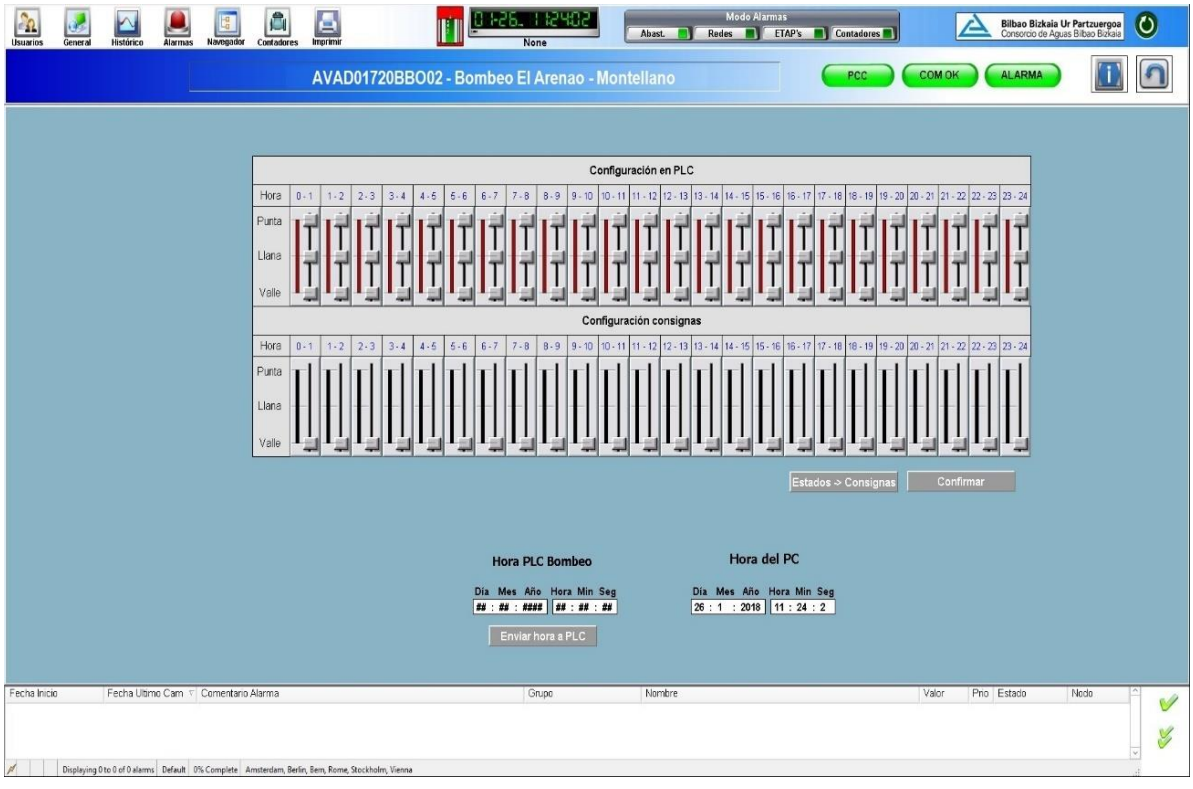
Pantalla tipo **CONSIGNAS**, se desarrollará una pantalla de este tipo que integre las consignas de funcionamiento. Dependiendo del número de consignas, se verá la necesidad de desarrollar esta pantalla o de integrar estas consignas en la pantalla de sinóptico.

Consignas integradas en sinóptico

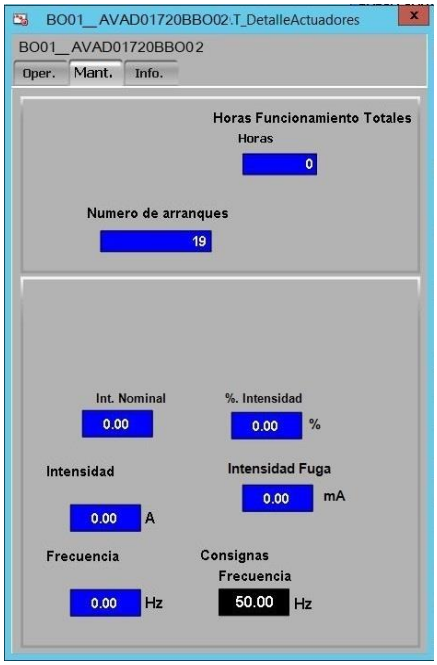


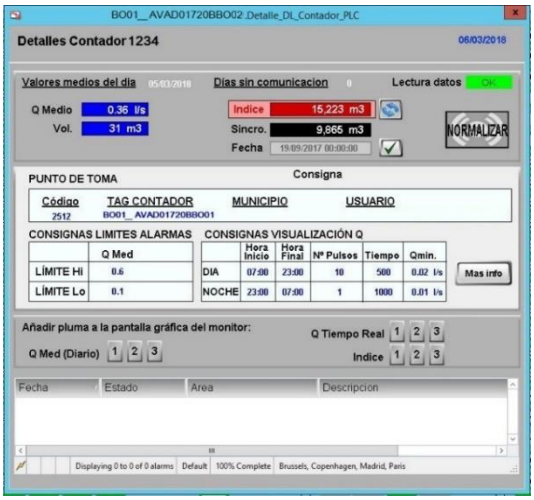
Pantalla tipo **CONTROL HORARIO**, se desarrollará una pantalla de este tipo por cada bombeo en la cual se podrá visualizar el horario de funcionamiento de aquello que se encuentre limitado a una franja horaria. Además en esta pantalla existirá la posibilidad de poner en hora el PLC.





Pantalla tipo **DETALLE**, a partir de la pantalla sinóptico y haciendo "click" en cada elemento (medida analógica, motores, válvulas...), saldrá una ventana de detalle, tipo pop up window. En esta ventana se hará una representación en detalle del elemento o equipo en cuestión, animada con indicación de estados. En ella se podrá ver y escribir las consignas, selectores de elección de modo de funcionamiento, alarmas asociadas en texto si están actuadas, etc.... Estas pantallas, siempre tendrán la misma estructura para elementos del mismo tipo. El número de pantallas de este tipo a desarrollar será el correspondiente al número de elementos con mando existentes en la instalación.

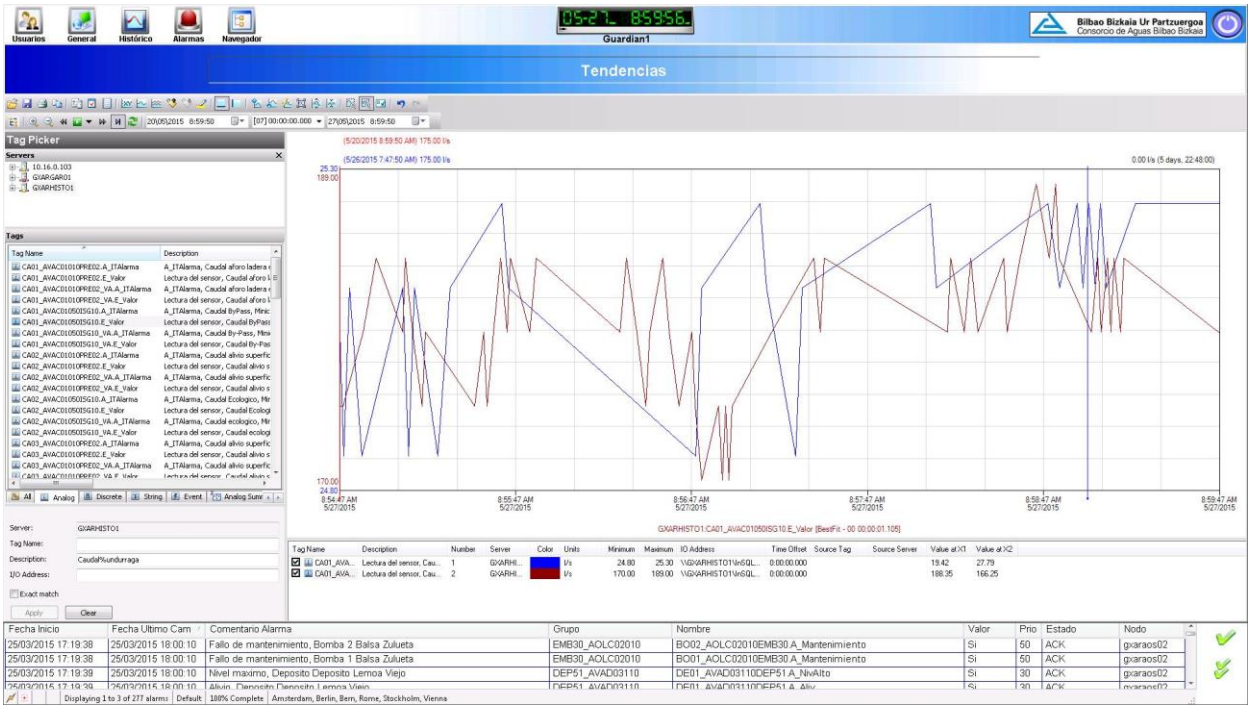




Históricos

Todas las variables analógicas de la nueva estación deberán ser almacenadas en los históricos del PCC. Se archivarán, de forma general, por variación de las mismas. En la aplicación está determinado el periodo máximo de archivo de estas variables que una vez superado se almacena en un sistema back-up. Todas estas variables de la nueva estación deberán almacenarse y guardarse de la misma manera.

Todas las variables analógicas se presentarán en una gráfica como tendencias.



Alarmas y Eventos

Toda señal definida como alarma en la "descripción de funcionamiento" deberá estar representada como tal en el SCADA.

Toda señal analógica tendrá definida cuatro niveles de alarma (HH, H, L, LL).

Los mensajes de alarma y eventos, tanto en tiempo real como históricos, serán visualizados desde pantallas de la aplicación. Existe una pantalla general de alarmas en tiempo real y otra de históricos, dónde se puede realizar un filtrado a través de menús.

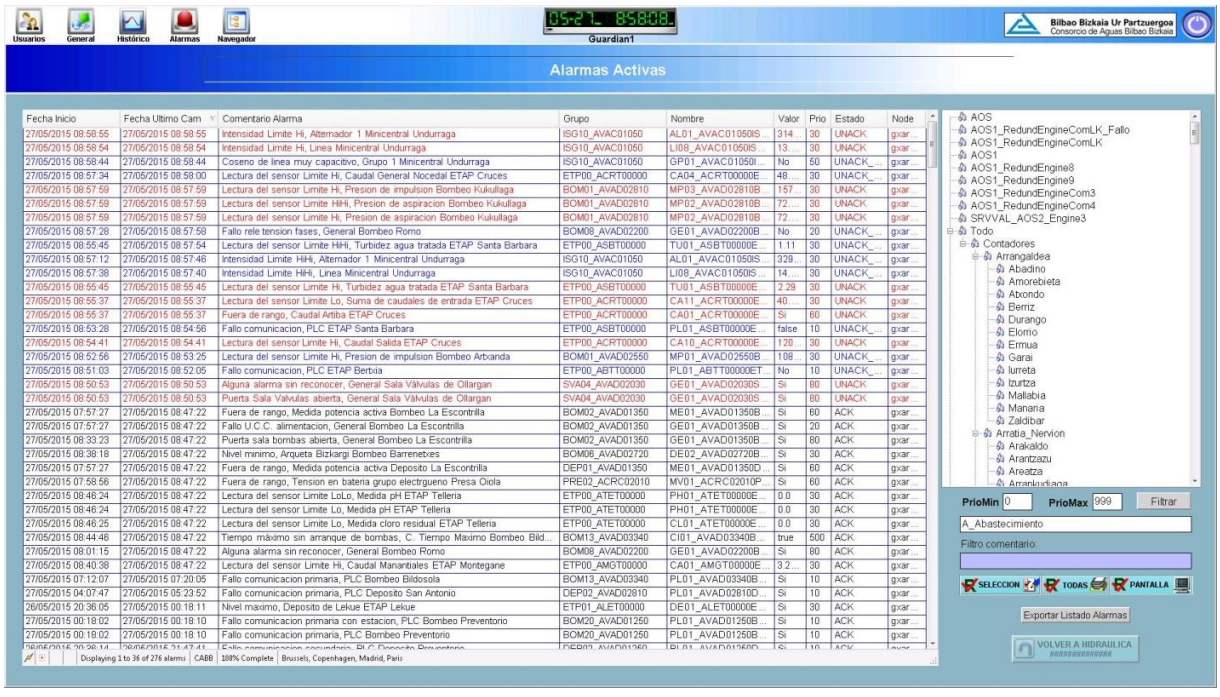
Se debe continuar el tratamiento de las alarmas discriminándose entre activas, reconocidas y sin reconocer.

Se definirán al menos 3 niveles distintos de alarmas según su prioridad. Será tarea del CABB/BBUP definir a qué nivel de prioridad pertenece cada alarma. Desde las pantallas de alarma se habilitará la posibilidad de filtrar las alarmas en función a su prioridad

Todas las alarmas y eventos se almacenarán en una base de datos relacional estándar de mercado (SQL) que es lo que se denomina histórico de alarmas y eventos. En la aplicación está determinado el periodo máximo de archivo de las alarmas y eventos que una vez superado se almacena en un sistema back-up. Todas las alarmas y eventos de la nueva estación deberán almacenarse y guardarse de la misma manera.

La hora y fecha de las alarmas y eventos es impuesta normalmente por el SCADA en el caso de estaciones con comunicación permanente y continua. Puede darse el caso que la estación guarde la fecha y hora de los eventos en estaciones que la comunicación es puntual, por ejemplo Estaciones autónomas con Datalogger.

Se almacena el momento en que una alarma aparece, se reconoce y desaparece.



3.16 CONTROL DE CALIDAD, INSPECCIONES Y PUESTA EN MARCHA

3.16.1 Control de calidad

El suministrador, al comienzo de la obra, deberá realizar un Programa Detallado de Calidad para su aprobación por el CONSORCIO DE AGUAS que deberá incluir los protocolos de pruebas y programas de puntos de inspección (PPIs) a realizar durante el transcurso de la obra.

3.16.2 Inspecciones de acopio y fabricación

El Suministrador obtendrá de su proveedor certificados de las características eléctricas y mecánicas de los aparatos y de los resultados de todos los demás ensayos requeridos por las especificaciones aplicables. Estos certificados estarán a disposición de CONSORCIO DE AGUAS.

Todos los aparatos se comprobarán antes de su montaje según la norma correspondiente.

Durante el proceso de fabricación, montaje y cableado de los equipos, éstos serán sometidos a los controles indicados en el Programa Detallado de Calidad.

3.16.3 Celdas de Alta Tensión

3.16.3.1 Ensayos tipo

Se entregarán certificados emitidos por laboratorios independientes de realización y confirmación de cumplimiento con los ensayos tipo detallados en el apartado 6 de la norma IEC 62271-200, incluyendo como mínimo los siguientes:

- Test de verificación del nivel de aislamiento.
- Prueba de calentamiento en funcionamiento continuo.
- Prueba del circuito de tierra a la corriente de cortocircuito de breve duración.
- Prueba de verificación de capacidad de corte y cierre de los equipos de maniobra.
- Prueba de verificación de operación correcta de elementos de maniobra y partes móviles.
- Verificación del grado de protección.
- Ensayo de arco interno (realizado conforme a las normas IEC 62271-200 tipo IAC A-FL).
- Ensayo de verificación de resistencia de compartimentos contenedores del SF6.
- Ensayo de verificación del nivel de pérdidas del SF6.
- Certificado con las características del SF6 que llevan las celdas.

El Suministrador presentará los certificados tipo de todo el aparellaje incluido en el suministro (interruptores, seccionadores, transformadores de medida, etc) de acuerdo a sus normas correspondientes

3.16.3.2 Ensayos de rutina

Se realizarán en la fábrica del Suministrador, los ensayos y comprobaciones de rutina que se indican a continuación:

- Pruebas de rigidez dieléctrica de los circuitos de AT.
- Pruebas de rigidez dieléctrica de los circuitos de BT auxiliares y de control.
- Medida de resistencia en el circuito principal.
- Comprobación visual, dimensional y de montaje de aparatos.
- Verificación de la correcta operación de los dispositivos mecánicos de los cuadros (enclavamientos, apertura / cierre de aparamenta, etc.).
- Pruebas de funcionamiento de dispositivos de medida, protección, mando y señalización.
- Comprobación del cableado y timbrado al 100 % según esquema y listas.
- Medida de resistencia de aislamiento de los circuitos principales y auxiliares.
- Ensayo de estanqueidad de la cuba de SF6.

3.16.3.3 Pruebas y documentación final

El suministrador configurará las protecciones de acuerdo al tarado, pudiendo realizarse esta programación tanto en fábrica como en obra, dependiendo de la evolución del proyecto.

El suministrador incluirá un curso de formación para manejo y configuración de las protecciones, además de todo el software necesario para los posteriores cambios de configuración.

Este apartado no excluye lo indicado en el apartado **3.16.9 Pruebas, puesta en marcha, recepción provisional y definitiva**.

3.16.4 Transformadores de potencia

3.16.4.1 Ensayos tipo

Ensayos tipos - el fabricante entregará los certificados de ensayos realizados sobre una máquina igual a la solicitada. Se facilitarán copias certificadas de los protocolos

3.16.4.2 Ensayos de rutina

Se realizarán en la fábrica del Suministrador, los ensayos y comprobaciones de rutina que se indican a continuación:

- Ensayo tensión inducida
- Ensayo tensión aplicada
- Medida pérdidas y corriente vacío a tensión nominal y a 1,1 veces la tensión nominal
- Medida resistencia arrollamientos MT y BT
- Medida Ucc y pérdidas debidas a la carga
- Medida relación y control grupo conexión
- Medida descargas parciales
- Informe de las pruebas en castellano

3.16.5 Cuadros de baja tensión

3.16.5.1 Verificaciones de diseño

Se deberán presentar certificados del fabricante original de la realización de las verificaciones de diseño según IEC 61439

3.16.5.2 Verificaciones individuales

Las verificaciones individuales que se deberán incluir en conformidad con la norma IEC 61439 son :

- Comprobación visual del grado de protección (11.2)
- Comprobación visual de las distancias de aislamiento (11.3)
- Comprobación visual de las líneas de fuga (11.3)
- Verificación de la protección contra choque eléctrico e integridad de los circuitos de protección (11.4)
- Comprobación visual de los componentes integrados (11.5)

  Los equipos coincidirán con lo expresado en la documentación, y el material utilizado con el especificado

  - Verificación de la correcta instalación
  - Distribución de columnas y compartimentos.

- Disposición del aparellaje.
- Identificación Referencias de aparatos.
- Marcado de fases alimentación
- Marcado de fases salidas
- Conductores y colores utilizados

- Verificación por muestreo de las conexiones eléctricas (11.6)
- Comprobación visual de los bornes para los conductores externos (11.7)
- Verificación del funcionamiento mecánico (11.8)
    - Elementos mecánicos de mando
    - Enclavamientos
    - Cierres …
- Verificación de las propiedades dieléctricas (11.9)
    - Ensayo a frecuencia industrial en todos los circuitos durante 1 sg, de acuerdo con el apartado 10.9.2 de la norma.
    - Como alternativa a la prueba de tensión aplicada para conjuntos con protección interna asignada hasta 250 A es la verificación de la resistencia de aislamiento. Se puede medir con un equipo de medida de aislamiento a una tensión de al menos 500 Vcc . El resultado es positivo si la resistencia de aislamiento es mayor que 1000 Ω./V
- Comprobación del cableado, comportamiento de empleo y funcional (11.10)
    - Verificación del marcado, etiquetas colocadas (6.1)
    - Verificación de la Información relativa al conjunto (6.2)
    - Control de tensión y secuencia de fases
    - Funcionamiento de los órganos de mando
    - Desconexión de los dispositivos diferenciales por medio del botón de test
    - Pruebas de funcionamiento -Se simularán en la medida de lo posible las condiciones reales de funcionamiento y las eventualidades que pudieran presentarse durante su explotación.

3.16.6 Documentación final de calidad

Antes de la expedición del equipo, el Suministrador pondrá a disposición del CONSORCIO DE AGUAS para comentarios o aprobación, un "dossier" de calidad que deberá incluir lo siguiente:

- Pedido de CONSORCIO DE AGUAS.
- Programa de Puntos de Inspección cumplimentado.
- Carta de cumplimiento del Suministrador con el Pliego y otros documentos contractuales.
- Certificados de Calidad cuando sean requeridos.
- Protocolos de ensayos en fábrica.

3.16.7 Comprobación a la salida de fábrica

- Revisión del Dossier de calidad.
- Las partes sueltas estarán bien empaquetadas y protegidas contra la herrumbre y rotura, identificadas y sujetas de forma segura.
- Revisión de embalajes, listas de envío y contenido de bultos.
- Comprobación del cumplimiento de las instrucciones de transporte.

3.16.8 Comprobación a la recepción en almacén de obra

El Suministrador deberá indicar en las Instrucciones de Transporte las comprobaciones que haya que realizar a la recepción de los equipos en el almacén de obra para asegurar que los equipos y sus componentes no han sufrido daños durante el transporte.

3.16.9 Pruebas, puesta en marcha, recepción provisional y definitiva

El fabricante de cada equipo suministrador proporcionará una relación de las pruebas que considere necesario realizar después de la instalación de los equipos y antes de su puesta en servicio, para comprobar que no han sufrido daños durante su manipulación, almacenamiento y su instalación.

Terminados los montajes mecánicos, eléctrico, electrónico e introducidos los programas de software en todos los sistemas, incluido redes de comunicación, se procederá a efectuar las pruebas y regulaciones de todas las unidades que componen la instalación, para comprobar en vacío si el montaje ha sido adecuado y si se cumplen los cometidos de funcionamiento y operatividad diseñados. A continuación, se realizarán todas las pruebas necesarias para verificar el correcto funcionamiento de la instalación en carga en local.

En especial para las celdas de Alta tensión, y previo a la puesta en marcha de las celdas se deberá realizar el ensayo de frecuencia industrial en campo para la detección de posibles fallos de aislamiento, mediante el sometimiento de las barras a diferentes tensiones a 50Hz.

Se realizarán así mismo los ensayos que sean recomendados por el propio suministrador

Una vez validado el correcto funcionamiento de la instalación en carga y en local, se procederá a realizar las pruebas de funcionamiento para la supervisión y el control de la instalación desde los puestos de control centrales (PCE y PCC), a la vez que se prueban las comunicaciones.

NOTA: En instalaciones pequeñas, y siempre con el consentimiento por parte del CABB/BBUP, se podrá realizar la validación del funcionamiento en local a la vez que se valida el funcionamiento de la supervisión y control desde los puestos de control centrales.

En todas las fases de las pruebas deberá asistir personal representante de la empresa adjudicataria de las obras en las instalaciones afectadas por las pruebas.

Si por cualquier causa imputable al contratista no procediese realizar la recepción, se suspenderá esta y se señalará un plazo prudencial para subsanar y corregir los defectos o fallos en el caso de que fueran fácilmente corregibles. Si los defectos o fallos fueran graves y de trascendencia, se elaborará el informe preceptivo correspondiente que se comunicará al contratista para su cumplimiento obligatorio, o en su caso, para la rescisión del contrato.

El final del periodo de puesta en marcha, tras recibir toda la documentación solicitada, será otorgado por la Dirección de Obra por medio del Acta de Recepción. Durante dicho periodo la Dirección de Obra del Consorcio de Aguas solicitará las exigencias de pruebas necesarias y personal de explotación apoyará la vigilancia de maniobras y verificaciones, sin ninguna responsabilidad y siempre bajo la tutela del Adjudicatario, quien estará obligado a enseñar a utilizar directa o indirectamente el modo de explotación de la instalación al personal del Consorcio, que posteriormente de la Recepción se encargará de la explotación.

Para otorgar la Recepción será condición indispensable la entrega de toda la documentación indicada, cuyo contenido deberá ser aprobado por la Dirección de Obra.

3.17 LEGALIZACION DE LAS INSTALACIONES

Una vez hecho el estudio de clasificación de zonas por una empresa acreditada por ENAC y un técnico homologado y competente, las instalaciones que no estén legalizadas con su nº de expediente de Industria correspondiente, habrá que legalizarlas, realizando lo siguiente:

- Realización/modificación de la memoria técnica o proyecto eléctrico, lo que corresponda.
- Certificado de instalación, certificado de dirección de obra e informe favorable de la OCA si procede.
- Visado de los documentos anteriores en el Colegio Oficial correspondiente y presentación en la Oficina Territorial de Industria de Bizkaia para su legalización.

3.18 DOCUMENTACIÓN

Toda esta documentación se deberá elaborar siguiendo las especificaciones y los estándares entregados en las diferentes fases de la obra y teniendo en cuenta el ejemplo de construcción de tags entregado.

En general la documentación cumplirá con lo siguiente:

3.18.1 Esquemas eléctricos. Criterios de representación y elaboración

3.18.1.1 Normativa

La normativa a aplicar será la siguiente:

- UNE-EN 61.082-1 Preparación de documentos utilizados en electrotecnia.
- UNE-EN 81.346 Sistemas industriales, instalaciones y equipos y productos industriales. Principios de estructuración y designación de referencias
- UNE-EN 60.617 Símbolos gráficos para esquemas

3.18.1.2 Criterios particulares de representación

Además de lo indicado en la normativa del apartado anterior, los criterios particulares de representación de los esquemas eléctricos serán los siguientes:

Condiciones de representación de los esquemas

- Todos los circuitos sin tensión de alimentación.
- Todos los equipos sin alimentación y sobre “balda”
- Todos los accionamientos en posición intermedia
- Pulsadores de mando sin actuar
- Interruptores abiertos
- Relés diferenciales rearmados
- Pulsadores de emergencia desenclavados

- Presostatos sin presión
- Boyas de nivel sin nivel
- Pozos y depósitos sin agua
- Las denominaciones de función de PLCs (ED, SD) corresponden a señal activada con valor a "1"

Para cada accionamiento se definen los siguientes tipos de esquemas desarrollados:

- Esquema trifilar de fuerza y mando (se deberá desarrollar preferiblemente en una única hoja)
- Esquema desarrollado entradas analógicas (si procede)
- Esquema desarrollado salidas analógicas (si procede)
- Esquema desarrollado entradas digitales
- Esquema desarrollado salidas digitales

Se deben representar todos los contactos de los aparatos o relés, aunque no se utilicen.

Cada aparato o relé solamente puede figurar en una hoja, las representaciones en las diferentes hojas se harán con referencias cruzadas que indicarán el nº de hoja y columna.

Simbología de elementos

La simbología de elementos está compuesta por números y letras. Los números anteriores a las letras indican la página en la que está ubicado el elemento al que se refieren. Las letras definen el tipo de elemento al que se refieren y los números posteriores a las letras señalan la columna en la que se ubica el equipo en la página.

Los tipos de elementos de definen con las siguientes letras:

- D Diferencial y detector
- M Motor
- Q Interruptores
- QK Interruptores guardamotores
- K Relé
- KM Contactor
- L Inductancia

- C Condensadores
- P Aparato indicador, registrador, contador, conmutador horario
- T Toroidales y transformadores
- X Repartidor, carril, enchufes,
- S Pulsadores, interruptores puerta,
- R Resistencia
- H Lámpara
- G Generador, SAI y fuente de alimentación
- F Cortacircuito fusible
- U Convertidor frecuencia, arrancador estático
- V Válvula
- 1.X, 2.X… Borneros

Para la denominación de los equipos de instrumentación o contactos de los mismos se utilizarán las siguientes letras:

- A Análisis
- B Quemador
- C Conductividad eléctrica
- D Densidad
- E Voltaje
- F Flujo
- I Corriente Eléctrica
- J Potencia
- L Nivel
- M Humedad
- P Presión o Vacío
- Q Caudal

- S Velocidad o frecuencia
- T Temperatura
- V Vibración
- W Peso o fuerza
- Z Posición

3.18.1.3 Planos a incluir

La documentación eléctrica a generar y entregar contendrá los siguientes planos:

- Portada (nombre del aliviadero, colector e interceptor, código prisma y número de estación)
- Índice de planos, indicando revisión, fecha y modificación
- Condiciones de representación
- Simbología
- Condiciones de denominación e identificación
- Hoja de características del armario.
- Plano con datos de la estación, indicando las cotas del terreno, ubicación sondas, etc. (hoja estándar del CABB/BBUP)
- Planos a escala del frente de los cuadros eléctricos y de control. Disposición equipos
- Planos unifilares
- Planos de distribución de tensiones de mando
- Planos trifilares de fuerza y mando
- Planos de arquitectura de control
- Planos de frente del PLC
- Planos de distribución de tensiones de control
- Planos desarrollados. Entradas analógicas
- Planos desarrollados. Salidas analógicas
- Planos desarrollados. Entradas digitales
- Planos desarrollados. Salidas digitales
- Planos de interconexión interna y externa.
- Listado de mangueras de cables, indicando tipo cables, sección y longitudes.
- Listado de materiales.

Los esquemas tipo del CABB/BBUP están en el apartado “2 - PLANOS Y DOCUMENTOS”.

3.18.2 Cuadernos de tareas. Criterios de elaboración

A partir del **Cuaderno de tareas tipo** que entregará el CABB/BBUP y previamente a la programación del PLC, se redactará un documento que consistirá en una descripción del funcionamiento de la instalación. Este documento incluirá, en este orden:

- Un índice y una tabla de control de versiones.
- Un listado de elementos que intervienen en la instalación (motores e instrumentación).
- Un listado de los sistemas M-0-A que dispone la instalación.
- Entradas físicas: Un listado completo de entradas conectadas directamente al PLC de la instalación conteniendo la dirección y una descripción de la misma.
- Entradas Comunicadas: Un listado completo de entradas obtenidas a través de comunicaciones de equipos de periféricos al PLC (Simocodes, TesysT, Variadores,) conteniendo la dirección y una descripción de la misma.
- Variable de entrada: Un listado completo de señales de órdenes obtenidas de los sistemas de supervisión y control, conteniendo la dirección y una descripción de la misma.
- Salidas físicas: Un listado completo de salidas conectadas directamente al PLC de la instalación conteniendo la dirección y una descripción de la misma.
- Salidas Comunicadas: Un listado completo de salidas actuadas a través de comunicaciones de equipos de periféricos al PLC (Simocodes, TesysT, Variadores,) conteniendo la dirección y una descripción de la misma.
- Variables de salida: Un listado completo de señales de estados y alarmas destinados a los sistemas de supervisión y control para ser representados en ellos, conteniendo la dirección y una descripción de la misma.
- DB Usuario: Un listado completo de las diferentes de los valores parametrizables a nivel interno del PLC (rangos de analógicas, cotas de la instalación, intensidades de los motores, tiempos…)
- Una introducción con la memoria descriptiva de la instalación, las coordenadas geográficas y las cotas más representativas de la misma (cotas de las cámaras, cotas de aspiración, cotas de boyas y de sondas, cotas de soleras…).
- Un capítulo de generalidades donde se describen y los detalles generales de la instalación, como:
  - ✓ Las alarmas generales de la instalación y el reconocimiento de las mismas.
  - ✓ Los rearmes generales de la instalación.

- ✓ La gestión del mando y su representación, el modo de funcionamiento de los sistemas (Manual, automático, fuera de servicio), el arranque del PLC, las señales analógicas, el avisador telefónico…
- ✓ Las direcciones IP de todos los equipos con comunicaciones Ethernet.

- Un apartado donde se describen las alarmas propias del hardware de PLC.
- Un apartado donde se describe el funcionamiento de cada uno de los equipos que componen la instalación. Incluyendo:
  - ✓ Enclavamientos. Elementos que impiden la marcha de un equipo en cualquier circunstancia, tanto en manual como en automático.
  - ✓ Alarmas. Son anomalías propias del equipo, y otras generales de la instalación, que deben ser señalizadas en el SCADA. (Ej: Disparo protección diferencial Bomba).
  - ✓ Rearmes
  - ✓ Señalización
  - ✓ Funcionamiento en manual.
  - ✓ Funcionamiento en automático.
  - ✓ Horas de funcionamiento y nº arranques
- Un apartado donde se describe las diferentes posibilidades de explotación disponibles en la instalación gracias a la aparamenta comunicable.

Como norma general, en instalaciones "pequeñas" (bombeos, aliviaderos…) se elaborará un único cuaderno de tareas para toda la instalación independientemente del número de sistemas que esta contenga. En instalaciones grandes (EDAR, ETAP…) se elaborará un cuaderno de tareas por sistema existente en la instalación…

Mapas de comunicación

Además, junto con el cuaderno de tareas, se entregará unos mapas de comunicaciones en formato Excel.

- Se elaborará un listado completo de alarmas de la instalación a representar en los sistemas de supervisión y control conteniendo la dirección y una descripción de la misma (Ej: DB1.DBX0.0 Bomba 1 Agua bruta Fallo confirmación de marcha)

- Se elaborará un listado completo de señales de estados que los sistemas de supervisión y control deben leer del PLC conteniendo la dirección y una descripción de la misma (Ej: DB2.DBX0.0 Bomba 1 Agua Bruta en Automático)
- Se elaborará un listado completo de señales de órdenes que los sistemas de supervisión y control deben escribir sobre el PLC conteniendo la dirección y una descripción de la misma (Ej: DB3.DBX0.0 Bomba 1 Agua Bruta Petición de Automático)

3.18.3 Documentación a entregar

Toda la documentación entregada se deberá entregar en formato original de diseño y en formato PDF, de tal manera que esta siempre pueda ser editada y/o modificada utilizando los correspondientes programas de edición.

Se deberá incluir en el proyecto constructivo definitivo todos los esquemas correspondientes a las instalaciones eléctricas y de control, en esquemas desarrollados y multifilares generados, según la normativa UNE-EN 81.346.

Los documentos, tablas, cálculos, etc., se realizarán preferiblemente en formato DIN-A4. Se utilizará Microsoft Office como soporte informático.

Los catálogos, certificados de ensayos de rutina, documentos informativos, etc., se presentarán en formato original.

Los certificados tipo, si los hubiere, se presentará copia del original.

Toda la documentación se presentará en castellano. Para los catálogos se admitirá el inglés.

La documentación generada se entregará tanto en papel como en soporte informático **(1 copia en papel y otra en soporte informático).**

Todas los programas y copias de seguridad a todos los efectos serán propiedad del CONSORCIO DE AGUAS. Así mismo se entregarán y serán propiedad del Consorcio todos los módulos software que sean necesarios para la programación de los autómatas (módulos de comunicaciones, funciones de regulación, etc. etc.).

Toda la documentación se deberá entregar actualizada, acorde a como haya quedado tras la puesta en marcha (“As built”).

Se entregarán, al menos, los siguientes documentos:

3.18.3.1 Celdas o Cuadro eléctrico

- Esquemas eléctricos desarrollados siguiendo los criterios indicados en el apartado "3.18.1 Esquemas eléctricos. Criterios de representación y elaboración".

  El desarrollo de los esquemas eléctricos se realizará en Eplan P8 en instalaciones nuevas, en Autocad V.14 (o posterior) o Eplan P8 en instalaciones a remodelar (en función del formato de la documentación existente). En Eplan P8 se deberá entregar una copia de la colección de planos en soporte digital (formato "zw1") y en Autocad una copia de todos los planos en DWG, y en ambos casos una copia en **único documento en pdf**.

- Certificados de cuadros y componentes principales
- Cálculos (de cables, conducciones, etc.…)
- Planos de enclavamiento
- Planos de bancada. Detalle de anclajes
- Libros de instrucciones y mantenimiento de los interruptores y relés electrónicos
- Catálogos de componentes
- Esquemas de componentes
- Ensayo de comprobación de dimensiones
- Ensayos funcionales
- Ensayo de frecuencia industrial
- Ensayo de aislamiento
- Certificado de los ensayos tipo

3.18.3.2 Equipos

- Lista de equipos (equipos, controladores, motores, instrumentaciones…).
- Planos de implantación de equipos en campo.
- Planos de detalle

3.18.3.3 Cables y bandejas

- Planos de recorrido de bandejas
- Planos de recorrido de cables
- Listado de cables, indicando: composición, origen, destino, recorrido, longitud, tipo, etc.
- Certificado de cables
- Certificado de materiales

3.18.3.4 Red de tierras

- Planos de detalle de uniones
- Mediciones de residencia de p.a.t
- Mediciones de tensiones de paso y contacto

3.18.3.5 PLC

- Manuales técnicos de todos los elementos de hardware que conformen el PLC. (CPU, chasis, tarjetas de comunicaciones, etc.).
- Cuadernos de tareas y mapas de comunicaciones siguiendo los criterios indicados en el apartado "3.18.2 Cuadernos de tareas. Criterios de elaboración".
- Esquema de comunicaciones global en el cual se represente toda la infraestructura hardware de red, las direcciones IP y los diferentes canales de comunicación de todas las instalaciones con las que tenga dependencias la instalación en cuestión.
- Libro de estilos con el funcionamiento manual de todos los motores tipo.
- Libro de estilos de las comunicaciones.
- Copia de seguridad completa (editable, con comentarios, y resto de instalaciones en caso de tratarse de un multi-proyecto) del programa de PLC en el formato propio del fabricante.

  Nota: Todos los módulos generados estarán "abiertos", ninguno podrá estar protegido mediante contraseña.
- Manuales de mantenimiento de los programas instalados.
- Documentación original de todas las licencias suministradas, justificante de abono y un manual de instalación de las mismas.
- Memoria de funcionamiento.
- Situación de capacidad final de los equipos de supervisión y control (márgenes de reserva).

3.18.3.6 HMI

- Copia de seguridad completa (editable con comentarios) del programa de instalado en el HMI en el formato propio del fabricante.
- Un "Manual de operación del HMI" de la nueva instalación conteniendo todas las pantallas existentes (una pantalla de detalle de cada tipo) y una descripción de la forma de operar sobre ellas.

- Imágenes estáticas de las pantallas definitivas del HMI y formato digital tipo jpg.
- Manuales de mantenimiento de los programas instalados.
- Documentación original de todas las licencias suministradas, justificante de abono y un manual de instalación de las mismas.

3.18.3.7 Resto de equipos de la instalación

- Manuales técnicos de los equipos.
- De todos los elementos externos al chasis del PLC pero que requieran programación (variadores, arrancadores, analizadores de redes, Switches, Routers, aparamenta inteligente...) se deberá entregar un manual de programación de los mismos, programas de programación y parametrización necesarios, un listado de aquellos valores que se han modificado respecto del valor de fábrica y si el dispositivo lo permite, una copia de seguridad en soporte informático.
- En caso de existir equipos (analizadores de redes, variadores, aparamenta inteligente…) que intercambien datos con el PLC mediante comunicación, se entregará información acerca del protocolo utilizado, mapeado de información, estructura de tramas intercambiadas, ...
- Documentación original de todas las licencias suministradas, justificante de abono y un manual de instalación de las mismas.

3.18.3.8 PCs.SCADA.

- Copia de seguridad completa (de la galaxia completa) del programa de SCADA IAS (Wonderware) en el formato propio del fabricante.
- Copia de seguridad de cada uno de los objetos creados en el SCADA IAS para la instalación en cuestión, en el formato propio del fabricante.
- Mapeado de SCADA (Excel), donde se indique la parametrización realizada en cada uno de los objetos instalados en el SCADA para la supervisión y control de la instalación en cuestión.
- Un “Manual de operación del SCADA” de la nueva instalación conteniendo todas las pantallas existentes (una pantalla de detalle de cada tipo) y una descripción de la forma de operar sobre ellas.
- Imágenes estáticas de las pantallas definitivas del SCADA y formato digital tipo jpg.

- Copia de seguridad, código fuente, documentación y manual de instalación de todos los programas instalados realizados "a medida".
- Instalador, documentación y manual de instalación de todos los programas comerciales instalados.
- Manuales de mantenimiento de los programas instalados.
- Documentación original de todas las licencias suministradas, justificante de abono y un manual de instalación de las mismas.

3.18.3.9 Manuales de maniobra instalación Alta Tensión

En particular para las instalaciones de alta tensión se deberá elaborar un manual de maniobra que deberá describir con detalle las maniobras necesarias para el correcto funcionamiento y explotación de la instalación.

Se deberá incluir como mínimo en dicho documento los siguientes apartados.

1- Objeto
2- Normativa aplicable
3- Descripción de la instalación
4- Esquema unifilar
5- Identificación grafica de la aparamenta
6- Relación de maniobras a realizar por trabajadores autorizados
   a) Procedimiento a seguir en cada maniobra
7- Relación de maniobras a realizar por trabajadores cualificados
   a) Procedimiento a seguir en cada maniobra

Previo a la realización del manual el CABB/BBUP entregará como ejemplo el manual de maniobra de otra instalación (como por ejemplo el manual realizado para la EDAR de Markina).

3.18.3.10 Calidad

La documentación indicada en el apartado "3.16 CONTROL DE CALIDAD, INSPECCIONES Y PUESTA EN MARCHA".

3.18.3.11 Documentación legal y garantía

- Documentación Legal

- Proyecto de baja tensión.
- Certificados de Industria.
- Inspección de la OCA
- Estudio de Clasificación de zonas (si procede)

- Garantías
  - Plazos, contacto servicio técnico, etc...

3.18.3.12 Fotos finales

La documentación final será acompañada con las siguientes fotos:

- Alrededores del emplazamiento de los cuadros.
- Interior y exterior de los cuadros suministrados.
- PLC
- Fuente de alimentación unidad de control y conmutación y batería
- Sinóptico
- Instrumentación de campo incluyendo los controladores y displays.
- Instalaciones realizadas en cuadros ajenos a los suministrados.
- Resto de equipos suministrados en la obra.

NOTA: Toda la documentación realizada y aprobada en fase de ingeniería deberá ser actualizada con las modificaciones surgidas en puesta en marcha para la elaboración de la documentación "As built" a entregar y debe estar incluido dentro del alcance de documentación de la obra.

3.19 COORDINACIÓN

3.19.1 Objeto

El objeto de este apartado es definir a grandes rasgos el orden y la coordinación las diferentes tareas a realizar para llevar a cabo la integración de nuevas instalaciones o realizar remodelaciones en instalaciones existentes del CABB/BBUP, siguiendo los estándares y los criterios generales definidos anteriormente, de cara a una integración, explotación y mantenimiento sostenible.

Dentro del desarrollo de la integración de una nueva instalación o la modificación de una instalación del CABB/BBUP existen diversos interlocutores que deben de coordinar sus trabajos para desarrollar un proyecto con plenas garantías de éxito.

Los principales interlocutores en la ejecución de una obra son los siguientes:

- Dirección de Obra (**DO**): Cualquiera de los departamentos del CABB/BBUP encargado responsable de la obra en cuestión (gestión de activos, proyectos y obras, explotación, mantenimiento…).
- Departamento sistema se control de la subdirección de Gestión de Activos (**ICOM**). Área encargada de la validación y el mantenimiento de las soluciones eléctricas y de control.
- Asistencia Técnica a la DO (**AT**): Empresa designada como asistencia técnica a la dirección de obra (apoyo a DO).
- Contratista (**CO**): Adjudicatario de la obra.

Además de estos interlocutores, pueden existir otras figuras implicadas en la obra que, en función de los requisitos establecidos en proyecto o de lo que se concrete en la reunión de lanzamiento, pueden participar de diferentes maneras en la coordinación de las obras.

Por ejemplo, por parte del **CO** pueden ser que participen varias subcontratas en la coordinación de los trabajos de una misma obra, y que participen en paralelo (asistiendo todos los departamentos a las reuniones) o de manera jerarquizada (de tal manera que la información recogida en las reuniones/correos/… deba ser transmitida al resto de subcontratas). En este caso, excepto que se indique expresamente lo contrario, el **CO** será una figura indispensable en todas las reuniones/correos/… de coordinación que se compartan durante la ejecución de la obra y por lo tanto el responsable de transmitir la información (o las diferentes modificaciones/actualizaciones) al resto de participantes a los que se destina y puede afectar dicha información (de manera bidireccional, bien hacia sus subcontratas/colaboradores o hacia la **DO/AT/ICOM**).

Lo mismo puede ocurrir del lado del CABB/BBUP, que puede ser que participen varios departamentos en la coordinación de los trabajos de una misma obra, y que participen en paralelo o de manera jerarquizada. En este caso, la persona o personas designadas en la reunión de lanzamiento como interlocutores directos de la obra por parte del CABB/BBUP, serán los responsables de transmitir la información a los diferentes departamentos/participantes (de manera bidireccional, bien hacia los diferentes departamentos del CABB/BBUP o hacia la **DO**).

Además de estos interlocutores, el **CO** designará un único interlocutor para coordinación de las labores eléctricas y de control, con conocimientos técnicos eléctricos, de control y

comunicaciones, y que estará presente en todas las pruebas de taller (FAT) y de campo que se realicen (SAT).

3.19.2 Fases de Proyecto

A continuación de enumeran de manera cronológica las principales fases de ejecución (y que por lo tanto deben ser coordinadas) de una obra:

- Reunión de lanzamiento.
- Replanteo y planificación.
- Documentación de seguridad, medioambiente y calidad
- Ingeniería básica
- Ingeniería de detalle
- Fabricación
- Puesta en marcha en taller
- Montaje en campo
- Puesta en marcha automatismo local (en la instalación)
- Puesta en marcha automatismo remoto
- Documentación As-Built

Aunque en la ejecución de la obra se debe mantener inalterable el orden de ejecución de las fases indicadas, dentro de cada una de ellas la mayoría de las tareas se podrán ejecutar en paralelo minimizando así los tiempos de cada una de las fases.

3.19.3 Reunión de lanzamiento

En esta fase se definen los datos de partida. Se realizará una reunión inicial entre la **DO, AT y CO e ICOM**. En esta reunión se definirán y concretarán los detalles de la obra entre todos los participantes:

- Solicitud/Nombramiento de interlocutores de la obra. (Incluido el interlocutor para coordinación de las labores eléctricas y de control)
- Labores a realizar en la obra.
- Entrega de condiciones complementarias.
- Presentación y validación (certificados y conocimientos requeridos por el CABB/BBUP) de las subcontratas participantes en la obra.

También se realizará entrega por parte de **DO/AT/ICOM** de la toda documentación disponible relacionada con la obra:

- Definición equipos electromecánicos.
- Directrices de funcionamiento, documentación del proyecto a ejecutar.
- Arquitectura de comunicaciones.
- Documentación actual existente (en instalaciones a remodelar). Puede darse el caso de que la documentación no sea completa y/o no esté actualizada. En instalaciones a remodelar de las que no haya documentación completa, el contratista deberá obtener la información de los equipos existentes.
- Documentación de referencia a tener en cuenta en la ejecución de la obra (estándares, guías de estilos, esquemas eléctricos, programas, cuadernos de tareas, pantallas…)

3.19.4 Replanteo y planificación

Con la información del proyecto y la información recogida en la reunión de lanzamiento, el **CO** deberá realizar el replanteo de los trabajos de la obra (especialmente exhaustivo en instalaciones a remodelar) y elaborar un informe con las conclusiones del mismo.

Una vez realizado el replanteo y validado el alcance, será responsabilidad del CO asumir las diferencias que puedan surgir entre la realidad y la ingeniería obtenida del replanteo.

Una vez aclarado y comprobado el alcance de los trabajos a realizar, el **CO** realizará una planificación detallada de todos los trabajos a realizar en la obra, atendiendo a los tiempos de ejecución indicados en su oferta.

La planificación deberá ser validada por la **DO/AT/ICOM** al comienzo de la obra.

IMPORTANTE: Esta planificación deberá ir siendo actualizada y entregada al CABB/BBUP durante todo el transcurso de la obra, siempre que se produzca un desvío sobre la planificación inicial. Cuando las desviaciones afecten a la fecha final de entrega de la obra, según sean detectadas, además de actualizar la planificación, el **CO** deberá comunicar obligatoriamente a la **DO/AT/ICOM** las causas y el tiempo estimado de desviación.

3.19.5 Documentación de seguridad, medioambiente y calidad

Una de las primeras tareas a realizar por el **CO** será la de ir preparando la documentación de seguridad, medioambiente y calidad, ya que será necesaria para el acceso a trabajar en las instalaciones. Este, deberá tener en cuenta todos los participantes de la obra a la hora de elaborar esta documentación (subcontratas…).

El tipo de documentación a generar en esta fase dependerá del tipo y volumen de trabajo a realizar en la obra.

Todo lo relativo a la prevención de riesgos laborales se realizará de acuerdo al procedimiento de actividades empresariales.

3.19.6 Ingeniería básica

Tras el replanteo de la obra, el **CO** comenzará con la elaboración de la ingeniería básica. Esta ingeniería básica se elaborará partir de la información recibida en la fase de "Reunión de lanzamiento", "Replanteo y planificación". Generalmente consta de los siguientes documentos:

- **Memoria de funcionamiento**.
- **Lista de equipos (consumidores e instrumentación)**.
- **Lista de sistemas**.
- **Listado preliminar de señales del PLC**.
- Arquitectura de control. Tras su validación el **CO** deberá realizar las solicitudes de alta necesarias al CABB para la conexión de las instalaciones a sus redes de comunicaciones.
- Estudio de las capacidades de los equipos de supervisión y control para verificar si las mismas son suficientes para la ejecución de las obras, manteniendo los márgenes de reserva solicitados.
- Distribución de los cuadros (frentes), esquemas unifilares, planos de implantación, listado de marca y modelo de los principales materiales y cálculos eléctricos.

Toda esta documentación debe ser enviada según se vaya disponiendo de ella a la **DO/AT/ICOM** para su revisión ya que será la base para la elaboración de la ingeniería de detalle.

Tras la elaboración de toda esta documentación el **CO** propondrá una reunión con **ICOM** antes de empezar a trabajar en la obra, con el fin de revisar/actualizar los estándares a aplicar.

Desde **ICOM** se harán todos los comentarios necesarios a la ingeniería básica para que se adapte a los criterios que se establecen en los sistemas de supervisión y control del CABB.

Esta ingeniería deberá ser revisada tantas veces como sea necesario hasta lograr una calidad mínima para avanzar en las siguientes fases.

3.19.7 Ingeniería de detalle

Tras la elaboración y revisión de la ingeniería básica y la reunión con ICOM, el **CO** comenzará con la elaboración de la ingeniería de detalle.

La ingeniería de detalle se elaborará partir de la ingeniería básica. Generalmente consta de los siguientes documentos:

- **Ingeniería de detalle necesaria para construcción de cuadros**:
  - **Esquemas Eléctricos**.
  - **Lista de materiales**.
- **Ingeniería de detalle necesaria para la programación**:
  - **Mapa de Comunicaciones**.
  - **Cuadernos de tareas**. (Incluyendo el listado de señales completo – Físicas y comunicadas.).
  - **Bocetos de pantallas**.
  - **Mapeado de SCADA (Plantillas a utilizar)**.
- **Ingeniería de detalle necesaria para el montaje en campo**:
  - **Red de tierras**.
  - **Implantación de equipos**.
  - **Planos de canalizaciones**.

Toda esta documentación se deberá elaborar siguiendo las especificaciones indicadas en el apartado "3.18 DOCUMENTACIÓN" y la documentación de referencia entregada en la fase de "Reunión de Lanzamiento", y debe ser enviada según se vaya disponiendo de ella a la **DO/AT/ICOM** para su revisión ya que será la base para la compra de materiales, fabricación de los cuadros, programación de equipos…

Se podrán realizar aprobaciones parciales de la documentación, con el fin de poder ir avanzando con las siguientes tareas a realizar.

Toda esta documentación deberá estar en el mismo nivel de actualización, es decir, toda la documentación deberá recoger las últimas actualizaciones. (Por ejemplo, si se añaden señales nuevas, estas deben ser actualizadas en esquemas eléctricos y en cuadernos de tareas, programación…).

3.19.8 Fabricación

Tras la elaboración y revisión de la ingeniería de detalle, el **CO** comenzará con la ejecución de los trabajos en taller/oficina, que generalmente se trata de los siguientes:

- **Compra de materiales**: Se procederá a la compra de los materiales aprobados en la "Lista de materiales" y "esquemas eléctricos desarrollados" de la fase de "Ingeniería de detalle".
- **Construcción de cuadros eléctricos**: A partir de los "Esquemas eléctricos" y de la "Lista de materiales" aprobados en la "Ingeniería de detalle" el **CO** construye los cuadros en el taller. Una vez construidos, la **DO/AT/ICOM** (si se considera necesario, o en función de los PPIs definidos) realizarán una inspección visual del mismo, atendiendo (a grandes rasgos) a los siguientes conceptos:
    - Disposición de los elementos: correspondencia con la ingeniería eléctrica
    - Identificación de los elementos
    - Normativa aplicable: constructiva, de seguridad, etc…
    - Reservas, tanto de espacio como de equipamientos.
    - …
- **Programación de PLC**: A partir de la aprobación de los cuadernos de tareas, los programas ejemplo y las librerías de bloques estándar que el CABB/BBUP entrega en la fase de "Reunión de lanzamiento" y en la "reunión con ICOM", el **CO** realiza la programación del PLC en su taller. La **DO/AT/ICOM** (si se considera necesario y en función de los PPIs definidos) revisará la programación atendiendo (a grandes rasgos) a los siguientes conceptos:
    - Listado de señales tratadas correcto.
    - Correspondencia total con el cuaderno de tareas.
    - Programa entendible y mantenible.
    - Estandarización. Utilizan las librerías estándar.
    - Nuevos bloques creados según filosofía/estándar del CABB/BBUP. (Coordinados/Validados con ICOM).
    - Programación completamente comentada.
    - …

- **Programación de Sistemas de supervisión y control (PCC, PCE y OP):** A partir de la aprobación de las pantallas y mapeados de SCADA (Plantillas a utilizar), los programas ejemplo y las librerías estándar que el CABB/BBUP entrega en la fase de "Reunión de lanzamiento" y en la "reunión con ICOM", el **CO** realiza la programación de los sistemas de supervisión y control en su taller. La **DO/AT/ICOM** (si se considera necesario y en función de los PPIs definidos) revisará la programación atendiendo (a grandes rasgos) a los siguientes conceptos:
    - Distribución correcta de todos los elementos gráficos.
    - Representación de todas las señales.
    - Representación estándar de todos los elementos gráficos.
    - Nuevos elementos gráficos creados según filosofía/estándar del CABB/BBUP. (Coordinados/Validados con ICOM)
    - Programa entendible y mantenible.
    - Estandarización. Utilizan las librerías estándar.
    - Nuevos bloques/plantillas creados según filosofía/estándar del CABB/BBUP. (Coordinados/Validados con ICOM)
    - Programación completamente comentada.
    - …

3.19.9 Puesta en marcha en taller

Una vez finalizados los trabajos de construcción y programación en el taller, el **CO** realizara en el taller las verificaciones eléctricas (según normativa) y comprobaciones que considere necesarias para garantizar que la construcción y funcionamiento del suministro eléctrico y de control (programación/parametrización) funciona acorde a lo definido en la ingeniería de detalle (cuadro eléctrico, PLC, OP, equipos de comunicaciones, PCC, PCE…).

Cuando el contratista considere que la construcción y programación/parametrización del suministro eléctrico y de control funciona de manera correcta, acordará con la **DO/AT/ICOM** el inicio de las pruebas conjuntas en taller.

En estas pruebas en taller, el interlocutor para coordinación de las labores eléctricas y de control realizara la puesta en marcha completa de la instalación (cuadro eléctrico, PLC, OP, equipos de comunicaciones, PCC, PCE…) con la supervisión de la **DO/AT/ICOM**, probando todos los

funcionamientos y las señales descritas en el cuaderno de tareas (el **100%**) y simulando las condiciones ideales y todas las posibles anomalías que se puedan dar en el proceso (disparos de protecciones, fallos de equipos, todas las alarmas, todos los enclavamientos, funcionamiento manual, funcionamiento automático…).

Esto aplica también a modificaciones a realizar sobre instalaciones existentes. Se verificará el funcionamiento completo de la obra en base a maquetas, simuladores y otro tipo de herramientas acordadas con **ICOM**.

El **CO** deberá disponer de personal capacitado para la realización de estas pruebas y realizar las correcciones necesarias. (Programación de PLC, Programación de Sistemas de Supervisión, Simulación de señales y defectos eléctricos, parametrización de equipos, comunicaciones…)

Si durante el desarrollo de estas pruebas a juicio de la **DO/AT/ICOM** no tiene la construcción/programación del conjunto eléctrico y de control no tiene el grado de calidad suficiente (5% de señales erróneas), las pruebas se suspenderán y se establecerá un periodo para que el **CO** subsane los errores detectados y vuelva a verificar el correcto funcionamiento del suministro eléctrico y de control. Este proceso podrá repetirse cuantas veces sea necesario.

El objetivo de esta fase de proyecto es:

- Verificar que el cuadro eléctrico y la programación se corresponden totalmente con la ingeniería de detalle desarrollada.
- Corregir el máximo de errores que se pueda de cableados, programaciones y comunicaciones con el fin de abordar la puesta en marcha en la instalación con el máximo de garantías posible.
- Minimizar el máximo posible los tiempos de puesta en marcha.

En esta fase el **CO** deberá rellenar y entregar a la **DO/AT/ICOM** todos los PPIs (Programa de puntos de inspección) que se hayan concretado en el procedimiento de calidad redactado al comienzo de la obra para su validación.

3.19.10 Montaje en Campo

Una vez finalizada la puesta en marcha en el taller, validados los PPIs (Programa de puntos de inspección) estipulados en el procedimiento de calidad, y tras recibir un consentimiento expreso por parte de la **DO/AT/ICOM** para abordar esta fase, el **CO** comenzará con los trabajos de montaje en campo, que generalmente se tratan de:

- Traslado y montaje de cuadros en obra

- Montaje de equipos.
- Tendido de bandejas, tubos y cables.
- Conexionado de los cables de fuerza y control.
- Comprobación de los sentidos de giro de los motores.
- Ajuste y calibración de la instrumentación.
- Etc…

IMPORTANTE: Todos los trabajos serán realizados de acuerdo a lo indicado en el plan de seguridad.

3.19.11 Puesta en marcha (en la instalación)

Tras la realización del montaje en campo, se procederá a la puesta en marcha final de la instalación, que consta de tres fases:

- **Comprobación de instalación de campo:** El **CO** realizara las verificaciones y comprobaciones que considere necesarias para garantizar que la instalación funciona y se ha realizado acorde a lo especificado en la ingeniería de detalle. Generalmente se trata de:
    - Tendido y conexión de mangueras.
    - Tierras.
    - Sentidos de giro de los motores.
    - Conexiones en los equipos externos a los cuadros.
    - Señales del PLC.
    - Suministro eléctrico adecuado para garantizar la funcionalidad de la instalación.
    - Comunicaciones con la aparamenta y/o equipos de campo (controladores electrónicos de motores, variadores, controladores de sondas…) y con la red de comunicaciones del CABB.
    - …

    La **DO/AT/ICOM** (si se considera necesario y en función de los PPIs definidos) revisará la instalación realizada.
- Puesta en marcha de la instalación en local: Una vez realizado este primer control por parte del **CO**, el interlocutor para coordinación de las labores eléctricas y de control procederá a

realizar la puesta en marcha completa en conjunto con la **DO/AT/ICOM**. El objetivo de esta fase de proyecto es verificar la operatividad completa (probando todas las posibles situaciones de funcionamiento ideal o anomalías que se puedan dar) de la instalación a falta del SCADA y del mapa de memoria del PLC con los sistemas de supervisión y control centrales (PCC y PCE, incluyendo el Front End).

- **Puesta en marcha de la instalación en remoto:** Una vez verificado el correcto funcionamiento de la instalación en local, el interlocutor para coordinación de las labores eléctricas y de control realizará la puesta en marcha completa del mapa de memoria de la instalación contra los sistemas de supervisión centrales (PCC y PCE). Verificara que en el SCADA del PCC se reciben todos los estados y alarmas, y que el PLC recibe todas las órdenes (a través del Front End). Realizado este primer control por parte del **CO**, se procederá a realizar la puesta en marcha completa en conjunto con la **DO/AT/ICOM**.

  El objetivo de esta fase de proyecto es verificar la operatividad completa de los sistemas de supervisión y control PCC y PCE y del programa de comunicaciones del Front End.

  NOTA: En función del curso de la obra y de las exigencias de proceso de cada instalación puede realizarse la puesta en marcha en local al mismo tiempo que la puesta en marcha en remoto, o solaparse en el tiempo o realizarse la remota inmediatamente después de la finalización de la local.

Si durante el desarrollo de estas pruebas a juicio de la **DO/AT/ICOM** no tiene la construcción/programación del conjunto eléctrico y de control no tiene el grado de calidad suficiente (5% de señales erróneas), las pruebas se suspenderán y se establecerá un periodo para que el **CO** subsane los errores detectados y vuelva a verificar el correcto funcionamiento del suministro eléctrico y de control. Este proceso podrá repetirse cuantas veces como sea necesario.

Si se trata de una remodelación de una instalación, el **CO** debe solicitar un "testigo" a la **DO/AT/ICOM** que le autorice a realizar los trabajos de programación, supervisión y control en campo. Sin este "testigo" está totalmente prohibido acceder a una instalación con el fin de realizar labores de programación o supervisión sobre ninguno de los equipos de control de la instalación (PLC, OPs, variadores, controladores electrónicos, controladores de sondas, routers, switches, PCs, SCADAs – PCC, PCE-…).

En el caso de tener que realizar labores en el PCC, siempre se deberá solicitar "testigo" ya que es una infraestructura existente y en funcionamiento por lo que, aunque se trate de la integración de una instalación nueva, visto desde el PCC, siempre se trata de una remodelación.

Este "testigo" aportará al **CO** de la información necesaria para la conexión y gestión de copias de seguridad de los equipos de control. (Direcciones IP para la conexión de equipos ethernet en las redes, copias actuales de los equipos de supervisión y control, ubicación donde dejar las copias modificadas…).

Los "testigos" se deberán de solicitar como mínimo con una semana de antelación.

Además, antes de acceder y antes de abandonar instalaciones que se encuentren telemandadas desde el PCC o PCE, el **CO** deberá avisar a estos puestos de control con el fin de mantenerlos informados de las labores que se están realizando y para verificar que quedan correctamente funcionando antes de abandonar las instalaciones.

En esta fase el **CO** deberá rellenar y entregar a la **DO/AT/ICOM** todos los PPIs (Programa de puntos de inspección) que se hayan concretado en el procedimiento de calidad redactado al comienzo de la obra para su validación.

3.19.12 Documentación As-Built

Finalmente, una vez realizada la puesta en marcha en campo y realizados los correspondientes ajustes finales de funcionamiento, el **CO** modificará los documentos de proyecto necesarios y preparará la documentación final ("As built") según se describe en el apartado "3.18 DOCUMENTACIÓN". También se procederá a la legalización de las instalaciones que corresponda.

3.19.13 Seguimiento de los trabajos

Para evitar desviaciones en el planning, se realizarán reuniones y/o se redactarán informes (Semanal-Mensual - frecuencia a acordar en las fases de la obra) con los trabajos realizados y los previstos, así como las incidencias y consultas necesarias a la propiedad.

3.20 GESTIÓN DE RESIDUOS

Formará parte de los trabajos a realizar la gestión de todos los residuos generados durante la ejecución de la obra.

La gestión de los residuos se realizará de acuerdo a la legislación vigente, cumpliendo como mínimo las siguientes obligaciones:

- Separación en origen de los residuos generados, según normativa
- Se deberá transportar y depositar en el centro autorizado (punto limpio)

- Se deberá presentar la documentación acreditativa de la correcta gestión de los residuos.

Durante la ejecución de la obra se tomarán las medidas necesarias para conseguir una gestión eficiente de los residuos originados

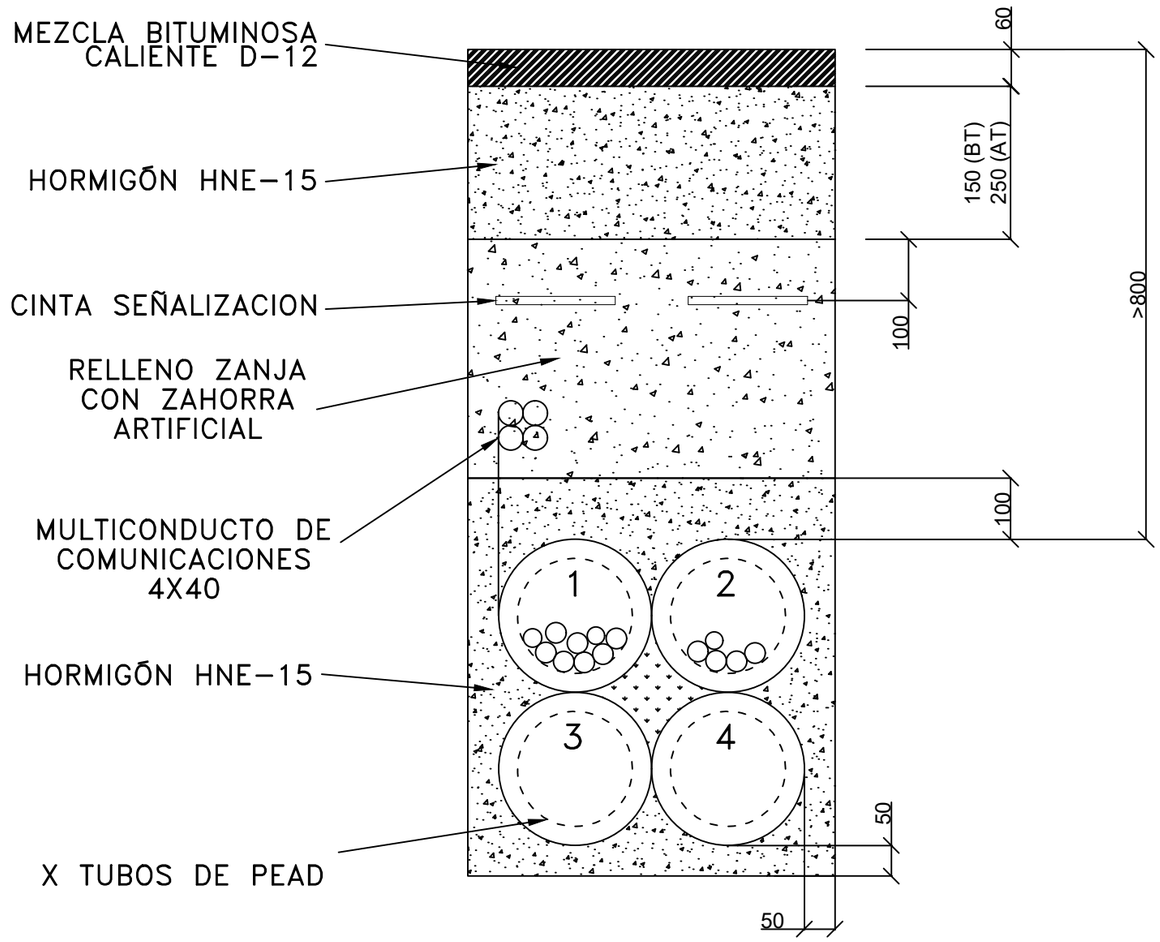
El contratista será el responsable de redactar un Plan de Gestión de Residuos (PGR) que deberá ser aprobado por la dirección de obra y aceptado por la propiedad.

El material desmontado de las instalaciones existentes, que pueda estar en buenas condiciones (según las indicaciones del CABB/BBUP), será entregado al almacén que sea indicado. Se presentará junto con la documentación final un resguardo del aparellaje en cuestión.

PLANOS

PLANOS DE CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

CANALIZACIÓN BAJO CALZADA



NOTA: Las cotas están en mm

NOTA: En función de ordenanzas municipales u otros criterios se podrá requerir hormigón para el relleno de la zanja

REV.	MODIFICACION	FECHA	FIRMA
A	REVISIÓN GENERAL	FEB-21	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA: S/E		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	02-2021	IGO
	REVISADO	02-2021	MAE
	COMPROBADO	02-2021	MBO

SISTEMA: ET ELECTR., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

DETALLE DE ZANJA
CANALIZACIÓN BAJO CALZADA

REF. PROYECTO

REF. COLECC.

CODIGO PRISMA:

REV.: A

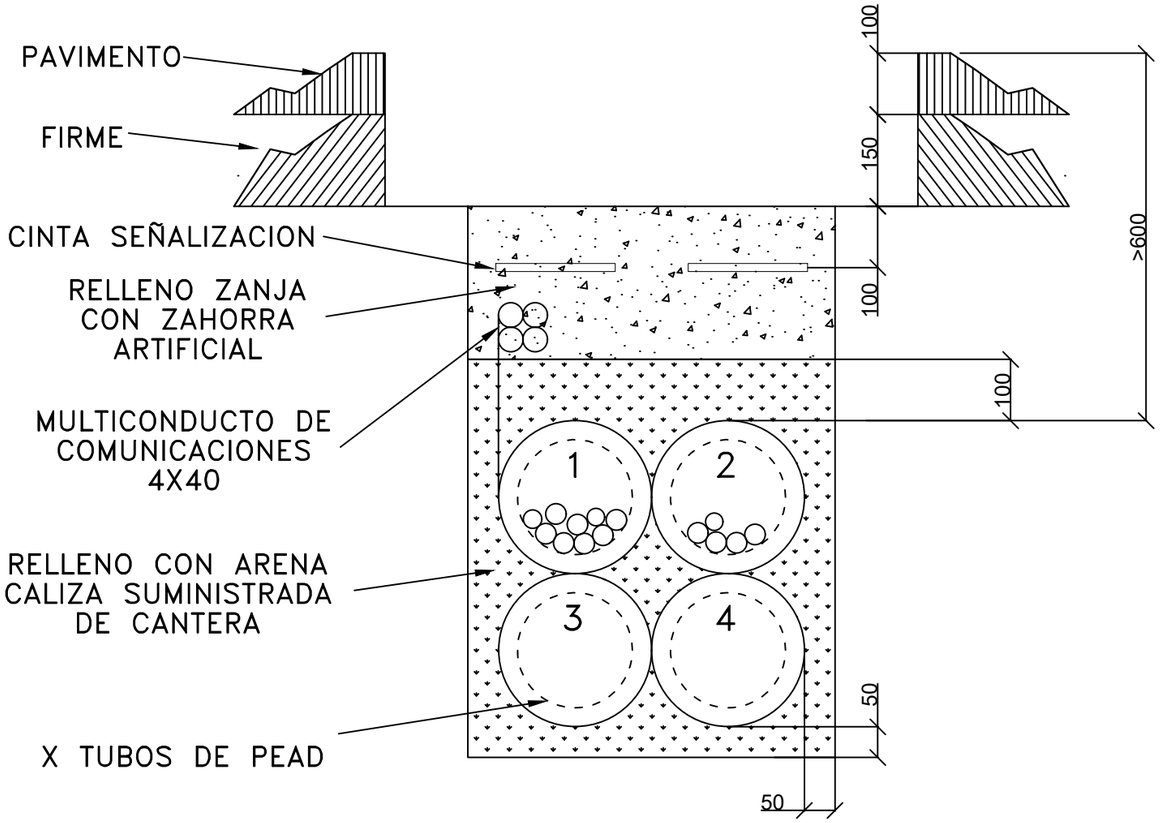
HOJA: 01

ANT.: -

SIGUE: 02

FICHERO: 01_CANALIZACIÓN CALZADA.DWG

CANALIZACIÓN BAJO ACERA O JARDÍN



NOTA: Las cotas están en mm

NOTA: En zona ajardinada, se sustituirá el pavimento y firme por tierra de jardín (>250mm)

REV.	MODIFICACION	FECHA	FIRMA
A	REVISIÓN GENERAL	FEB-21	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA: S/E		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	02-2021	IGO
	REVISADO	02-2021	MAE
	COMPROBADO	02-2021	MBO

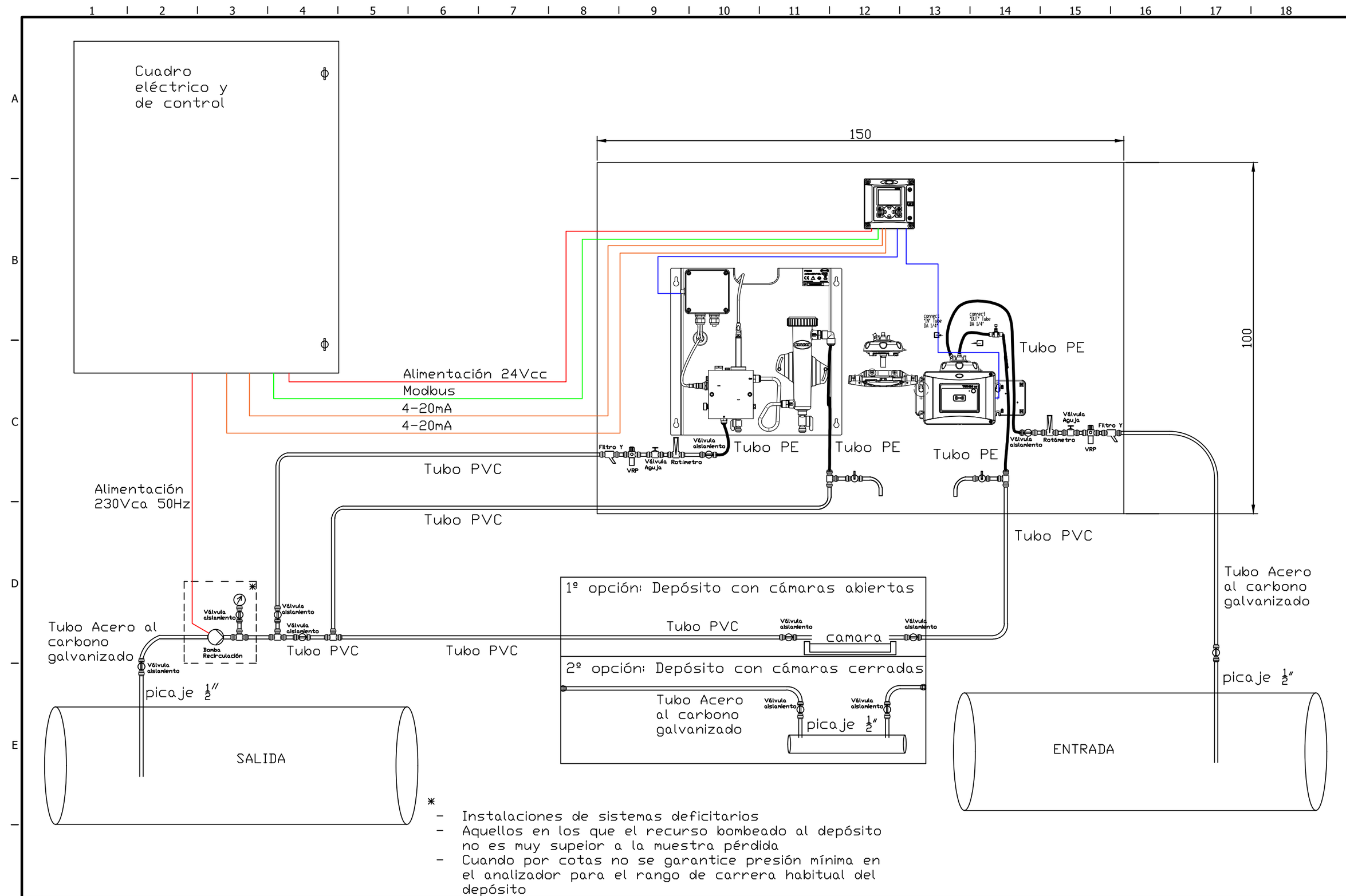
SISTEMA: ET ELECTR., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

DETALLE DE ZANJA
CANALIZACIÓN BAJO ACERA O JARDÍN

REF. PROYECTO
REF. COLECC.
CODIGO PRISMA:
REV.: A
HOJA: 02
ANT.: 01
SIGUE: -

FICHERO: 02_CANALIZACIÓN ACERA JARDÍN.DWG

PLANOS DE INSTALACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN



*
- Instalaciones de sistemas deficitarios
- Aquellos en los que el recurso bombeado al depósito no es muy supeior a la muestra pérdida
- Cuando por cotas no se garantice presión mínima en el analizador para el rango de carrera habitual del depósito

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
-	-	-	-

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA: -		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	-	-
	REVISADO	-	-
	COMPROBADO	-	-

SISTEMA: ET ELECTR., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

INSTRUMENTACIÓN: ANALIZADOR DE CALIDAD DE AGUA
ANALIZADOR DE CLORO EN LA SALIDA DEL DEPÓSITO
TURBIDÍMETRO EN LA ENTRADA DEL DEPÓSITO

REF. PROYECTO	-	CÓDIGO PRISMA: -	REV.: -
REF. COLECC.	-	HOJA: 01	ANT.: -
			SIGUE: 02

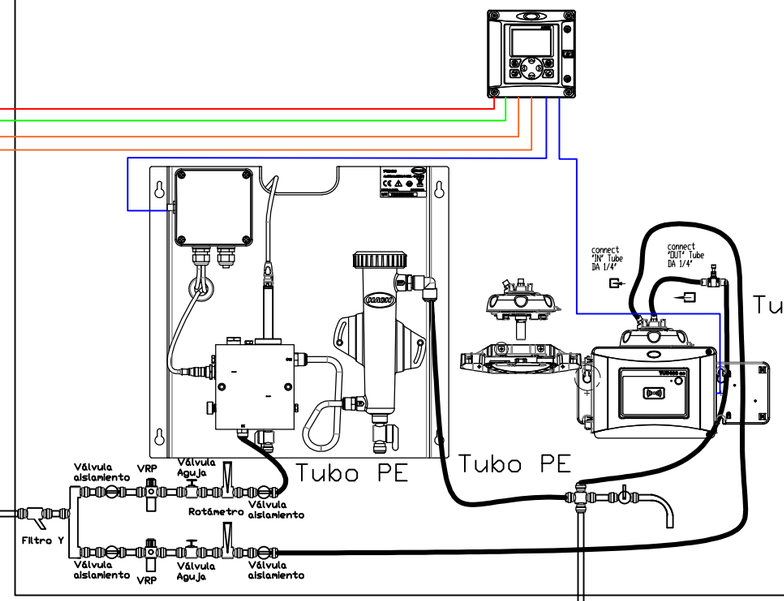
FICHERO: 01_INSTRUMENTACIÓN CALIDAD.DWG

Cuadro
eléctrico y
de control

Alimentación 24Vcc
Modbus
4-20mA
4-20mA

150

100



Tubo Acero
carbono
galvanizado

Válvula aislamiento

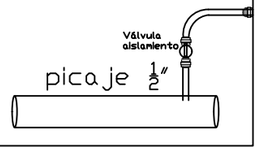
picaje $\frac{1}{2}''$

ENTRADA

Tubo PVC

1º opción: Depósito con cámaras abiertas

2º opción: Depósito con cámaras cerradas



REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
-	-	-	-

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

		FECHA	FIRMA
ESCALA: -			
	DIBUJADO	-	-
	REVISADO	-	-
	COMPROBADO	-	-

SISTEMA: ET ELECTR., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

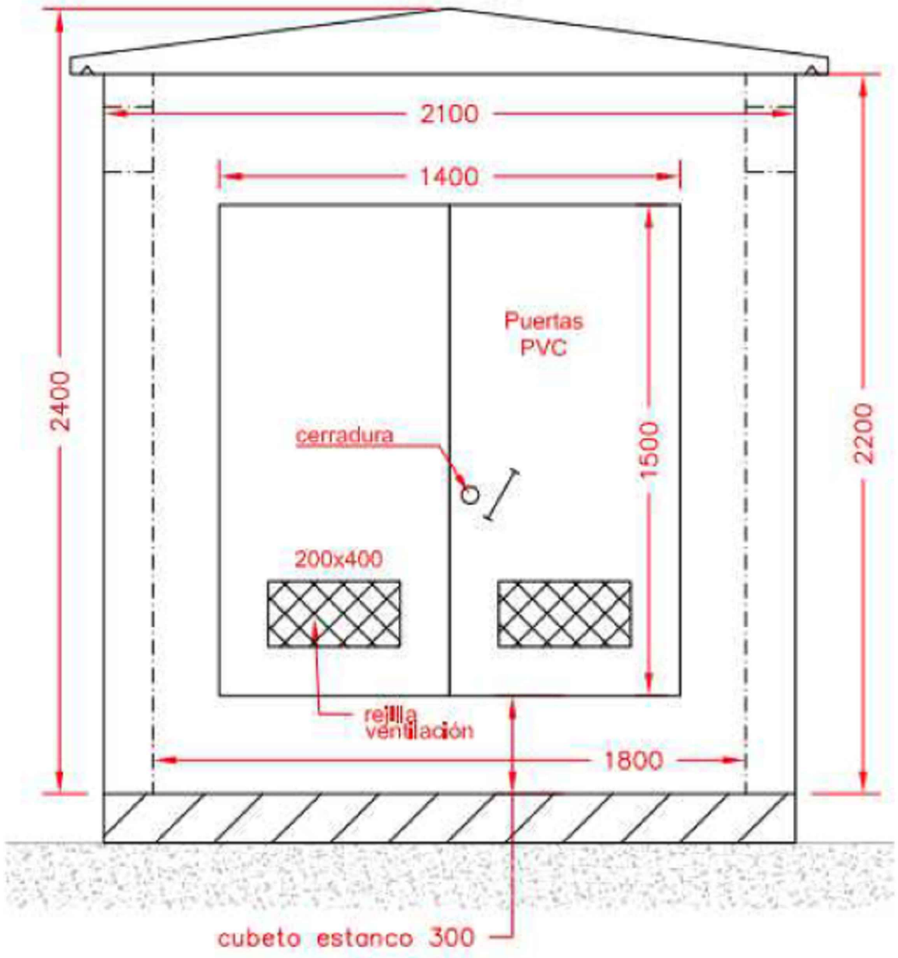
INSTRUMENTACIÓN: ANALIZADOR DE CALIDAD DE AGUA
ANALIZADOR DE CLORO EN LA ENTRADA DEL DEPÓSITO
TURBIDÍMETRO EN LA ENTRADA DEL DEPÓSITO

REF. PROYECTO	-	CÓDIGO PRISMA: -	REV.: -
REF. COLECC.	-	HOJA: 02	ANT.: 01
			SIGUE: 03

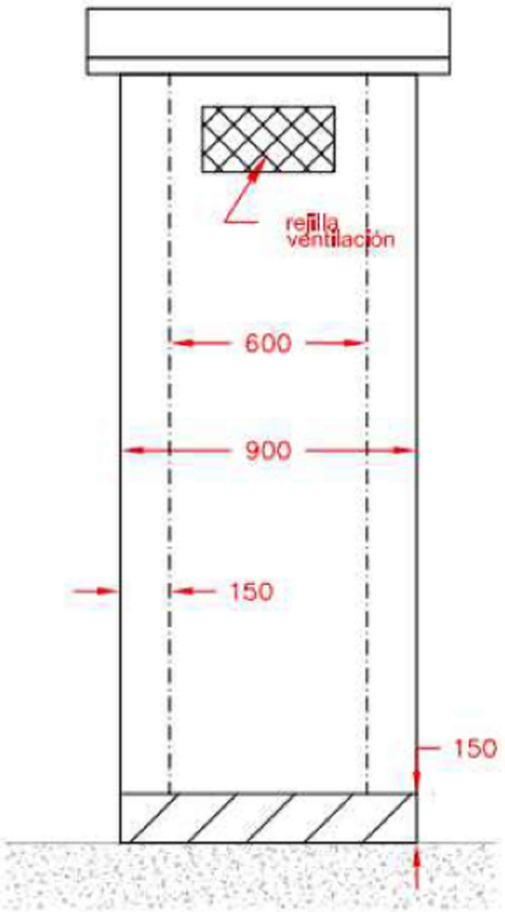
FICHERO: 02_INSTRUMENTACIÓN CALIDAD.DWG

CASETA FORMATO MONOBLOCK

VISTA FRONTAL ó ALZADO



VISTA LATERAL ó PERFIL

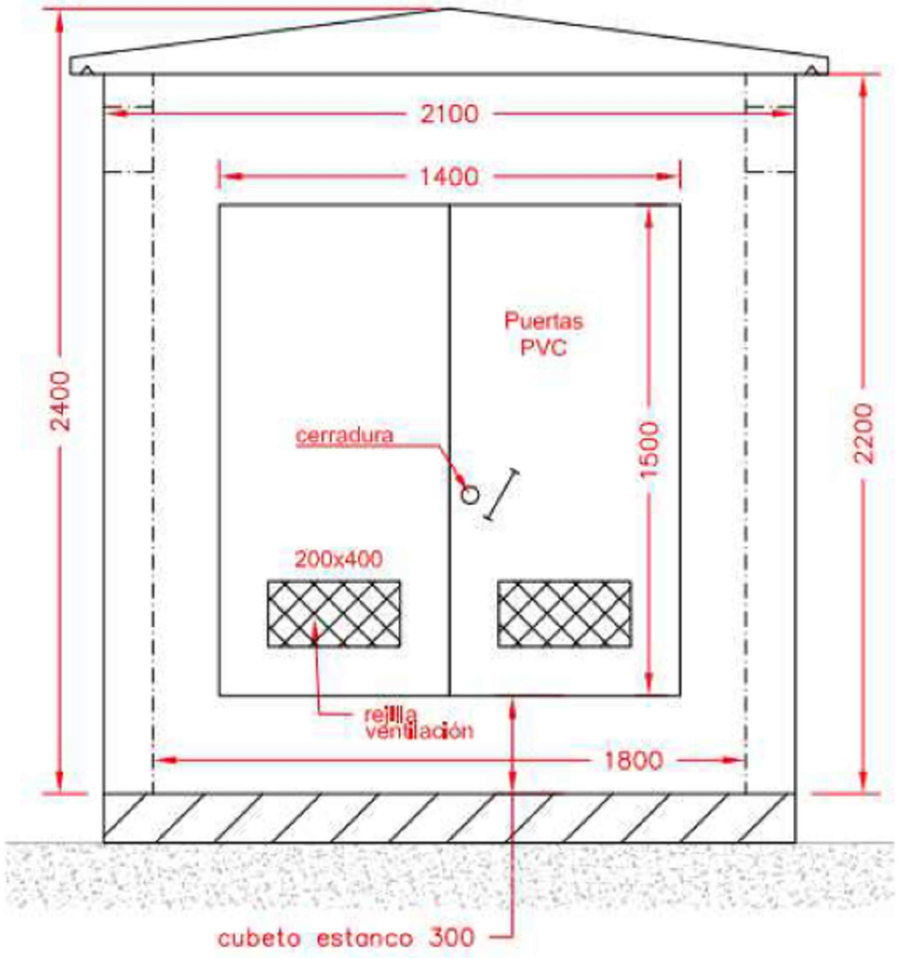


				CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA	ESCALA: -	FECHA	FIRMA	SISTEMA: ET ELECTR., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO	-	CÓDIGO PRISMA: -	REV.: 0	
						DIBUJADO	-	-	CASETA PREFABRICADA PARA CLORACIÓN				
-	-	-	-	BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA		REVISADO	-	-		REF. COLECC.	-	HOJA: 03	ANT.: 02
REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA			COMPROBADO	-	-					SIGUE: 04

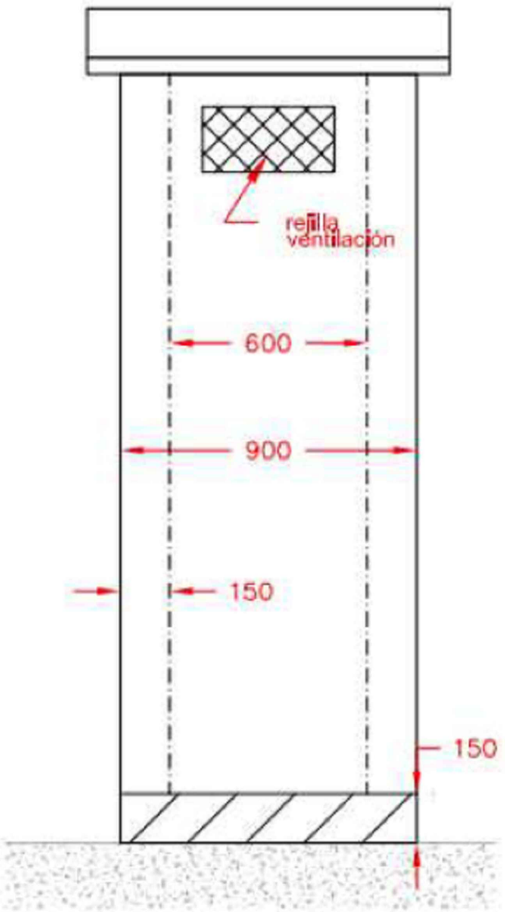
FICHERO: 03_CASETA PREFABRICADA CLORACIÓN.DWG

CASETA FORMATO MONOBLOCK

VISTA FRONTAL ó ALZADO



VISTA LATERAL ó PERFIL



REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
-	-	-	-

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA: -		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	-	-
	REVISADO	-	-
	COMPROBADO	-	-

SISTEMA: ET ELECTR., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

CASETA PREFABRICADA PARA INSTRUMENTACIÓN

REF. PROYECTO	-	CÓDIGO PRISMA: -	REV.: 0
REF. COLECC.	-	HOJA: 04	ANT.: 03
			SIGUE: -

FICHERO: 04_CASETA PREFABRICADA INSTRUMENTACIÓN.DWG

ESQUEMAS DE COMUNICACIONES

ETAP VENTA ALTA

GALAXIA PERIFERICAS ABASTECIMIENTO

WINDOWS: WINDOWS SERVER 2008 STANDARD SP2 (GR+AOS).
WONDERWARE: IAS 3.1+SP3, INTOUCH 10.1+SP3, HISTORIAN 10.0+SP1, SQL SERVER 2008.

PUESTO DE OPERACION TELEMANDO ABASTECIMIENTO

TERMINAL SERVICES

HISTORIAN

SERVIDOR OBJETOS-1

SERVIDOR OBJETOS-2

REDUNDANCIA

ROUTER ADSL/GPRS

MAESTRA TETRA (PC)

IP

SDS

API-RT CLIENTE

TETRA

FRONT-END (S7-400)

PS 407 (20 A)

CPU (414-2DP)

CP (ADSL)

CP (RADIO)

CP (TETRA1)

CP (TETRA2)

CP (SINAUT)

(ADSL/TETRA) TIM 4R-IE TIM 1205

CPU-312

(GRPS/TETRA) TIM 3V-IE TIM 4R-IE ADVANCED

ETHERNET

ETHERNET

ETHERNET

RADIO ENLACE (GANETA)

API-RT SERVER

SDS

NODO COMUNICACION TETRA (ZAMUDIO)

RED TRANSPORTE (ITELAZPI)

COMUNICACION EMERGENCIA (BACKUP)

MPLS CABB

(ADSL/GPRS)

RED TETRA ITELAZPI

BOMBEO ABASTECIMIENTO: ADSL - GPRS/TETRA

2 TARJ. CPU COM.

TARJETAS E/S

ROUTER TETRA

ROUTER ADSL/GPRS

ETHERNET

ETHERNET

DEPOSITO ABASTECIMIENTO: ADSL - GPRS/TETRA

2 TARJ. CPU COM.

TARJETAS E/S

ROUTER TETRA

ROUTER ADSL/GPRS

ETHERNET

ETHERNET

DEPOSITO REGULADOR: ADSL - GPRS/TETRA

2 TARJ. CPU COM.

TARJETAS E/S

ROUTER TETRA

ROUTER ADSL/GPRS

ETHERNET

ETHERNET

PEQUEÑAS ETAPS: ADSL - GRPS/TETRA

2 TARJ. CPU COM.

TARJETAS E/S

ROUTER TETRA

ROUTER ADSL/GPRS

PUESTO OPERACION

ETHERNET

ETHERNET

SWITCH

BOMBEO ABASTECIMIENTO: SHDSL - FO/TETRA

2 TARJ. CPU COM.

TARJETAS E/S

ROUTER TETRA

SWITCH SHDSL/ SWITCH FO

ETHERNET

ETHERNET

DEPOSITO ABASTECIMIENTO: SHDSL - FO/TETRA

2 TARJ. CPU COM.

TARJETAS E/S

ROUTER TETRA

SWITCH SHDSL/ SWITCH FO

ETHERNET

ETHERNET

✳ PAR HILOS Cu O FO

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A			

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA

BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	06-2013	MCS
	REVISADO	06-2013	MAE
	COMPROBADO	06-2013	JGL

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

ESQUEMA DE COMUNICACIONES
PCC - ESTACIONES ABASTECIMIENTO

REF. PROYECTO

REF. COLECC.

CODIGO PRISMA:

REV.:

HOJA: 01

ANT.: -

SIGUE: -

FICHERO: ESQUEMA COMUNICACIONES_PCC_ESTANDARES ABASTECIMIENTO.DWG

EDAR GALINDO

GALAXIA PERIFERICAS SANEAMIENTO

WINDOWS: WINDOWS SERVER 2008 STANDARD SP2 (GR+AOS).
WONDERWARE: IAS 3.1+SP3, INTOUCH 10.1+SP3, HISTORIAN 10.0+SP1, SQL SERVER 2008.

PUESTO DE OPERACION TELEMANDO SANEAMIENTO

TERMINAL SERVICES

HISTORIAN

SERVIDOR OBJETOS–1

REDUNDANCIA

SERVIDOR OBJETOS–2

ROUTER ADSL/GPRS

ETHERNET

FRONT–END (S7–400)

PS 407 (20 A) | CPU (416–2DP) | CP (ETH) | CP (SINAUT)

ETHERNET

(ADSL/GPRS) TIM 4R–IE TIM 1205

CPU–312

(TETRA/SHDSL)TIM 3V–IE TIM 4R–IE ADVANCED

QUANTUM TARJETAS COMUNIC.

CPU

SHDSL

TETRA

ROUTER TETRA

MAESTRA TETRA

TIM 4R TIM 1202

TIM 4R TIM 1203

TIM 4R TIM 1204

BUS MPI

Modem correspondiente (Cable 1 – Par 6)

Modem correspondiente (Cable 2 – Par 4)

Modem correspondiente (Cable 2 – Par 5)

MODEMs LINEA DEDICADA

SWITCHES SHDSL

BORNAS (LINEAS DEDICADAS Y RTD)

CABLE 1 (6 PARES)

CABLE 2 (6 PARES)

CABLE 3 (6 PARES)

RTD

RTD

MPLS CABB

(ADSL/GPRS)

RED TETRA ITELAZPI

BOMBEO SANEAMIENTO/TQ. TORMENTAS: ADSL – GPRS/TETRA

2 TARJ. CPU COM.

TARJETAS E/S

ROUTER TETRA

ROUTER ADSL/GPRS

ETHERNET

ETHERNET

ALIVIADERO SANEAMIENTO: ADSL – GPRS

TARJ. CPU COM.

TARJETAS E/S

ROUTER ADSL/GPRS

ETHERNET

PEQUEÑAS EDARS: ADSL – GPRS/TETRA

2 TARJ. CPU COM.

TARJETAS E/S

ROUTER TETRA

ROUTER ADSL/GPRS

PUESTO OPERACION

ETHERNET

ETHERNET

SWITCH

BOMBEO SANEAMIENTO: LINEA DEDICADA/TETRA

SWITCH SHDSL

2 TARJ. CPU COM.

TARJETAS E/S

ROUTER TETRA

ETHERNET

ETHERNET

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A			

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA

BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

		FECHA	FIRMA
ESCALA:			
	DIBUJADO	06-2013	MCS
	REVISADO	06-2013	MAE
	COMPROBADO	06-2013	JGL

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

ESQUEMA DE COMUNICACIONES
PCC - ESTACIONES SANEAMIENTO

REF. PROYECTO

REF. COLECC.

CODIGO PRISMA:

REV.:

HOJA: 01

ANT.: -

SIGUE: -

FICHERO: ESQUEMA COMUNICACIONES_PCC_ESTANDARES SANEAMIENTO.DWG

ROUTER ADSL/GPRS

ETHERNET

ACOMETIDA

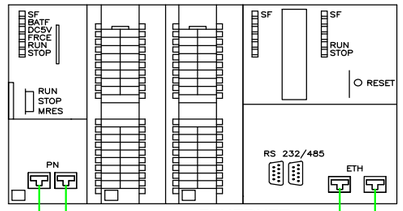
SWITCH (ANILLO)

ANILLO ETHERNET

ANILLO ETHERNET

CPU

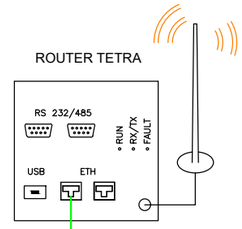
TIM 4R-IE



ETHERNET

ETHERNET

ROUTER TETRA



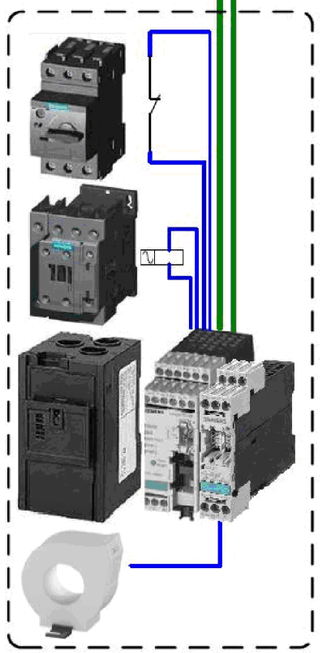
PANEL OPERADOR

ANILLO ETHERNET

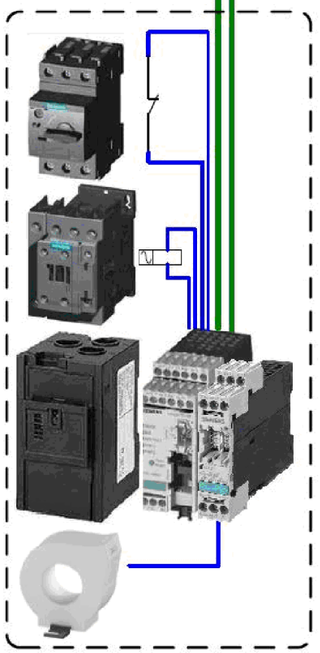
ANILLO ETHERNET

ANILLO ETHERNET

MOTOR 1



MOTOR N



D			
C			
B			
A			
REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA

BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA	SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO
	DIBUJADO	09-2014	MEG-P	ESQUEMA DE COMUNICACIONES ESTACIÓN (SIEMENS - SIMOCODE)	
	REVISADO	09-2014	IEP		REF. COLECC.
	COMPROBADO	09-2014	MBO		HOJA: 01

CODIGO PRISMA: | REV.:

ANT.: -

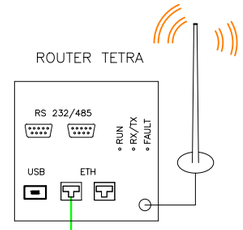
SIGUE: -

FICHERO: ESQUEMA COMUNICACIONES_SIMOCODE_SIEMENS.DWG

ROUTER ADSL/GPRS

ETHERNET

ROUTER TETRA



ETHERNET

SWITCH

ACOMETIDA

ETHERNET

PANEL OPERADOR

ETHERNET

MODBUS SERIE

ETHERNET

ETHERNET

MOTOR 1

MOTOR N

REPARTIDOR
MODBUS (LU9CG3)

MODBUS SERIE

MODBUS SERIE

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A			

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

		FECHA	FIRMA
ESCALA:			
	DIBUJADO	09-2014	MEG-P
	REVISADO	09-2014	IEP
	COMPROBADO	09-2014	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

ESQUEMA DE COMUNICACIONES ESTACIÓN
(SCHNEIDER - TESYS T)

REF. PROYECTO

REF. COLECC.

CODIGO PRISMA:

REV.:

HOJA: 01

ANT.: -

SIGUE: -

FICHERO: ESQUEMA COMUNICACIONES_TESYS T_SCHNEIDER.DWG

ESQUEMAS DESARROLLADOS

ESQUEMAS DESARROLLADOS

GENERALES

ET. ELECTRICO, CONTROL, COMUNICACIONES Y VISUALIZACION

PORTADA

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B	REVISIÓN GENERAL	MAY-20	
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

		FECHA	FIRMA
ESCALA:	DIBUJADO	05-2015	MCS
	REVISADO	05-2015	MAE
	COMPROBADO	05-2015	JGL

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

PORTADA

REF. PROYECTO

REF. COLECC.

CODIGO PRISMA:

REV.: B

HOJA: 00

ANT.: -

SIGUE: 0A

FICHERO: 00_PORTADA.DWG

INDICE DE HOJAS

HOJA	TITULO	REV.	FECHA	HOJA	TITULO	REV.	FECHA
00	PORTADA	B	MAY-20	31	ACOMETIDA GENERAL CCM - MÓDULO DE ENTRADAS DIGITALES	A	ABR-18
0A	INDICE DE HOJAS	B	MAY-20	32	ACOMETIDA GENERAL CCM - MÓDULO DE SALIDAS DIGITALES	A	ABR-18
01	CONDICIONES DE REPRESENTACIÓN	A	ABR-18	33	ACOMETIDA GENERAL CCM - MÓDULO DE ENTRADAS DIGITALES	A	ABR-18
02	CONDICIONES DE DENOMINACIÓN E IDENTIFICACIÓN	A	ABR-18				
03	SIMBOLOGÍA	A	ABR-18	50	CONFIGURACIÓN SAI 230VAC	A	MAY-20
04	SIMBOLOGÍA	A	ABR-18	51	DISTRIBUCIÓN TENSIONES SAI	A	MAY-20
				52	DISTRIBUCIÓN TENSIONES PLC	A	MAY-20
10	HOJA DE CARACTERÍSTICAS	A	ABR-18				
				80	MANIOBRA ANTIALIVIO	A	ABR-18
20	ACOMETIDA GENERAL CCM	A	ABR-18	81	MANIOBRA ANTIALIVIO	A	ABR-18
21	ACOMETIDA GENERAL CCM - CIRCUITO MANDO INT. GENERAL Y GRUPO ELECTRÓGENO	A	ABR-18				
22	ACOMETIDA GENERAL CCM	A	ABR-18	110	CIRCUITOS TIPO 5A Y 5B - SERVICIOS VARIOS	A	ABR-18
23	SERVICIOS AUXILIARES	A	ABR-18				
25	DISTRIBUCIÓN TENSIONES DE MANDO 230 V	A	ABR-18				
27	DISTRIBUCIÓN TENSIONES 24 Vca	A	ABR-18				
28	DISTRIBUCIÓN TENSIONES 24 Vcc	A	ABR-18				
30	ACOMETIDA GENERAL CCM - MÓDULO DE ENTRADAS DIGITALES	A	ABR-18				

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B	REVISIÓN GENERAL	MAY-20	
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

		FECHA	FIRMA
ESCALA:	DIBUJADO	05-2015	MCS
	REVISADO	05-2015	MAE
	COMPROBADO	05-2015	JGL

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

ÍNDICE DE HOJAS

REF. PROYECTO

REF. COLECC.

CODIGO PRISMA:

REV.: B

HOJA: 0A

ANT.: 00

SIGUE: 01

FICHERO: 0A_ÍNDICE DE HOJAS.DWG

CONDICIONES DE REPRESENTACION EN LOS ESQUEMAS

- TODOS LOS CIRCUITOS SIN TENSION DE ALIMENTACION
- TODOS LOS ACCIONAMIENTOS EN POSICION INTERMEDIA SIN ACTIVAR LOS FINALES DE CARRERA
- PULSADORES DE MANDO SIN ACTUAR
- INTERRUPTORES ABIERTOS
- AUTOMATICOS DE CONTROL ABIERTOS
- RELES DIFERENCIALES REARMADOS
- PULSADORES PARADA EMERGENCIA (DESENCLAVADOS)
- PUERTAS DE ARMARIOS CERRADAS
- PRESOSTATOS SIN PRESION
- POZOS Y DEPOSITOS SIN AGUA
- BOYAS DE NIVEL SIN NIVEL
- LAS DENOMINACIONES DE FUNCION DE PLC'S CORRESPONDEN A SEÑAL ACTIVADA CON VALOR A (1)

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	05-2015	MCS
	REVISADO	05-2015	MAE
	COMPROBADO	05-2015	JGL

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

CONDICIONES DE REPRESENTACIÓN

REF. PROYECTO

REF. COLECC.

CODIGO PRISMA:

REV.: A

HOJA: 01

ANT.: 0A

SIGUE: 02

FICHERO: 01_CONDICIONES DE REPRESENTACIÓN.DWG

DENOMINACION DE ELEMENTOS

LA DENOMINACION DE ELEMENTOS ESTA COMPUESTA POR NUMEROS Y LETRAS. LOS NUMEROS ANTERIORES A LAS LETRAS INDICAN LA PAGINA EN LA QUE ESTA UBICADO EL ELEMENTO. LAS LETRAS NOS DEFINEN EL TIPO DE ELEMENTO AL QUE NOS REFERIMOS. Y LOS NUMEROS POTERIORES A LAS LETRAS SEÑALAN LA COLUMNA EN LA QUE SE UBICA EL COMPONENTE DENTRO DE LA PAGINA.
VEASE EL EJEMPLO INFERIOR EN EL QUE EL 46 NOS REFERENCIARIA A LA HOJA 46 DE LOS PLANOS, EL QK NOS DIRIA QUE ES UNA PROTECCION DE MOTOR Y EL 3 SEÑALARIA QUE SE ENCUENTRA EN LA COLUMNA 3 DE LA PAGINA 46. EN EL CASO DE QUE AL FINAL DE LA REFERENCIA PUSIESE PUNTO C,D,E..NOS INDICARIA LA FILA DE LA PAGINA EN LA QUE SE ENCUENTRA,EN ESTE CASO, ESTARIA EN LA PAGINA 46 FILA C.

46QK3.C

TIPOS DE COMPONENTES:

QK=PROTECCION MOTOR
U Y P=ELEMENTOS ESPECIALES
D=DIFERENCIAL Y DETECTOR
M=MOTOR
Q=MAGNETOTERMICO
K=RELE Y CONTACTOR
B=BATERIA CONDENSADORES Y SONDA NIVEL
T=TOROIDALES Y TRANSFORMADORES
X=REPARTIDOR Y CARRIL
S=PULSADORES, INTERRUPTORES PUERTA, BOYAS...
R=RESISTENCIA
H=LAMPARA
X=ENCHUFES
G=SAI Y FUENTE DE ALIMENTACION
TE=RELE TERMISTENCIA
F=PROTECCION SONDA
V=VALVULA
1.X, 2.X, 4.X...= BORNEROS

DENOMINACION DE MANGUERAS

DESCRIPCION	SIMBOLOGÍA MANGUERA	NUMERO CORRELATIVO	GUIÓN	TIPO DE SERVICIO
GENÉRICA FUERA DE ESPECIFICACIÓN	W	1 AL 999	-	XX
FUERZA (ACOMETIDAS Y MOTORES)	W			F400
FUERZA MANDO 230 VCA	W			F230
FUERZA MANDO 24 VCC	W			F24
FUERZA MANDO TENSIÓN DESCONOCIDA	W			Fxxx
SEÑALES DE ENTRADAS DIGITALES	W			ED
SEÑALES DE SALIDAS DIGITALES	W			SD
SEÑALES DE ENTRADAS ANALÓGICAS	W			EA
SEÑALES DE SALIDAS ANALÓGICAS	W			SA
CABLES DE COMUNICACIONES COBRE	W			CC
CABLES DE COMUNICACIONES FIBRA	W			CF

COLORES DE CABLES:

C.A:	ROJO	MANDO
C.C:	AZUL	MANDO
ENCLAV:	NARANJA	CIRCUITOS DE ENCLAVAMIENTO DE MANDO ALIMENTADOS DESDE UNA FUENTE EXTERNA DE ENERGIA
R,S,T:	NEGRO	FUERZA
N:	AZUL CLARO	FUERZA
TIERRA:	AMARILLO/VERDE	PE
24 V.C.A:	BLANCO	

SIMBOLOGIA DE REFERENCIAS

EN TODA LA COLECCION PODEMOS ENCONTRARNOS CON ESTA FLECHA ➤(57-8) QUE NOS INDICA DONDE CONTINUA EL CABLE EN EL QUE ESTA SITUADA.
EN ESTE CASO NOS DIRIA QUE EL CABLE SEGUIRIA EN LA PAGINA 57 COLUMNA 8.

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	05-2015	MCS
	REVISADO	05-2015	MAE
	COMPROBADO	05-2015	JGL

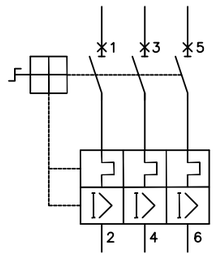
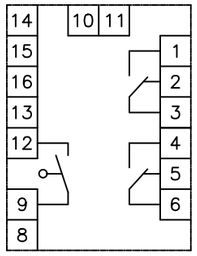
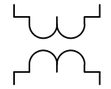
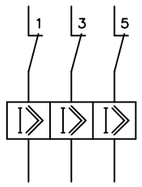
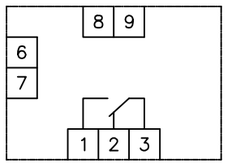
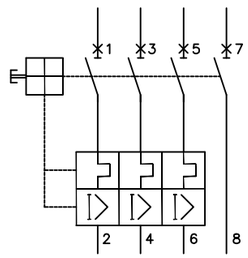
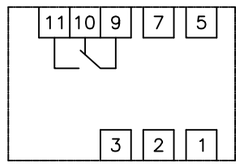
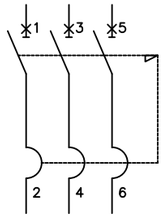
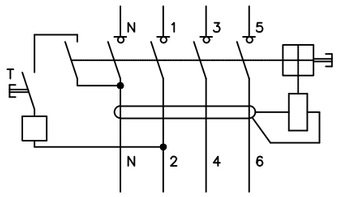
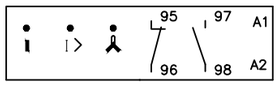
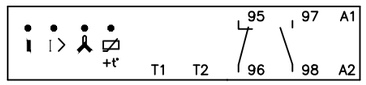
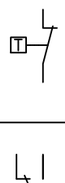
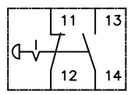
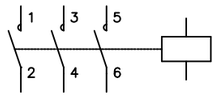
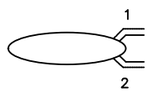
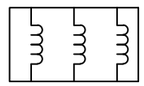
SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

CONDICIONES DE DENOMINACIÓN E IDENTIFICACIÓN

REF. PROYECTO | CODIGO PRISMA: | REV.: A

REF. COLECC. | HOJA: 02 | ANT.: 01 | SIGUE: 03

FICHERO: 02_CONDICIONES DE DENOMINACIÓN E IDENTIFICACIÓN.DWG

	DISYUNTOR MOTOR MAGNETOTERMICO		RELE LIMITADOR DE PAR		CONTACTO N. ABIERTO		TRANSFORMADOR TENSION
	ADITIVO LIMITADOR 100KA		RELE DIFERENCIAL		CONTACTO N. CERRADO		RESISTENCIA CALDEO
	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO POTENCIA		RELE DETECTOR NIVELES		PULSADOR		PUESTA TIERRA
	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETICO		INTERRUPTOR DIFERENCIAL		FINAL DE CARRERA		MOTOR
	RELE ELECTRONICO PROTECCION MOTOR SOBRECARGA ASIMETRIA–FALTA FASE		RELE ELECTRONICO PROTECCION MOTOR SOBRECARGA ASIMETRIA–FALTA FASE SOBRECALENTAMIENTO		SENSOR TEMPERATURA		VOLTIMETRO
	PULSADOR EMERGENCIA		CONTACTOR		CONTACTO COMUTADO		AMPERIMETRO
	TRANSFORMADOR TOROIDAL		TRANSFORMADOR INTENSIDAD		INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO CONTROL		LAMPARA
					ELECTROVALVULA		BORNA EQUIPO
					RELE AUXILIAR		BORNA CCM
					INDUCTANCIA DE LINEA		BORNA SINOPTICO
							BORNA PLC

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

		FECHA	FIRMA
ESCALA:			
	DIBUJADO	05-2015	MCS
	REVISADO	05-2015	MAE
	COMPROBADO	05-2015	JGL

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

REF. PROYECTO

REF. COLECC.

CODIGO PRISMA:

REV.: A

HOJA: 03

ANT.: 02

SIGUE: 04

FICHERO: 03_SIMBOLOGÍA.DWG

	CONECTOR DB9
	CONECTOR DB15
	CONECTOR DB25
	CONECTOR RJ45
	CONECTOR FIBRA OPTICA ST

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	05-2015	MCS
	REVISADO	05-2015	MAE
	COMPROBADO	05-2015	JGL

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

REF. PROYECTO

REF. COLECC.

CODIGO PRISMA:

REV.: A

HOJA: 04

ANT.: 03

SIGUE: 10

FICHERO: 04_SIMBOLOGÍA.DWG

CARACTERISTÍCAS DE CUADRO DEL CCM

Tensión de Potencia
Trifásica + Neutro + PE
Frecuencia
50hZ
Régimen de Neutro
TT
Mando y Señalización (Tensión Segura)
- Transformador 230Vca
- Transformador 24Vcav
- Fuente en Cuadro 24Vcc
Tensión Auxiliar Calefacción. Iluminación y Enchufes Armario
- Alimentación Interior 230Vca

Prueba Resistencia Aislamiento
(El aislamiento soporta la tensión de la prueba)

Fase a Fase:	Valor Prueba
Tensión Prueba (1000V) ->	>1000MΩ
Fase a Fase y Fase a Neutro:	
Tensión Prueba (1000V) ->	>1000MΩ
Fase a Tierra	
Tensión Prueba (1000V) ->	>1000MΩ

Rigidez Dieléctrica
(El dieléctrico soporta la tensión de la prueba)

Fase a Fase:	Valor Prueba
Tensión Prueba (1800V) ->	>1000MΩ
Fase a Fase y Fase a Neutro:	
Tensión Prueba (1800V) ->	>1000MΩ
Fase a Tierra	
Tensión Prueba (1800V) ->	>1000MΩ

Resistencia Intensidad Cortocircuito
50kA

Normas
IEC 61439-/61439-2
IEC 62208

Circuito de Potencia

Con Cable
H07Z1-K (AS) 450/750V
RZ1-K (AS) 0,6/ 1Kv
Mínima Sección 2,5mm²
Identificación fases color NEGRO
Identificación neutro color AZUL

Con Barras: Barra de cobre desnudo

Circuito de Control
H07Z1-K (AS) 450/750V
Sección de cable: 1,5mm²
Sección de cable para TI's : 2,5mm²

Color:
CA: ROJO
CC: AZUL
24Vca: BLANCO
Identificación Tierra: Verde /Amarillo

Identificación Cable:
Etiqueta Blanca Impresa en Letras Negras
Montada en Maguito Plástico

Texto; "KXXX :AA"

- KXXX, Identificación de Item
- AA, nº identidicativo borna conexión

Pintura: RAL 7035

Grado de Protección:
IP55 - 1K10

Peso Medio de la Columnas
XXX Kg.

Nº Columnas
XX Ud.

Compartimentación Interna Constructiva: 2b

Entrada canalización barras: Superior

Paso de Cables: Inferior

Acceso: Posterior

Barra de Tierra de Cobre: XXxX mm

Embarrado Horizontal y Vertical de Cobre: XXxXX mm

Embarrado de CU desnudo con tratamiento anticorrosivo.

NOTA: ESTE PLANO ES UNA HOJA DE CARACTERÍSTICAS EJEMPLO DE CUADRO CCM INTERIOR IGUALMENTE SE REALIZARA UNA HOJA DE CARACTERÍSTICAS PARA LOS CUADROS DE INTEMPERIE, ADAPTADO EN CADA CASO A SUS CARACTERÍSTICAS.

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

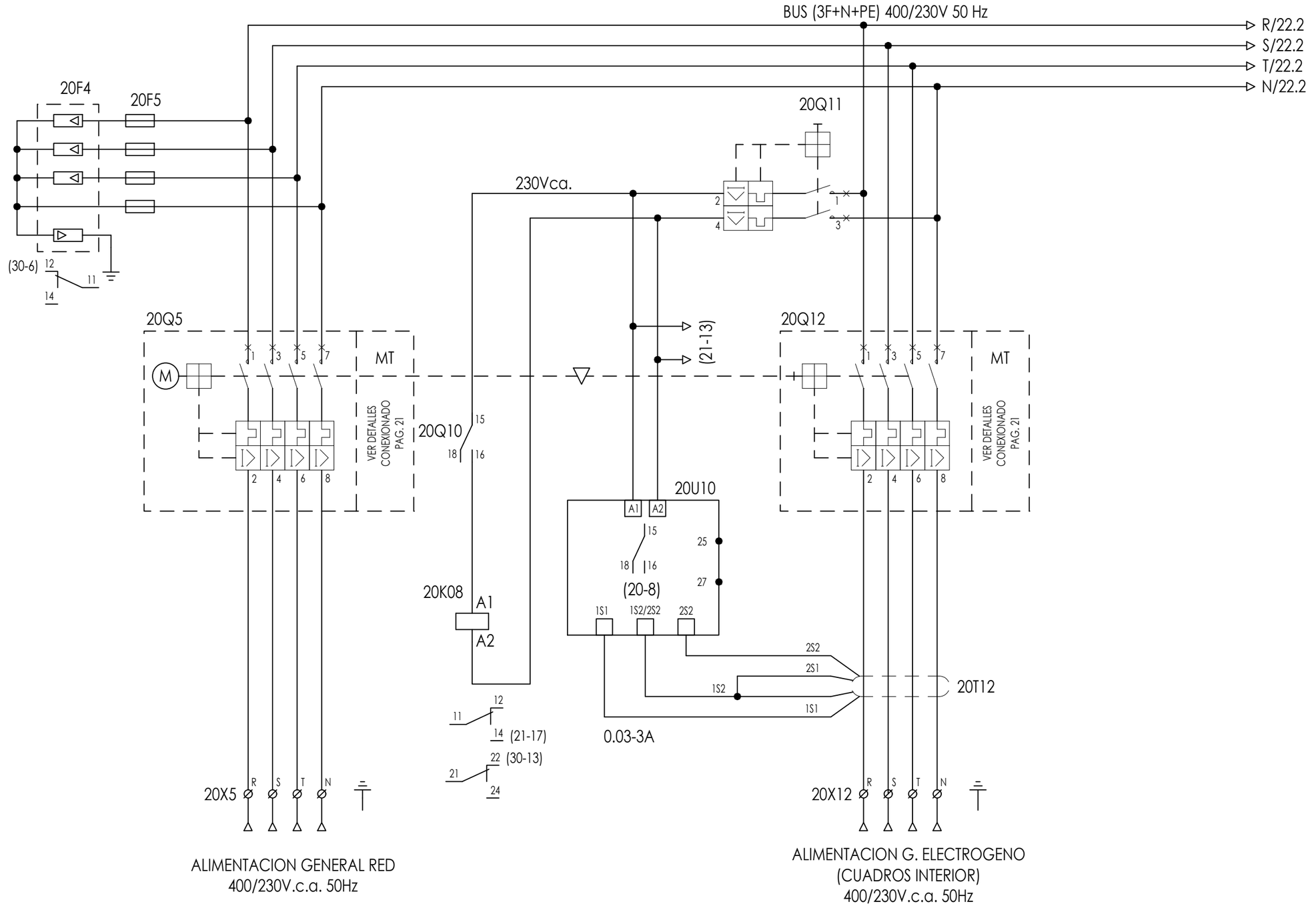
		FECHA	FIRMA
ESCALA:	DIBUJADO	04-2018	JGE
	REVISADO	04-2018	MAE
	COMPROBADO	04-2018	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

HOJA DE CARACTERÍSTICAS

REF. PROYECTO
REF. COLECC.
CODIGO PRISMA:
REV.: A
HOJA: 10
ANT.: 04
SIGUE: 20

ALIMENTACION GENERAL					
		ACOMETIDA RED	RELE	ACOMETIDA G. ELECTROGENO	
	PROTECCION	3F+N+PE	DIFERENCIAL	3F+N+PE	
	SOBRETENSIONES	400/230V 50Hz	REARME	400/230 V 50 Hz	



ALIMENTACION GENERAL RED
400/230V.c.a. 50Hz

ALIMENTACION G. ELECTROGENO
(CUADROS INTERIOR)
400/230V.c.a. 50Hz

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	04-2018	MEG-P
	REVISADO	04-2018	MAE
	COMPROBADO	04-2018	MBO

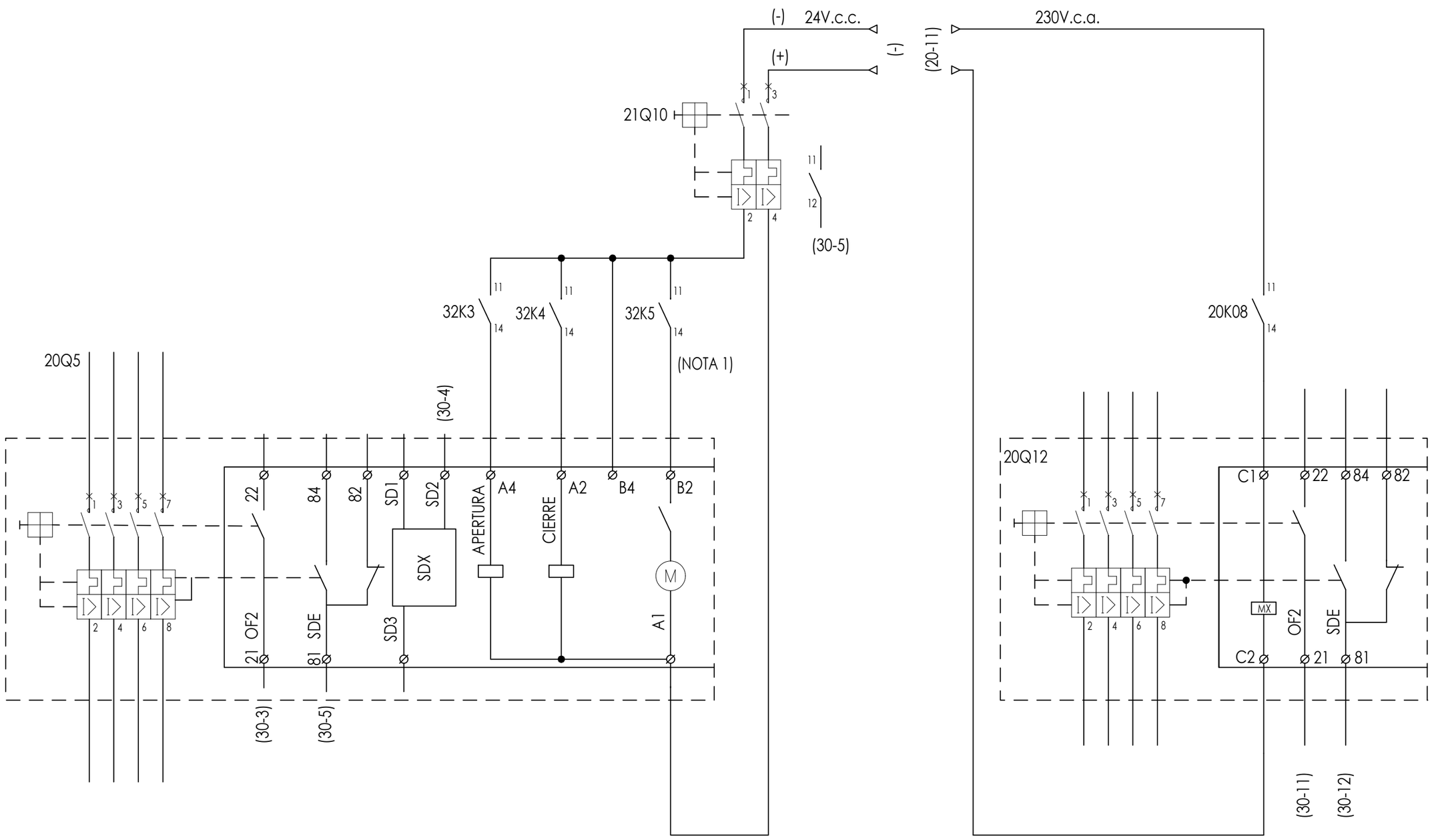
SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

ACOMETIDA GENERAL CCM

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: A
REF. COLECC.		HOJA: 20	ANT.: 10
			SIGUE: 21

FICHERO: 20_ACOMETIDA GENERAL CCM.DWG

CIRCUITO MANDO INTERRUPTOR GENERAL					CIRCUITO MANDO INTERRUPTOR G. ELECTROGENO		
	ORDEN	ORDEN	ORDEN			DISPARO POR	
	APERTURA	CIERRE	REARME			DIFERENCIAL	



NOTA 1: EL CIRCUITO DE REARME SE REALIZARA SEGÚN EL TIPO DE INTERRUPTOR

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	04-2018	MEG-P
	REVISADO	04-2018	MAE
	COMPROBADO	04-2018	MBO

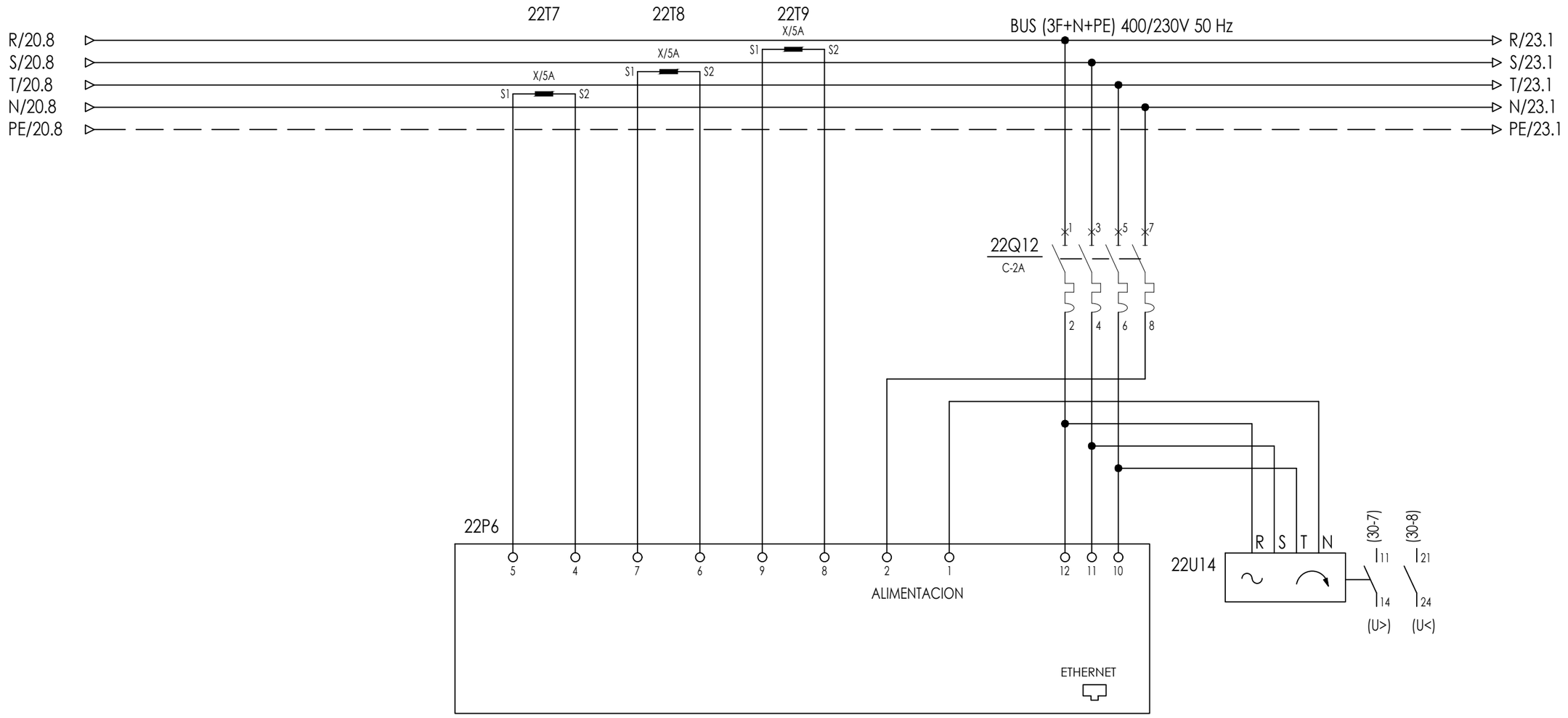
SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

ACOMETIDA GENERAL CCM
CIRCUITO MANDO INTERRUPTOR GENERAL
Y GRUPO ELECTRÓGENO

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: A
REF. COLECC.		HOJA: 21	ANT.: 20 / SIGUE: 22

FICHERO: 21_ACOMETIDA GENERAL CCM.DWG

	MEDIDAS ELÉCTRICAS	RELE CONTROL TENSION SOBRETENSION/SUBTENSION	



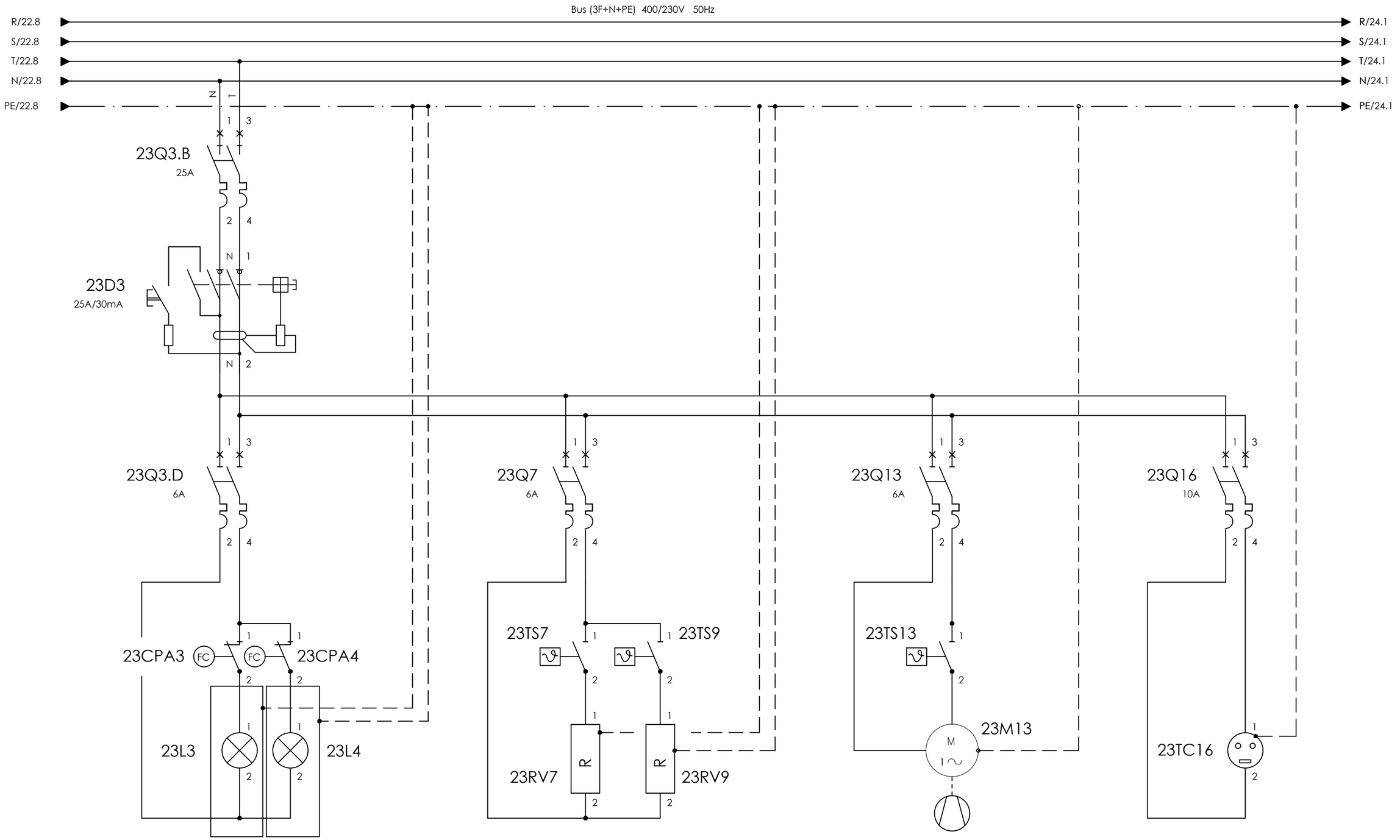
REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA	SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO / CODIGO PRISMA / REV.: A
	DIBUJADO	04-2018	MEG-P	ACOMETIDA GENERAL CCM	
	REVISADO	04-2018	MAE		REF. COLECC. / HOJA: 22 / ANT.: 21 / SIGUE: 23
	COMPROBADO	04-2018	MBO		

FICHERO: 22_ACOMETIDA GENERAL CCM.DWG

SERVICIOS AUXILIARES				
	ALUMBRADO ARMARIOS	CALEFACCION ARMARIOS	VENTILADOR ARMARIOS	TOMA CORRIENTE MONOFASICA



REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	04-2018	MEG-P
	REVISADO	04-2018	MAE
	COMPROBADO	04-2018	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

SERVICIOS AUXILIARES

REF. PROYECTO

REF. COLECC.

CODIGO PRISMA:

REV.: A

HOJA: 23

ANT.: 22

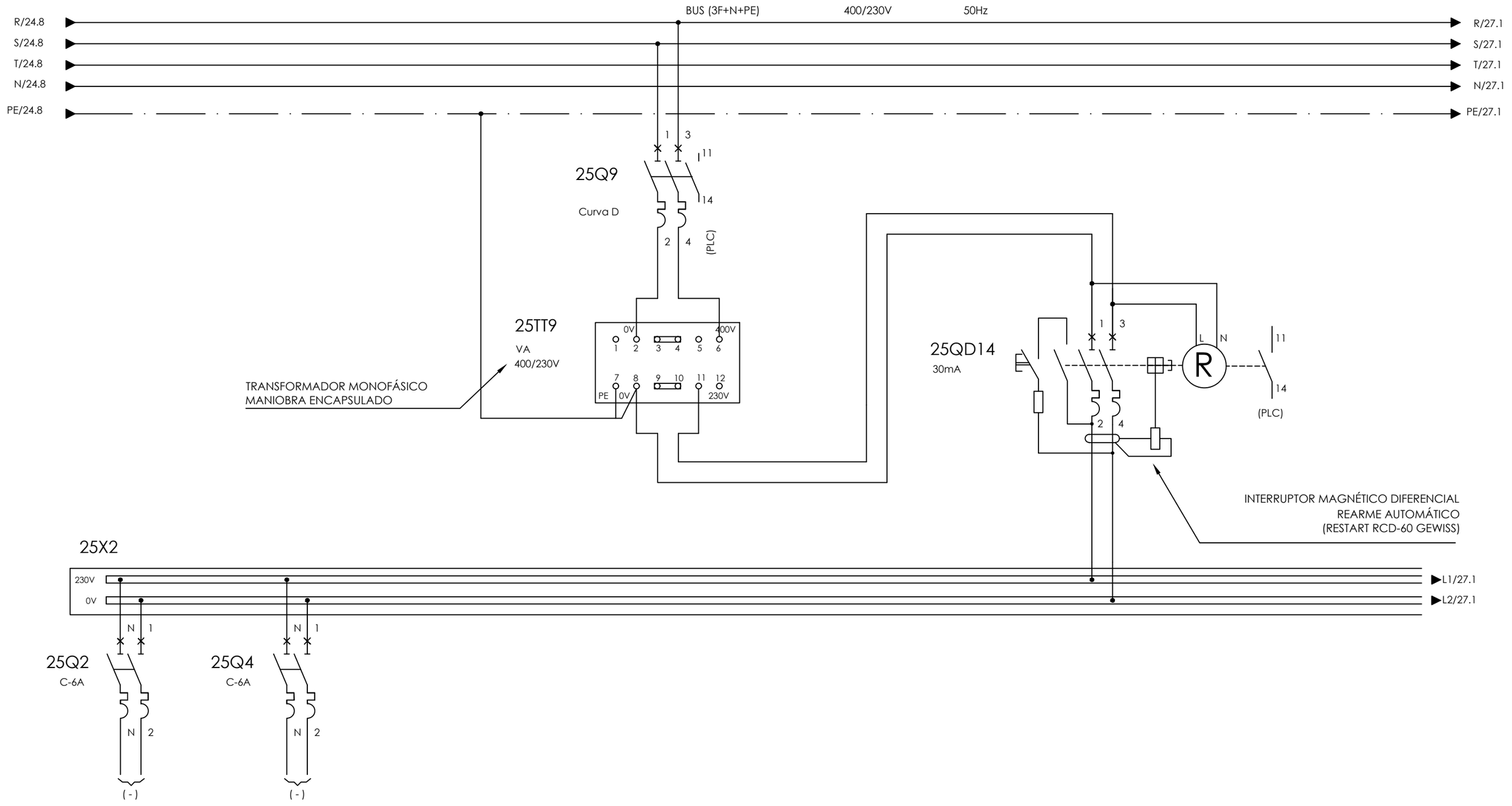
SIGUE: 25

FICHERO: 23_SERVICIOS AUXILIARES.DWG

DISTRIBUCIÓN TENSIONES MANDO 230V

ALIMENTACION CIRCUITOS DE MANDO

	CTO.1		CTO.2	



REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	04-2018	MEG-P
	REVISADO	04-2018	MAE
	COMPROBADO	04-2018	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

DISTRIBUCIÓN TENSIONES DE MANDO 230V

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: A
REF. COLECC.		HOJA: 25	ANT.: 23
			SIGUE: 27

FICHERO: 25_DISTRIBUCIÓN TENSIONES DE MANDO 230V.DWG

DISTRIBUCIÓN TENSIONES 24Vc.a.

	CTO.1		CTO.2	

BUS (3F+N+PE) 400/230V 50Hz

R/25.8 → R/28.1
S/25.8 → S/28.1
T/25.8 → T/28.1
N/25.8 → N/28.1
PE/25.8 → PE/25.1

27Q8
A
1 3 11 14
(30-10)
2 4

27TT8
TRANSFORMADOR MANIOBRA
MONOFASICO ENCAPSULADO
0V 230V 400V 460V
PE 0V 12V 24V
VA
400V/24V

27Q8.1
A
1 3 11 14
(30-10)
2 4

27X2
24V
0V

27Q2
C-A
1 3
2 4
(-)

27Q4
C-A
1 3
2 4
(-)

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	04-2018	MEG-P
	REVISADO	04-2018	MAE
	COMPROBADO	04-2018	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

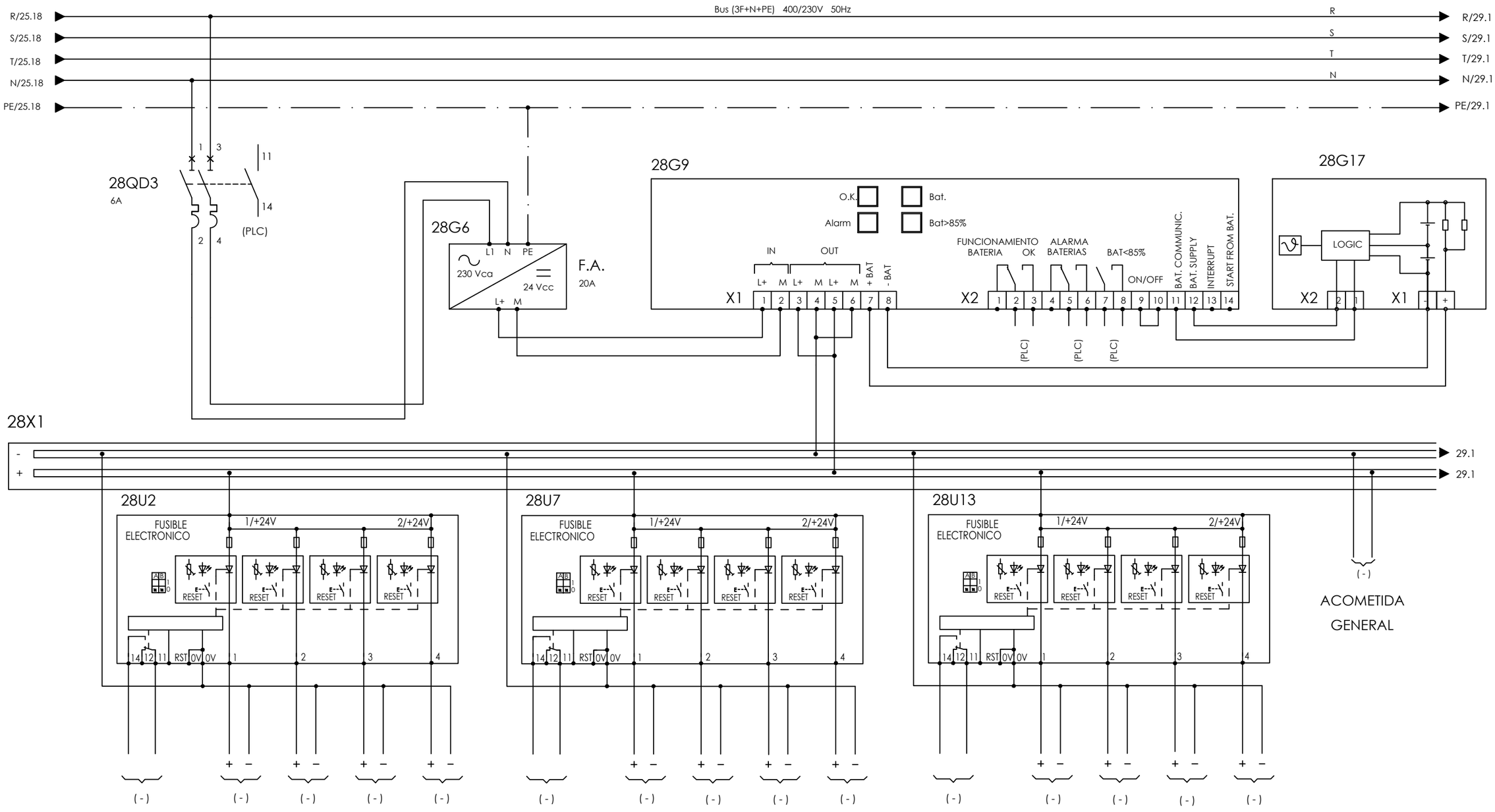
DISTRIBUCIÓN TENSIONES 24VCA

REF. PROYECTO
REF. COLECC.
CODIGO PRISMA:
REV.: A
HOJA: 27
ANT.: 25
SIGUE: 28

FICHERO: 27_DISTRIBUCIÓN TENSIONES 24Vca.DWG

DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES 24Vcc

FUSIBLE ELECTRÓNICO					FUSIBLE ELECTRÓNICO					FUSIBLE ELECTRÓNICO				MANIOBRA
CTO. 1	CTO. 2	CTO. 3	CTO. 4		CTO. 5	CTO. 6	CTO. 7	CTO. 8		CTO. 9	CTO. 10	CTO. 11	CTO. 12	INTERRUPTOR GENERAL



NOTAS :

1. PARA LOS PLCS SIEMENS LA ALIMENTACIÓN A LA CPU Y TIM SERÁ DEL MISMO FUSIBLE ELECTRÓNICO
2. EL PLC DEBE CONOCER EL ESTADO (ARMADO/DISPARADO) DE CADA FUSIBLE

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	04-2018	MEG-P
	REVISADO	04-2018	MAE
	COMPROBADO	04-2018	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

DISTRIBUCIÓN TENSIONES 24VCC

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: A
REF. COLECC.		HOJA: 28	ANT.: 27
			SIGUE: 30

FICHERO: 28_DISTRIBUCIÓN TENSIONES 24Vcc.DWG

ACOMETIDA GENERAL CCM																		
GENERAL INTERRUPOR AUTOMÁTICO					PROTEC.	CONTROL		INT. MANDO	INT. AUT.	INT. TRAFO	INT. AUT.							
CERRADO	TÉRMICO ARMADO	TÉRMICO + MAG. ARMADO			SOBRET. ACTIVO	TENSION U>	U<	ACOMETIDA ARMADO	TRAFO MANDO ARMADO	24Vca ARMADO	G. ELECTROGEN. EN SERVICIO	ARMADO		DIFEREN. ARMADO				

24V.c.c.

(+)

(-)

⌀ BORNAS CCM

■ BORNAS PLC

(31-1)

30X3 ■ 1

30X3 ⌀ 1

30X11 ■ 1

30X11 ⌀ 1

20Q5 22 21

20Q5 SD3 SD1 SD2

20Q5 84 81

20F4 11 12

22U14 11 14

22U14 21 24

21Q10 11 14

25QD14 11 14

25Q9 11 14

27Q8.1 11 14

27Q8 11 14

20Q12 22 21

20Q12 84 81

20K08 21 22

30X3 ⌀ 2 ⌀ 3 ⌀ 4 ⌀ 5 ⌀ 6 ⌀ 7 ⌀ 8 ⌀ 9

30X3 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9

30X11 ⌀ 2 ⌀ 4 ⌀ 5 ⌀ 6 ⌀ 7

30X11 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7

1 21 40 20 2 3 4 5 6 7 8 9 12 13 14 15 16 17 18 19

E8.0 E8.1 E8.2 E8.3 E8.4 E8.5 E8.6 E8.7 E9.0 E9.1 E9.2 E9.3 E9.4 E9.5 E9.6 E9.7

M

30U2

L+

RACK - POSICION

D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	
REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA

BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	04-2018	MEG-P
	REVISADO	04-2018	MAE
	COMPROBADO	04-2018	MBO

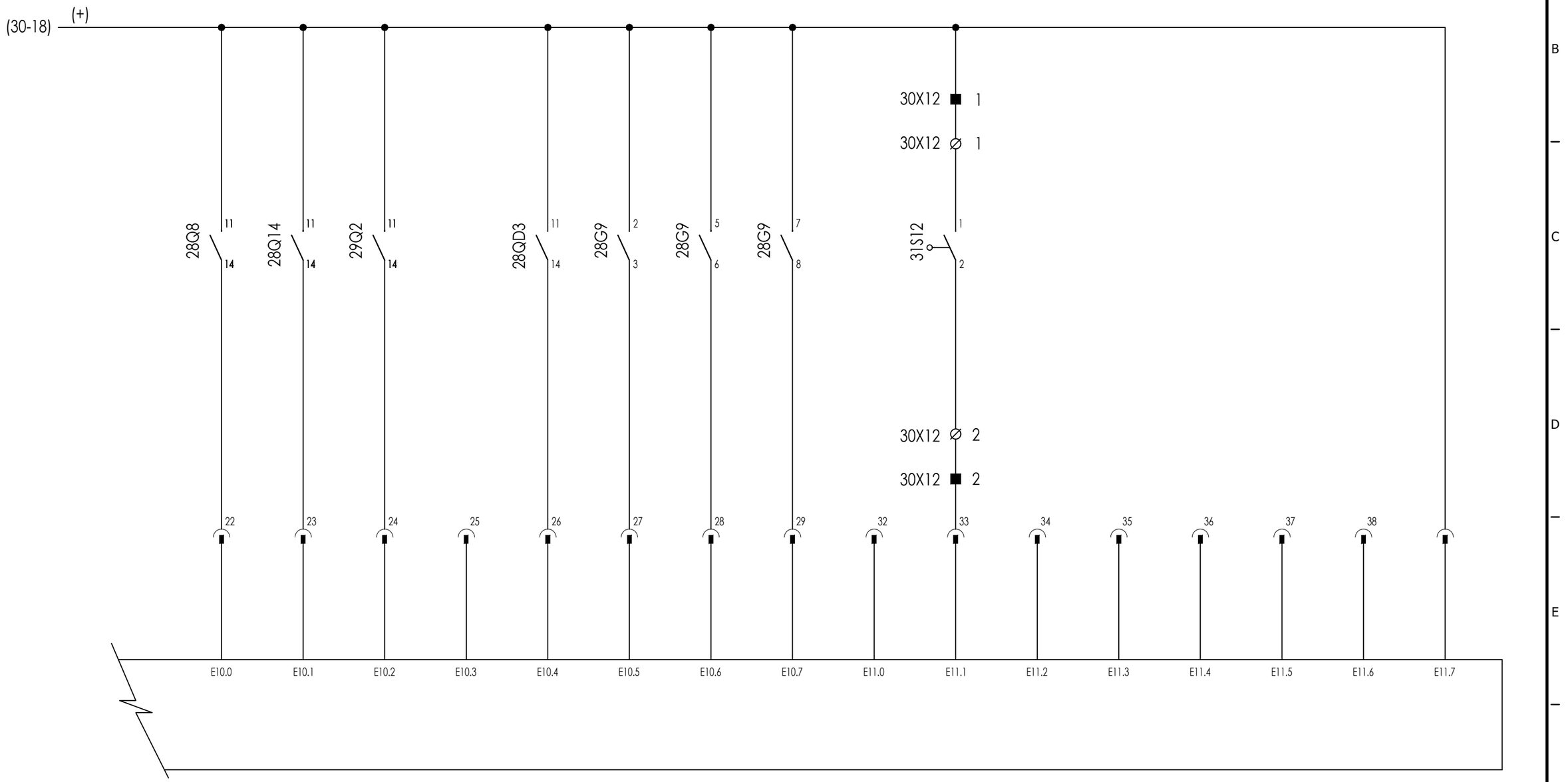
SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

ACOMETIDA GENERAL CCM
MÓDULO DE ENTRADAS DIGITALES

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: A
REF. COLECC.		HOJA: 30	ANT.: 28
			SIGUE: 31

FICHERO: 30_ACOMETIDA GENERAL CCM.DWG

FUSIBLE ELECTRONICO				INT. AUT.	UNIDAD CARGA Y CONMUTACIÓN						INT. AUTM.	
E.A.	S.D.	INSTRUM.		FA ~/=	TENSION	BATERIAS	BATERIAS		PUERTA		ED8.0	
ARMADO	ARMADO	ARMADO		230V/24Vcc	DE F.A.	OK	>85%		INSTALACION		ARMADO	
				ARMADO					CERRADA			



REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	04-2018	MEG-P
	REVISADO	04-2018	MAE
	COMPROBADO	04-2018	MBO

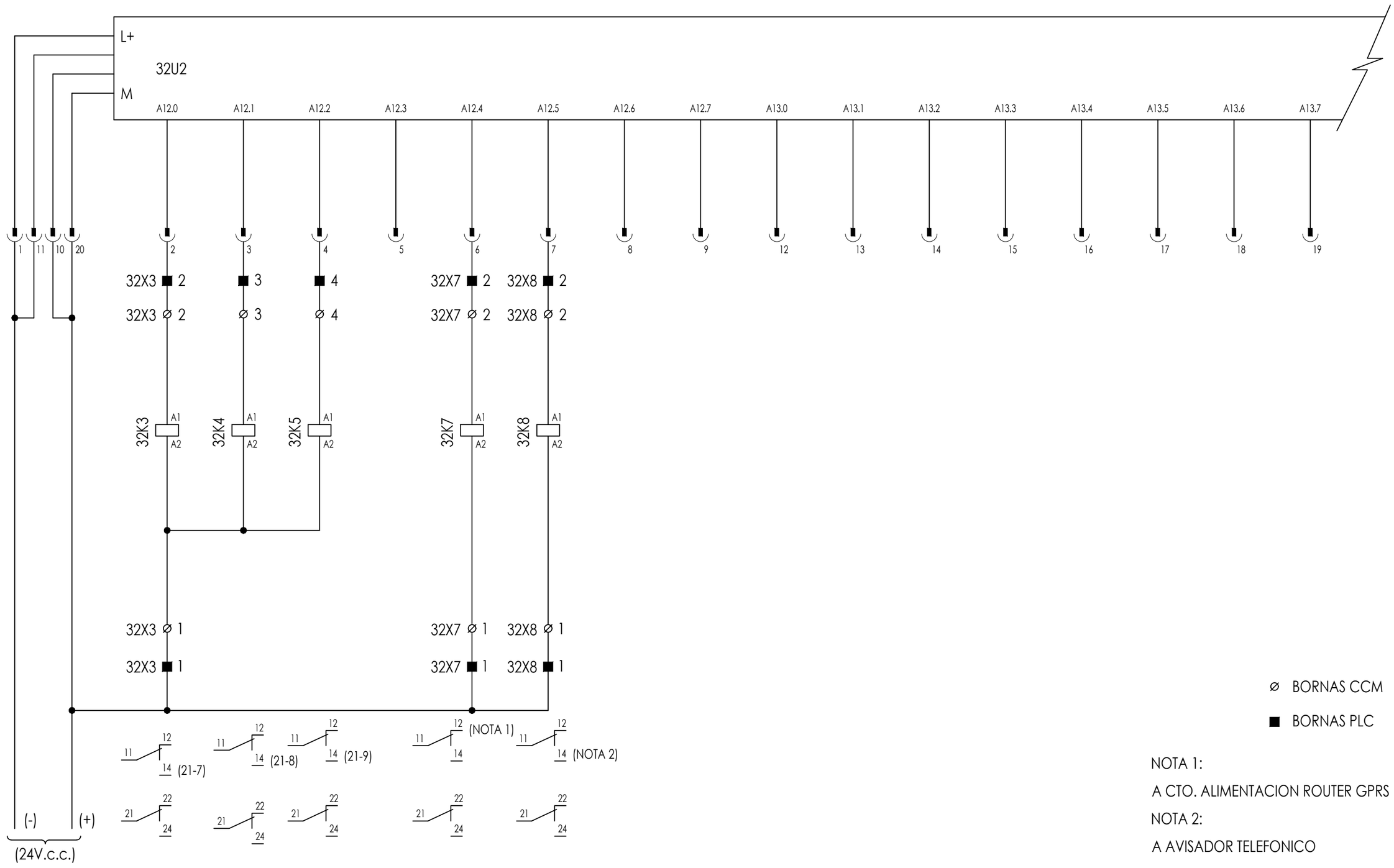
SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

ACOMETIDA GENERAL CCM
MÓDULO DE ENTRADAS DIGITALES

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: A
REF. COLECC.		HOJA: 31	ANT.: 30
			SIGUE: 32

FICHERO: 31_ACOMETIDA GENERAL CCM.DWG

	ACOMETIDA CCM					
INT. AUTOMATICO	INTERRUPTOR GENERAL				RESET	
	ORDEN	ORDEN	ORDEN		ROUTER	PLC
pagQcolumna	APERTURA	CIERRE	REARME		GPRS	RUN



⌀ BORNAS CCM

■ BORNAS PLC

NOTA 1:

A CTO. ALIMENTACION ROUTER GPRS

NOTA 2:

A AVISADOR TELEFONICO

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA

BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

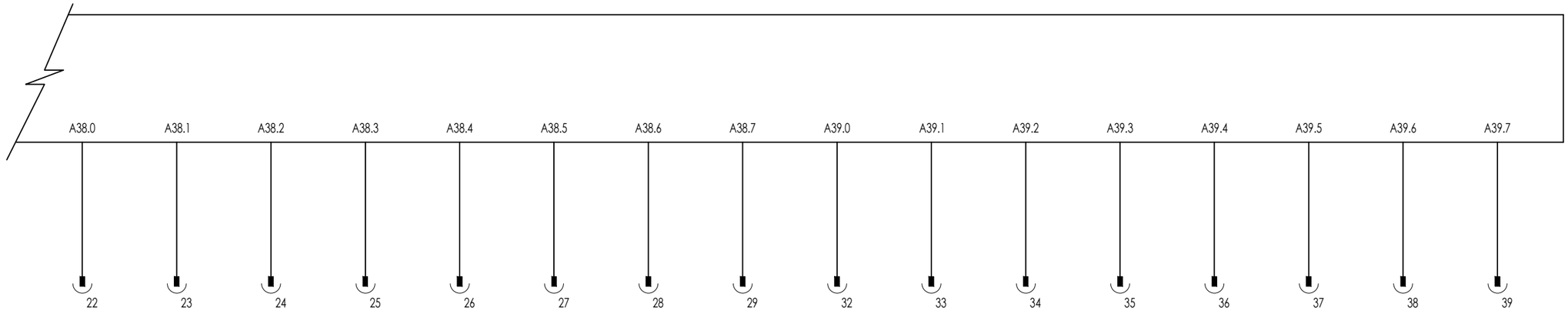
		FECHA	FIRMA
ESCALA:	DIBUJADO	04-2018	MEG-P
	REVISADO	04-2018	MAE
	COMPROBADO	04-2018	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

ACOMETIDA GENERAL CCM
MÓDULO DE SALIDAS DIGITALES

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: A
REF. COLECC.		HOJA: 32	ANT.: 31
			SIGUE: 33

FICHERO: 32_ACOMETIDA GENERAL CCM.DWG



REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

		FECHA	FIRMA
ESCALA:			
	DIBUJADO	04-2018	MEG-P
	REVISADO	04-2018	MAE
	COMPROBADO	04-2018	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

ACOMETIDA GENERAL CCM
MÓDULO DE SALIDAS DIGITALES

REF. PROYECTO

REF. COLECC.

CODIGO PRISMA:

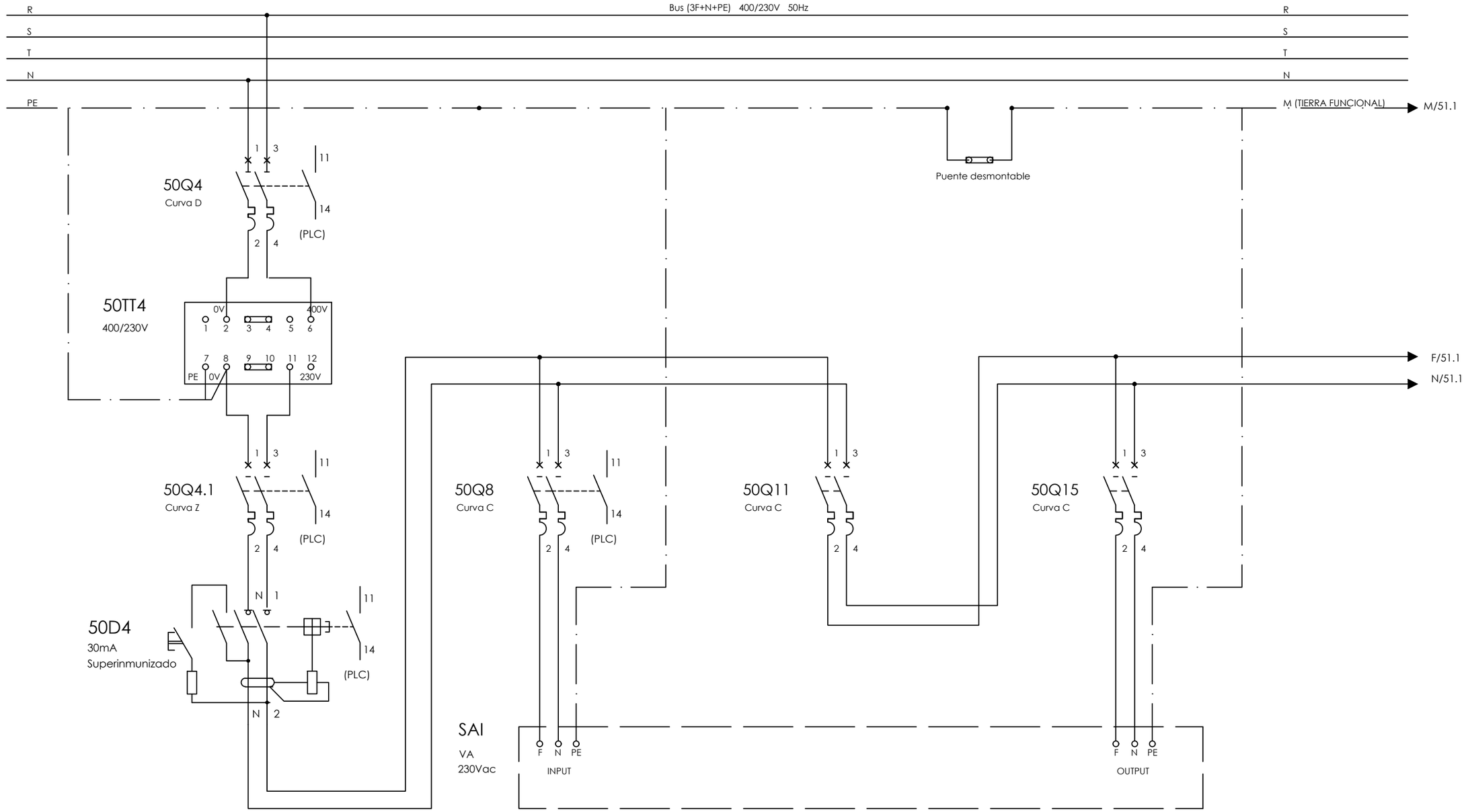
REV.: A

HOJA: 33

ANT.: 32

SIGUE: 50

FICHERO: 33_ACOMETIDA GENERAL CCM.DWG



REV.	MODIFICACION	FECHA	FIRMA
A	REVISIÓN GENERAL	MAY-20	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

		FECHA	FIRMA
ESCALA: S/E	DIBUJADO	05-2020	IGO
	REVISADO	05-2020	MAE
	COMPROBADO	05-2020	MBO

SISTEMA: ET ELECTR., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

CONFIGURACIÓN SAI 230VAC

REF. PROYECTO

REF. COLECC.

CODIGO PRISMA:

REV.: A

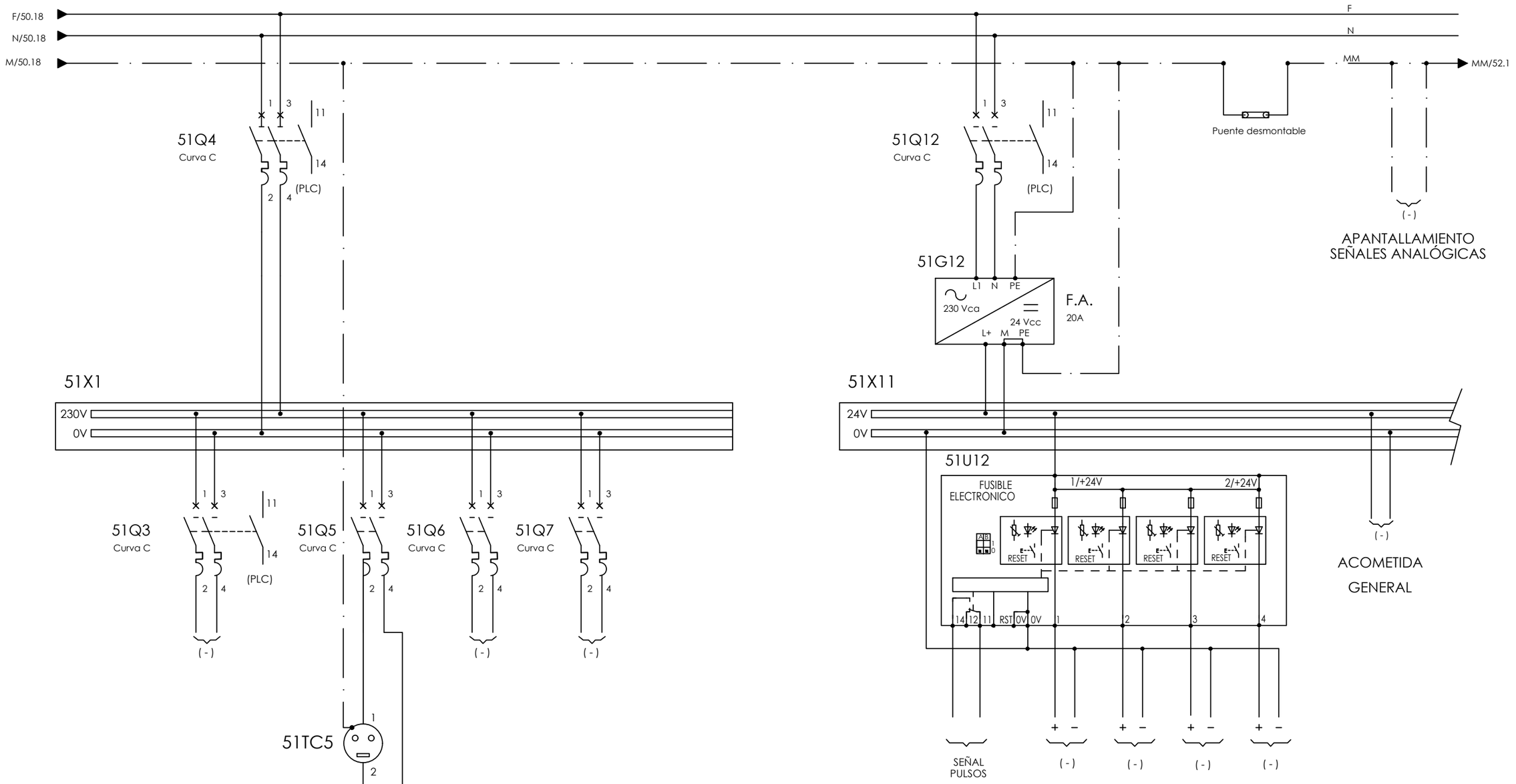
HOJA: 50

ANT.: 33

SIGUE: 51

FICHERO: 50_CONFIGURACIÓN SAI.DWG

ALIMENTACIONES SAI 230VAC						ALIMENTACIONES 24VCC				MANIOBRA	
INSTRUMENTACIÓN	T.C.	T.C.	OTROS			CTO. 1	CTO. 2	CTO. 3	CTO. 4	INTERRUPTOR	
	CUADRO	PC								GENERAL	



NOTAS :

1. EL PLC DEBE CONOCER EL ESTADO (ARMADO/DISPARADO) DE CADA FUSIBLE

REV.	MODIFICACION	FECHA	FIRMA
A	REVISIÓN GENERAL	MAY-20	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA: S/E		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	05-2020	IGO
	REVISADO	05-2020	MAE
	COMPROBADO	05-2020	MBO

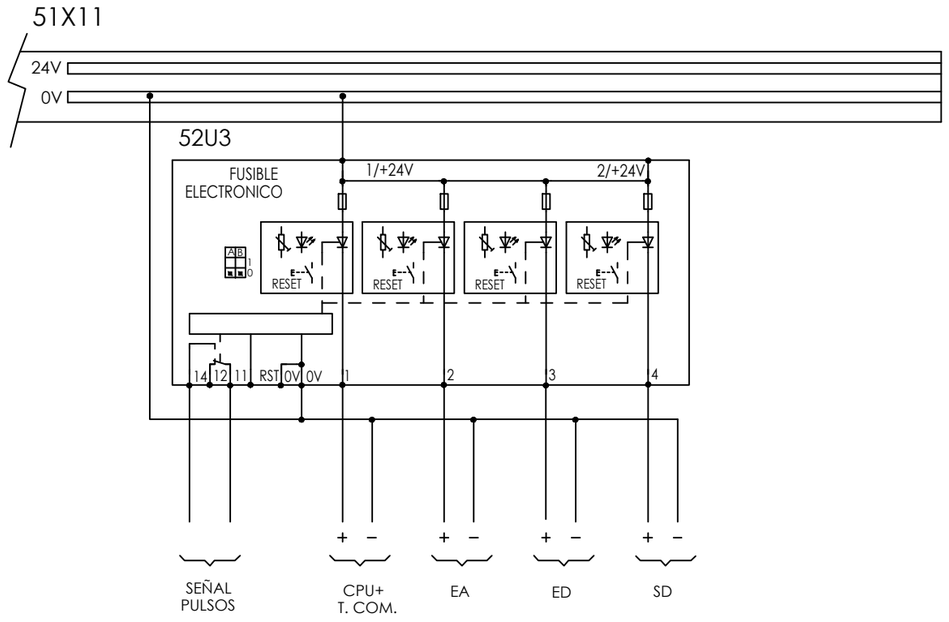
SISTEMA: ET ELECTR., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

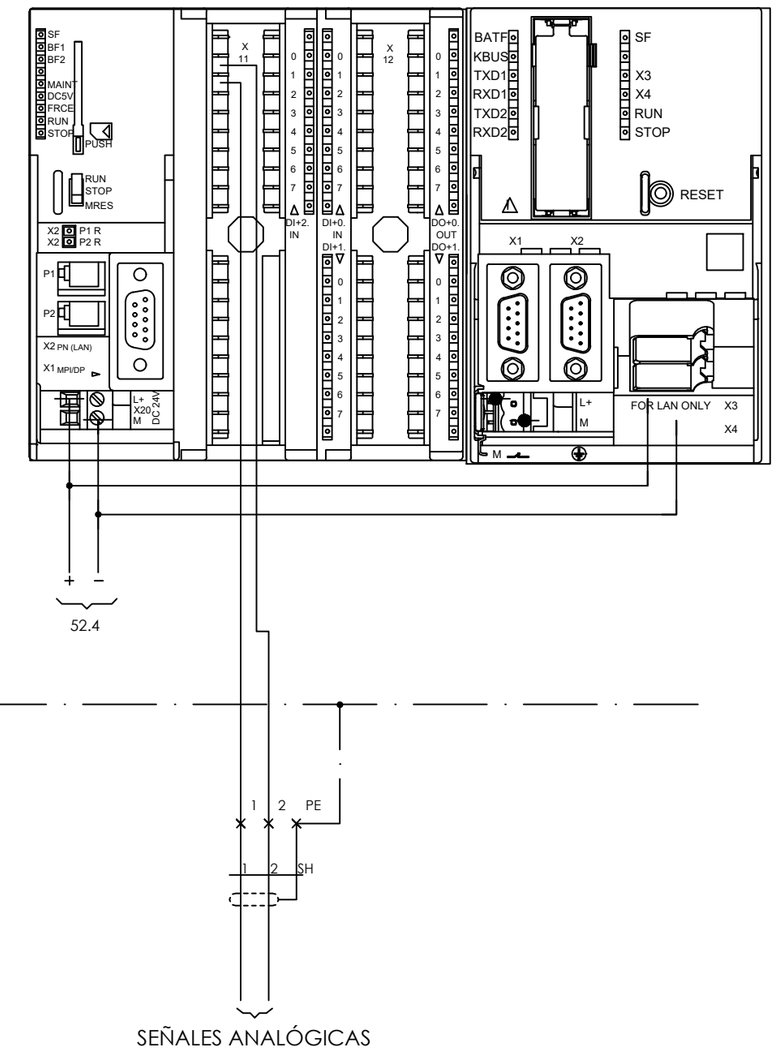
DISTRIBUCIÓN TENSIONES SAI 230VAC

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: A
REF. COLECC.		HOJA: 51	ANT.: 50
			SIGUE: 52

FICHERO: 51_DISTRIBUCIÓN TENSIONES SAI.DWG

ALIMENTACIONES 24VCC						DISTRIBUCIÓN PLC					
	CPU + TARJETA COM.	ENTRADAS ANALÓG.	ENTRADAS DIGITALES	SALIDAS DIGITALES		CPU	ENTRADAS ANALÓG.	ENTRADAS DIGITALES	SALIDAS DIGITALES	TARJETA COMUNIC.	





NOTAS :

1. PARA LOS PLCS SIEMENS LA ALIMENTACIÓN A LA CPU Y TIM SERÁ DEL MISMO FUSIBLE ELECTRÓNICO
2. EL PLC DEBE CONOCER EL ESTADO (ARMADO/DISPARADO) DE CADA FUSIBLE

REV.	MODIFICACION	FECHA	FIRMA
A	REVISIÓN GENERAL	MAY-20	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA: S/E		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	05-2020	IGO
	REVISADO	05-2020	MAE
	COMPROBADO	05-2020	MBO

SISTEMA: ET ELECTR., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

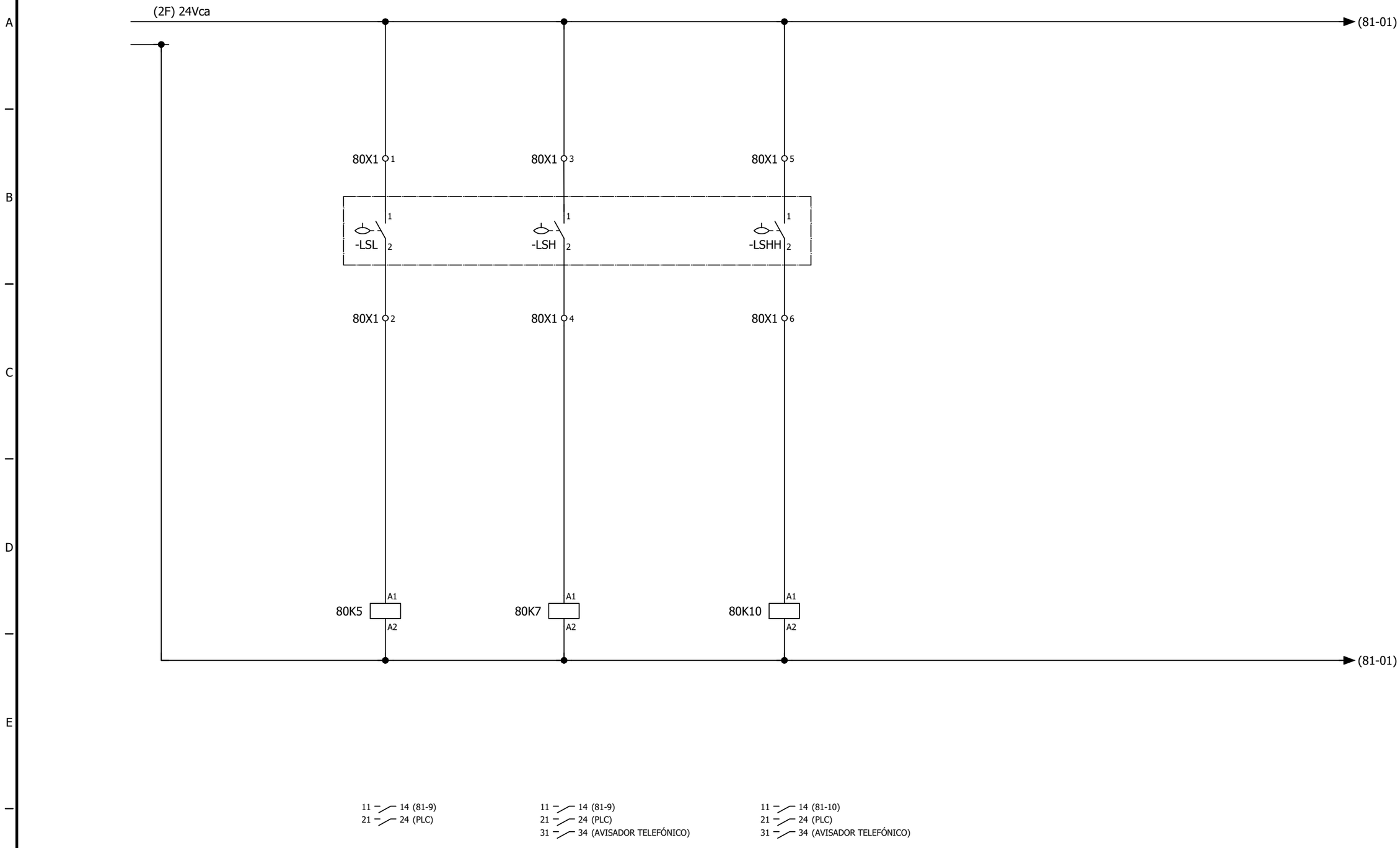
DISTRIBUCIÓN TENSIONES PLC 24VCC

REF. PROYECTO | CODIGO PRISMA: | REV.: A

REF. COLECC. | HOJA: 52 | ANT.: 51 | SIGUE: 80

FICHERO: 52_DISTRIBUCIÓN TENSIONES PLC.DWG

NIVELES CAMARA HUMEDA				ALIVIO CAMARA HUMEDA
BOYA NIVEL		BOYA NIVEL		BOYA NIVEL
MINIMO		MAXIMO		ALIVIO



REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	04-2018	JGE
	REVISADO	04-2018	MAE
	COMPROBADO	04-2018	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

MANIOBRA ANTIALIVIO

REF. PROYECTO

REF. COLECC.

CODIGO PRISMA:

REV.: A

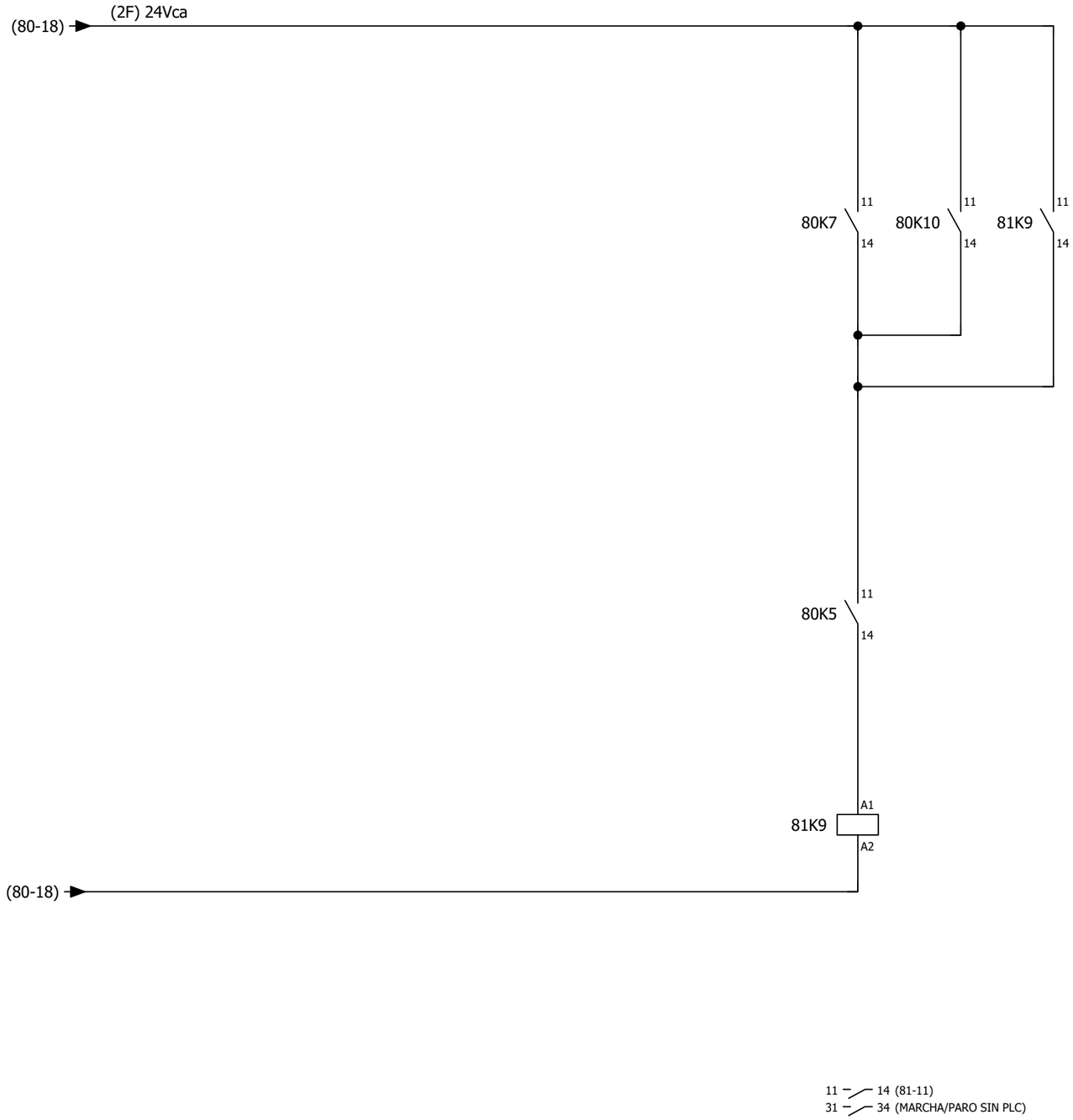
HOJA: 80

ANT.: 52

SIGUE: 81

FICHERO: 80_MANIOBRA ANTIALIVIO.DWG

MANIOBRA ANTIALIVIO		
MARCHA		
BOMBAS	REALIMENTACION	



11 — 14 (81-11)
31 — 34 (MARCHA/PARO SIN PLC)

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	04-2018	JGE
	REVISADO	04-2018	MAE
	COMPROBADO	04-2018	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

MANIOBRA ANTIALIVIO

REF. PROYECTO

REF. COLECC.

CODIGO PRISMA:

REV.: A

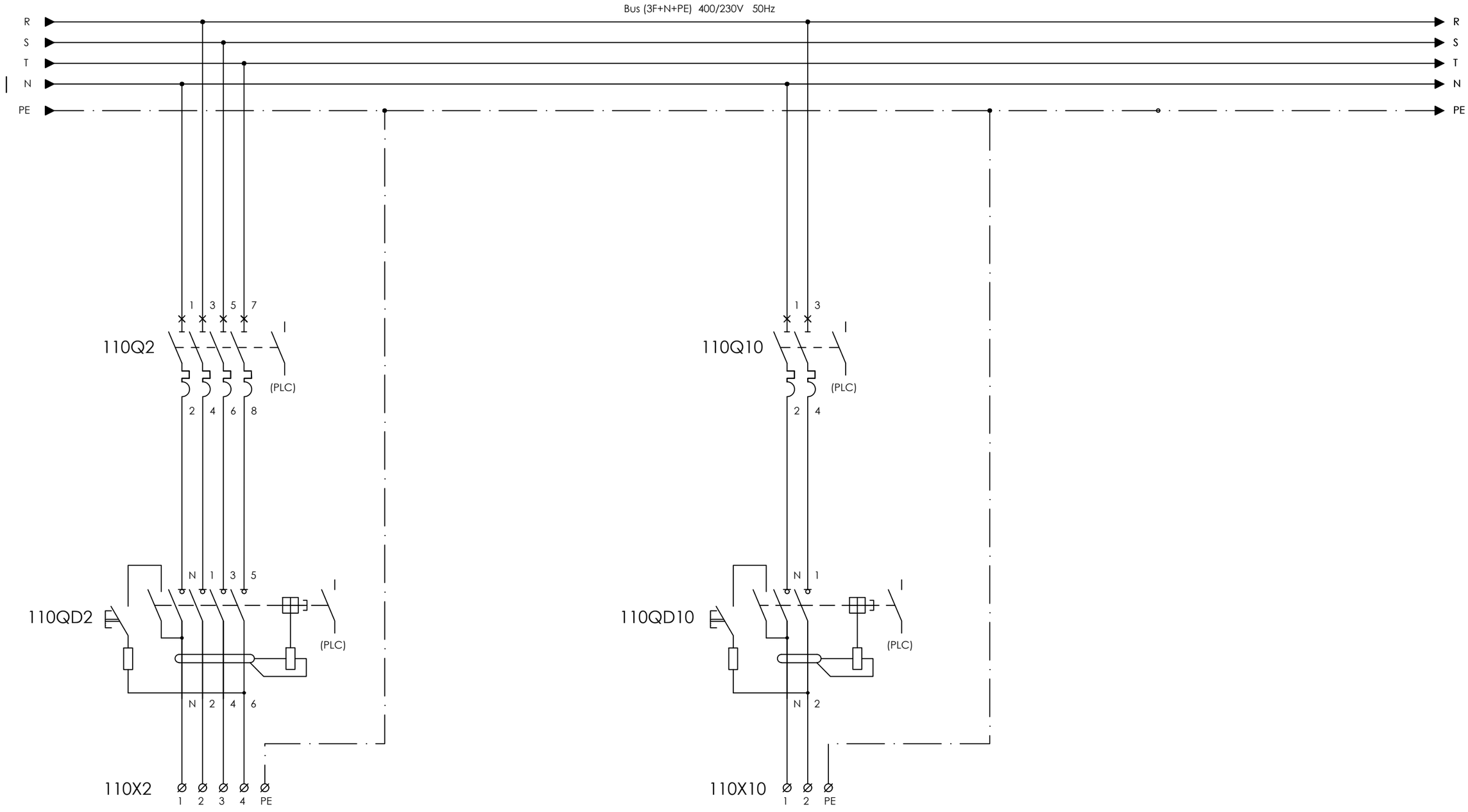
HOJA: 81

ANT.: 80

SIGUE: 110

FICHERO: 81_MANIOBRA ANTIALIVIO.DWG

CIRCUITO TIPO 5A	CIRCUITO TIPO 5B



REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	04-2018	MEG-P
	REVISADO	04-2018	MAE
	COMPROBADO	04-2018	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

CIRCUITOS TIPO 5A Y 5B
SERVICIOS VARIOS

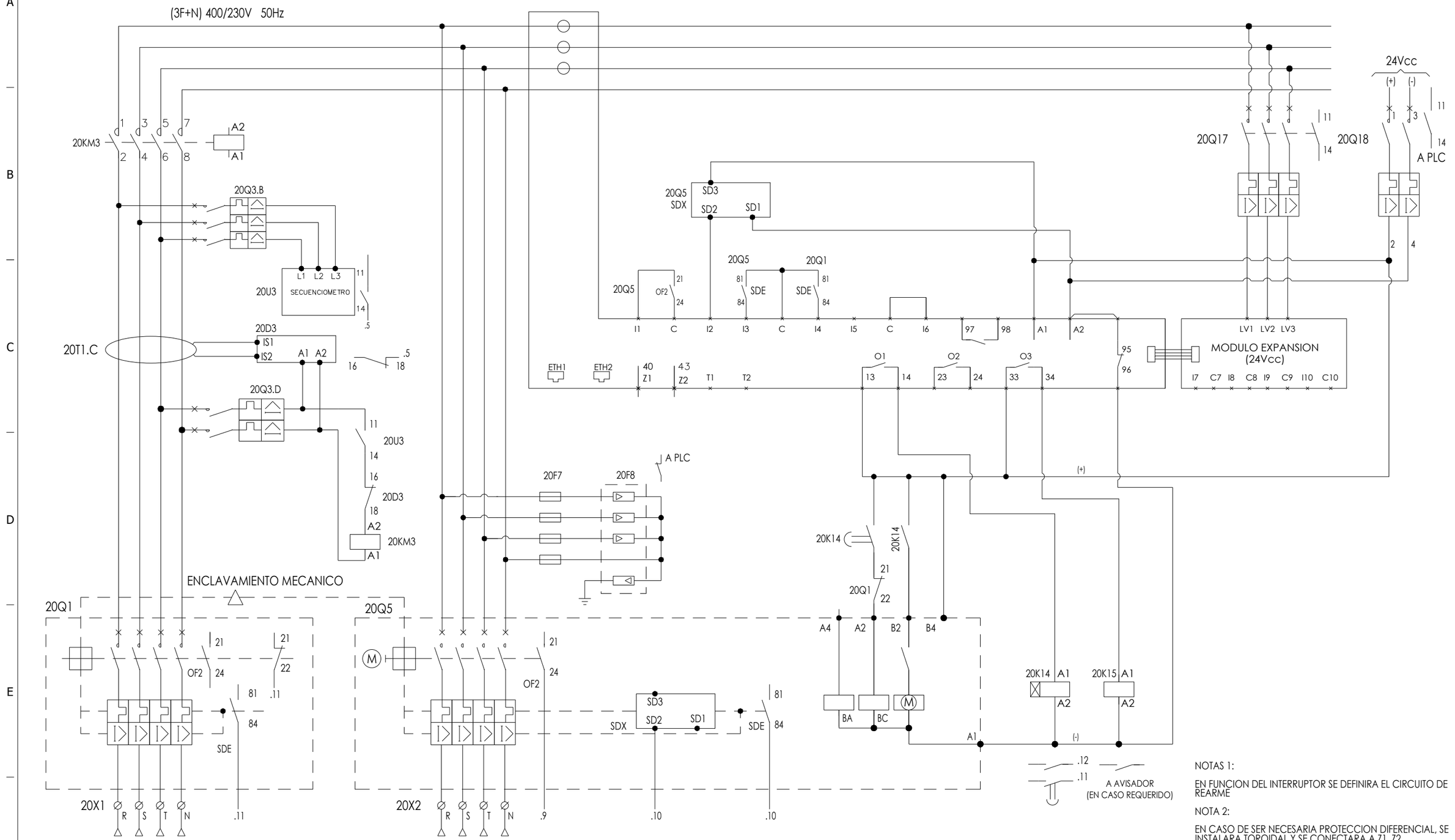
REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: A
REF. COLECC.		HOJA: 110	ANT.: 81
			SIGUE: -

FICHERO: 110_CIRCUITOS TIPO 5A Y 5B.DWG

ESQUEMAS DESARROLLADOS

TIPO SCHNEIDER

ACOMETIDA	ACOMETIDA	PROTECCION	INTERRUPTOR GENERAL			FALLO	SUPERVISON Y ANALIZADOR	ALIMENTADOR
GRUPO	GENERAL	SOBRETENSIONES	EN SERVICIO	ARMADO	REARME / CIERRE	TENSION	ACOMETIDA	AUXILIAR
ELECTROGENO						GENERAL		



NOTAS 1:

EN FUNCION DEL INTERRUPTOR SE DEFINIRA EL CIRCUITO DE REARME

NOTA 2:

EN CASO DE SER NECESARIA PROTECCION DIFERENCIAL, SE INSTALARA TOROIDAL Y SE CONECTARA A Z1, Z2

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	
B	INCLUIDO FALLO TENSIÓN GENERAL	AGO-16	
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	DIC-15	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	04-2017	MBG
	REVISADO	04-2017	MBO
	COMPROBADO	04-2017	MBO

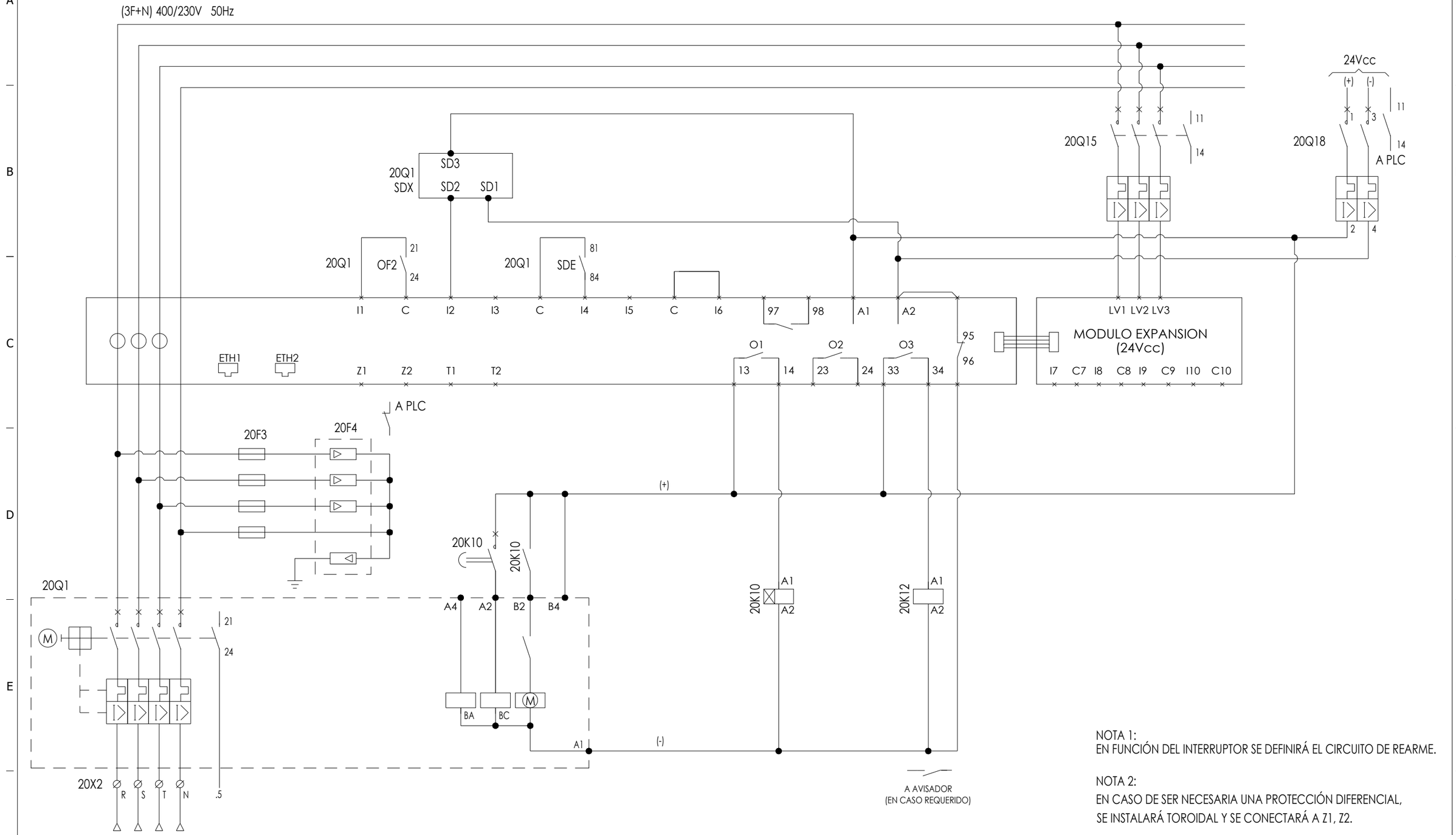
SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

ACOMETIDA GENERAL PEQUEÑAS INSTALACIONES CON G. ELECTRÓGENO SIN CONMUTACIÓN AUTOMÁTICA OPCIÓN SCHNEIDER

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: C
REF. COLECC.		HOJA: 20	ANT.:
			SIGUE:

FICHERO: ACOMETIDA GENERAL CON GRUPO ELECTRÓGENO SIN CONMUTACIÓN AUTOMÁTICA_OPCIÓN SCHNEIDER_20.DWG

ACOMETIDA GENERAL	PROTECCION SOBRETENSION	INTERRUPTOR GENERAL			FALLO TENSION GENERAL		SUPERVISON Y ANALIZADOR ACOMETIDA	ALIMENTADOR AUXILIAR
		EN SERVICIO	ARMADO	REARME/CIERRE				



NOTA 1:
EN FUNCIÓN DEL INTERRUPTOR SE DEFINIRÁ EL CIRCUITO DE REARME.

NOTA 2:
EN CASO DE SER NECESARIA UNA PROTECCIÓN DIFERENCIAL,
SE INSTALARÁ TOROIDAL Y SE CONECTARÁ A Z1, Z2.

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	
B	INCLUIDO FALLO TENSIÓN GENERAL	AGO-16	
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	DIC-15	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	12-2015	MBG
	REVISADO	12-2015	MBO
	COMPROBADO	12-2015	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

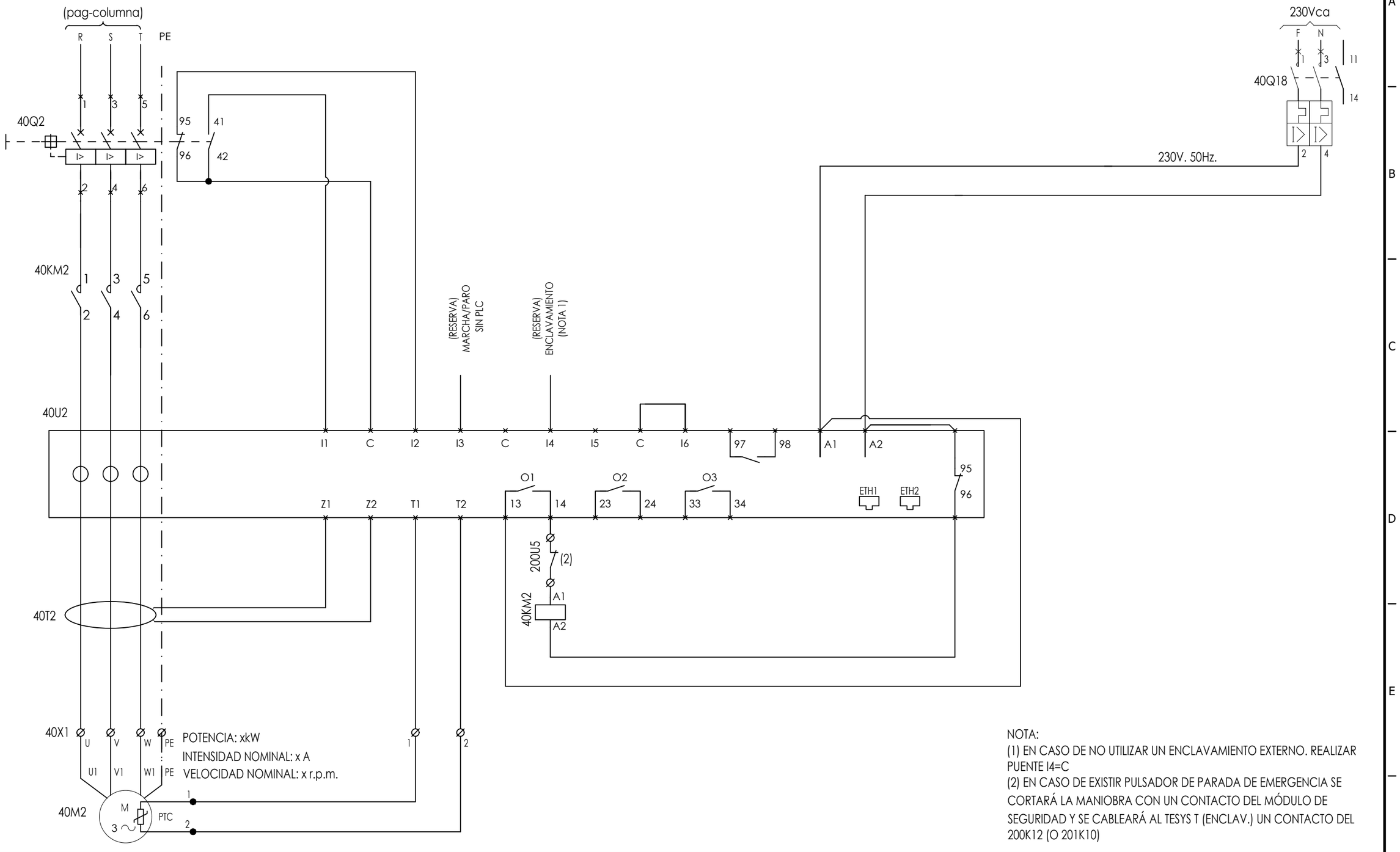
ACOMETIDA GENERAL PEQUEÑAS INSTALACIONES
OPCIÓN SCHNEIDER

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: C
REF. COLECC.		HOJA: 20	ANT.:
			SIGUE:

FICHERO: ACOMETIDA GENERAL PEQUEÑAS INSTALACIONES_OPCIÓN SCHNEIDER_20.DWG

ARRANQUE DIRECTO - ARRANQUE BOMBA ACHIQUE (P ≤ 9 kW)

CIRCUITO DE FUERZA 400Vc.a.	CIRCUITO DE MANDO 230Vc.a			
	INTERRUPTOR		ORDEN	INT. AUTOMÁTICO
	EN SERVICIO	ARMADO	MARCHA	



NOTA:
(1) EN CASO DE NO UTILIZAR UN ENCLAVAMIENTO EXTERNO. REALIZAR PUENTE I4=C
(2) EN CASO DE EXISTIR PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA SE CORTARÁ LA MANIOBRA CON UN CONTACTO DEL MÓDULO DE SEGURIDAD Y SE CABLEARÁ AL TESYS T (ENCLAV.) UN CONTACTO DEL 200K12 (O 201K10)

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19	
B	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	DIC-15	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	12-2015	MBG
	REVISADO	12-2015	MBO
	COMPROBADO	12-2015	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

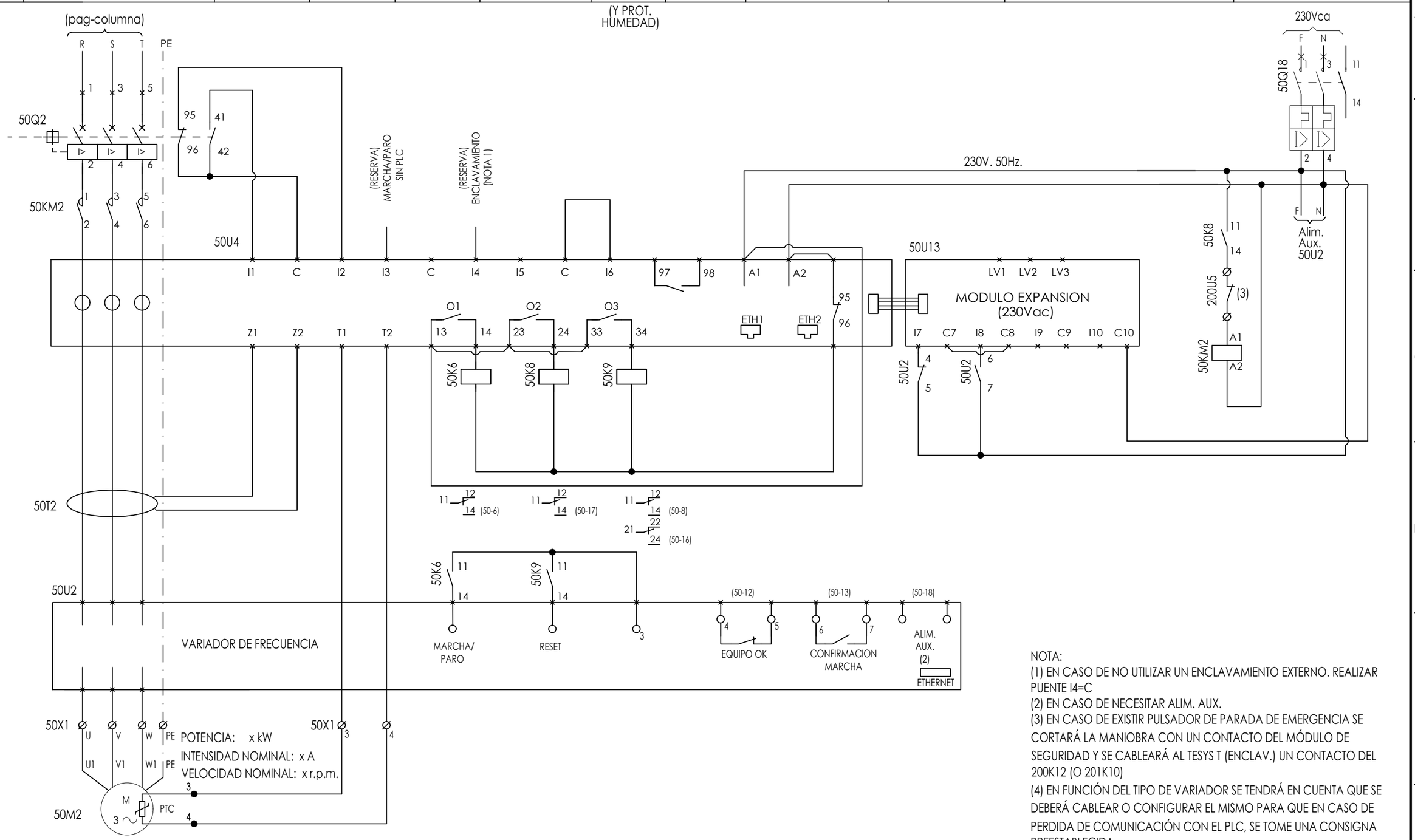
CIRCUITO TIPO 1A-1A0 - OPCIÓN SCHNEIDER
ARRANQUE DIRECTO - ARRANQUE BOMBA ACHIQUE
PARA MOTORES P ≤ 9kW

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: C
REF. COLECC.		HOJA: 40	ANT.:
			SIGUE:

FICHERO: CIRCUITO CIR-01A-1A0_SCHNEIDER_40.DWG

ARRANQUE CON VARIADOR (P ≤ 5 kW)

CIRCUITO DE POTENCIA	CIRCUITO DE MANDO 230V.c.a.								
400 V.c.a.	INTERRUPTOR		VARIADOR DE FRECUENCIA						INT. AUTOMATICO
	EN SERVICIO	ARMADO	O. MARCHA	O. CIERRE CONTAC.	RESET DRIVE (Y PROT. HUMEDAD)		EQUIPO OK	CONFIRM. MARCHA	



NOTA:
(1) EN CASO DE NO UTILIZAR UN ENCLAVAMIENTO EXTERNO. REALIZAR PUENTE I4=C
(2) EN CASO DE NECESITAR ALIM. AUX.
(3) EN CASO DE EXISTIR PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA SE CORTARÁ LA MANIOBRA CON UN CONTACTO DEL MÓDULO DE SEGURIDAD Y SE CABLEARÁ AL TESYS T (ENCLAV.) UN CONTACTO DEL 200K12 (O 201K10)
(4) EN FUNCIÓN DEL TIPO DE VARIADOR SE TENDRÁ EN CUENTA QUE SE DEBERÁ CABLEAR O CONFIGURAR EL MISMO PARA QUE EN CASO DE PERDIDA DE COMUNICACIÓN CON EL PLC, SE TOME UNA CONSIGNA PREESTABLECIDA.

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19	
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	DIC-15	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	08-2017	MBG
	REVISADO	08-2017	MBO
	COMPROBADO	08-2017	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

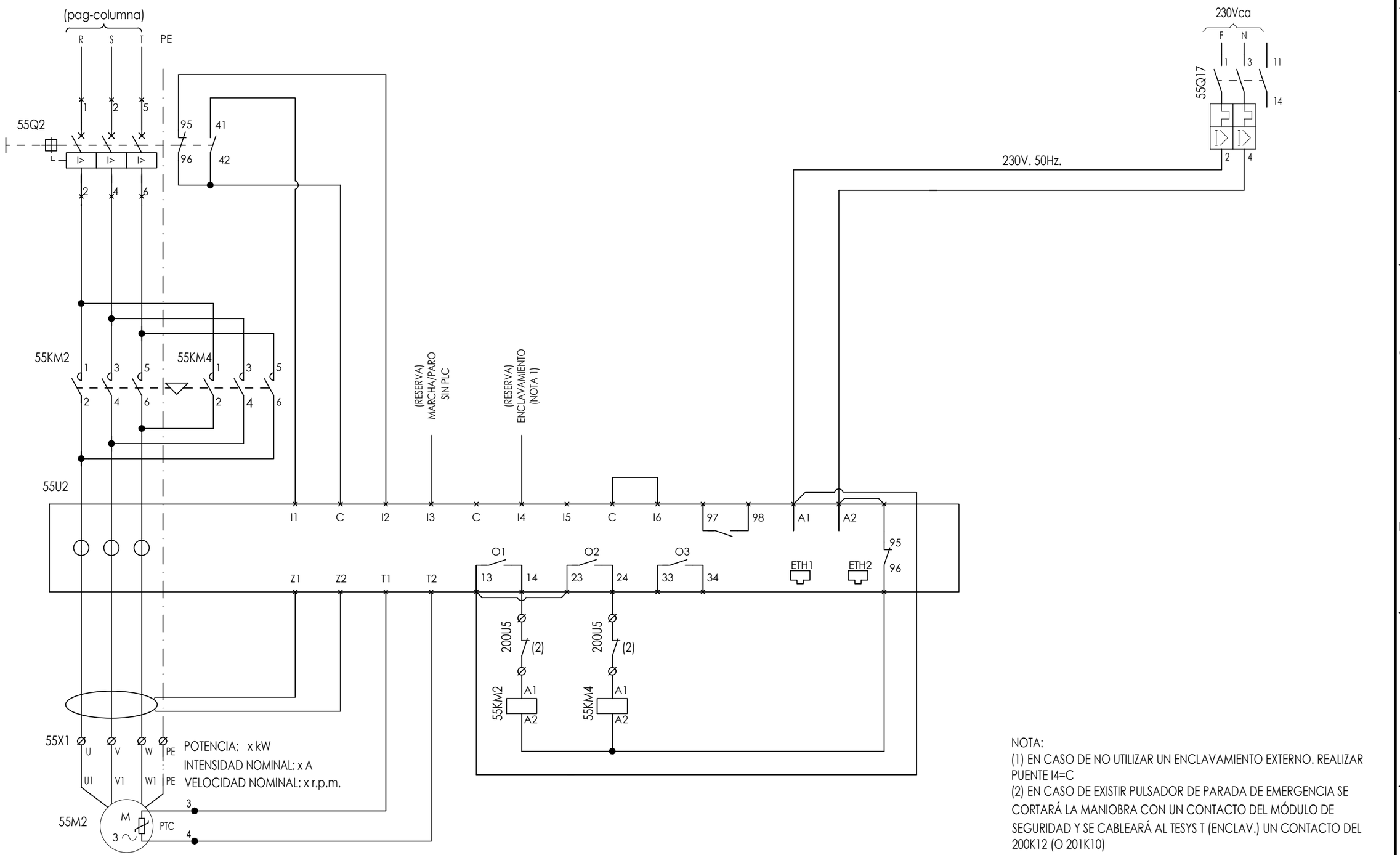
CIRCUITO TIPO 1B - OPCIÓN SCHNEIDER
ARRANQUE CON VARIADOR
PARA MOTORES P ≤ 5kW

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: B
REF. COLECC.		HOJA: 50	ANT.:
			SIGUE:

FICHERO: CIRCUITO CIR-01B_SCHNEIDER_50.DWG

ARRANQUE DIRECTO CON INVERSION DE GIRO (P ≤ 9 kW)

CIRCUITO DE FUERZA 400Vc.a.	CIRCUITO DE MANDO 230Vc.a.						
	INTERRUPTOR		ORDEN	ORDEN			INT. AUTOMATICO
	EN SERVICIO	ARMADO	MARCHA 1	MARCHA 2			



NOTA:
(1) EN CASO DE NO UTILIZAR UN ENCLAVAMIENTO EXTERNO. REALIZAR PUENTE I4=C
(2) EN CASO DE EXISTIR PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA SE CORTARÁ LA MANIOBRA CON UN CONTACTO DEL MÓDULO DE SEGURIDAD Y SE CABLEARÁ AL TESYS T (ENCLAV.) UN CONTACTO DEL 200K12 (O 201K10)

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19	
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	DIC-15	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	12-2015	MBG
	REVISADO	12-2015	MBO
	COMPROBADO	12-2015	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

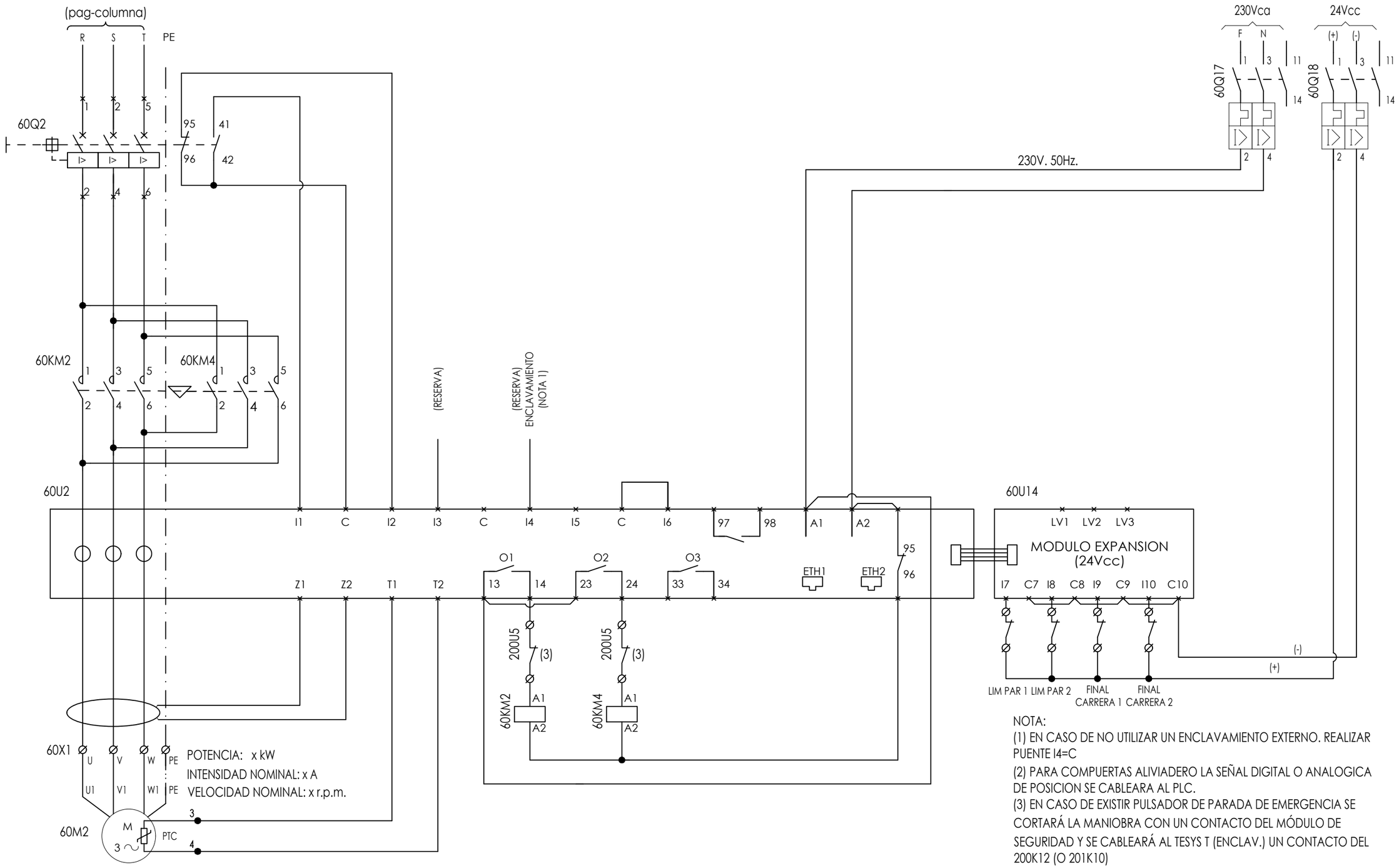
CIRCUITO TIPO 1C - OPCIÓN SCHNEIDER
ARRANQUE DIRECTO CON INVERSIÓN DE GIRO
PARA MOTORES P ≤ 9kW

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: B
REF. COLECC.		HOJA: 55	ANT.:
			SIGUE:

FICHERO: CIRCUITO CIR-01C_SCHNEIDER_55.DWG

ARRANQUE CON INVERSOR (P ≤ 5 kW)

CIRCUITO DE FUERZA 400Vc.a.	CIRCUITO DE MANDO 230Vc.a.								
	INTERRUPTOR		ORDEN	ORDEN		ACTUADOR			INT. AUTOMATICO
	EN SERVICIO	ARMADO	MARCHA 1	MARCHA 2		LP1	LP2	FC1	FC2



NOTA:

(1) EN CASO DE NO UTILIZAR UN ENCLAVAMIENTO EXTERNO. REALIZAR PUENTE I4=C

(2) PARA COMPUERTAS ALIVIADERO LA SEÑAL DIGITAL O ANALOGICA DE POSICION SE CABLEARA AL PLC.

(3) EN CASO DE EXISTIR PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA SE CORTARÁ LA MANIOBRA CON UN CONTACTO DEL MÓDULO DE SEGURIDAD Y SE CABLEARÁ AL TESYS T (ENCLAV.) UN CONTACTO DEL 200K12 (O 201K10)

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19	
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	DIC-15	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	12-2015	MBG
	REVISADO	12-2015	MBO
	COMPROBADO	12-2015	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

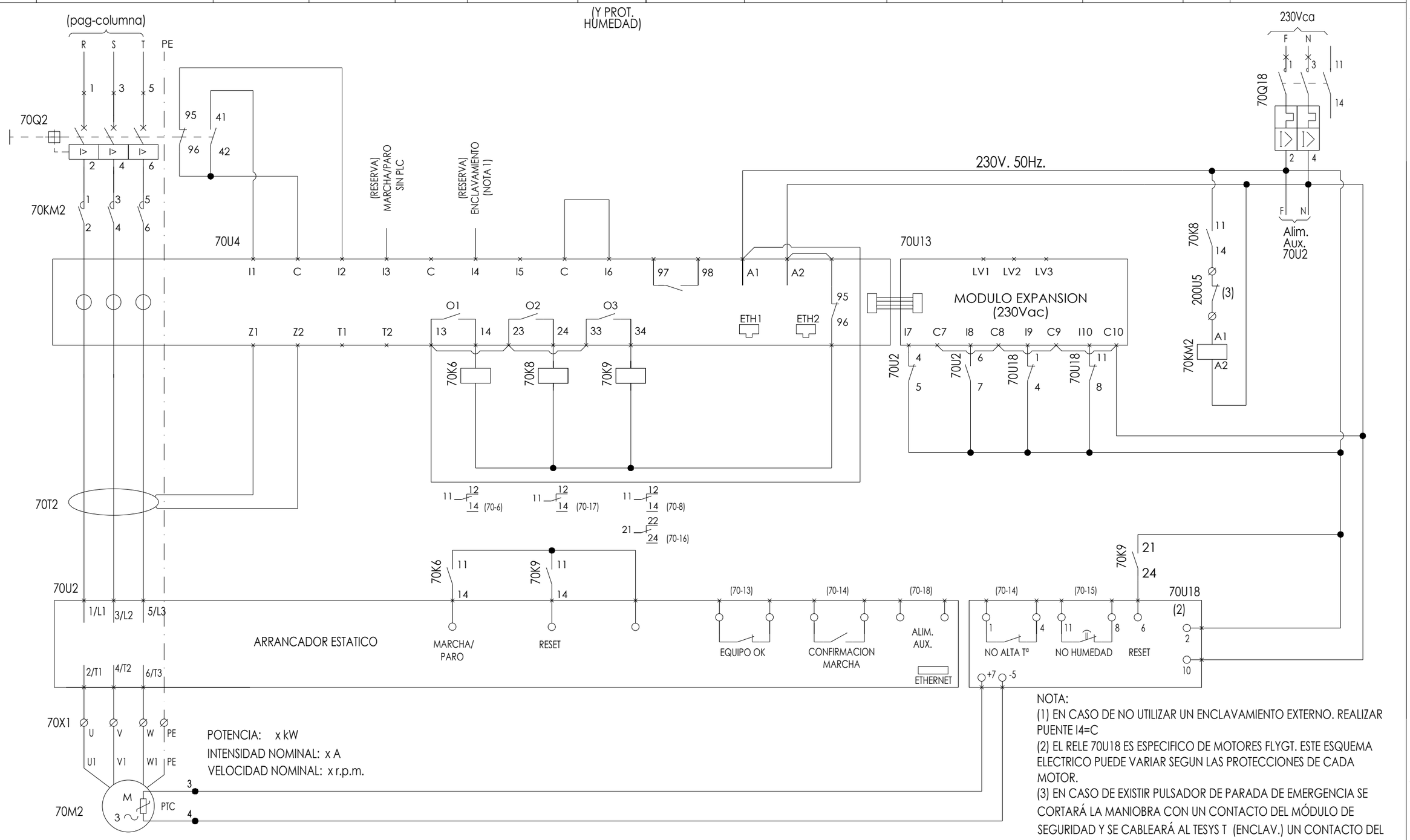
CIRCUITO TIPO 2 - OPCIÓN SCHNEIDER
ARRANQUE CON INVERSOR
PARA MOTORES P ≤ 5kW

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: B
REF. COLECC.		HOJA: 60	ANT.:
			SIGUE:

FICHERO: CIRCUITO CIR-02_SCHNEIDER_60.DWG

ARRANQUE CON ARRANCADOR ESTATICO (9 kW ≤ P < 55 kW)

CIRCUITO DE POTENCIA	CIRCUITO DE MANDO 230V.c.a.											
400 V.c.a.	INTERRUPTOR		ARRANCADOR ESTATICO						PROTECCIONES MOTOR			INT. AUTOMATICO
	EN SERVICIO	ARMADO	O. MARCHA	O. CIERRE CONTAC.	RESET DRIVE		EQUIPO OK	CONFIRM. MARCHA	NO ALTA Tª	NO HUMEDAD	RESET	



NOTA:
(1) EN CASO DE NO UTILIZAR UN ENCLAVAMIENTO EXTERNO. REALIZAR PUENTE I4=C
(2) EL RELE 70U18 ES ESPECIFICO DE MOTORES FLYGT. ESTE ESQUEMA ELECTRICO PUEDE VARIAR SEGUN LAS PROTECCIONES DE CADA MOTOR.
(3) EN CASO DE EXISTIR PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA SE CORTARÁ LA MANIOBRA CON UN CONTACTO DEL MÓDULO DE SEGURIDAD Y SE CABLEARÁ AL TESYS T (ENCLAV.) UN CONTACTO DEL 200K12 (0 201K10)

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19	
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	ENE-16	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	01-2016	MBG
	REVISADO	01-2016	MBO
	COMPROBADO	01-2016	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

CIRCUITO TIPO 3A - OPCIÓN SCHNEIDER
ARRANQUE CON ARRANCADOR ESTÁTICO
PARA MOTORES 9kW < P ≤ 55kW

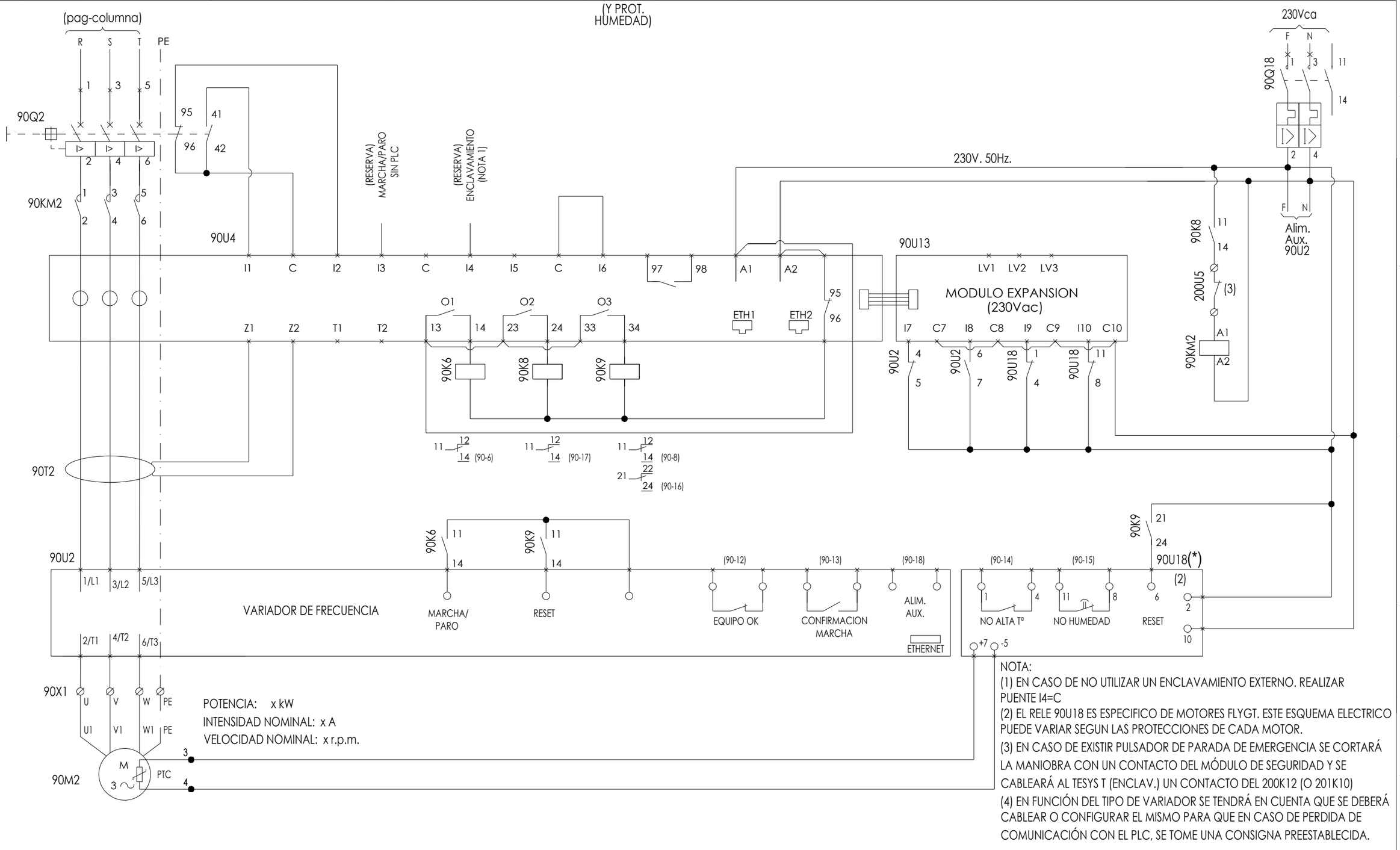
REF. PROYECTO | CODIGO PRISMA: | REV.: B

REF. COLECC. | HOJA: 70 | ANT.: | SIGUE:

FICHERO: CIRCUITO CIR-03A_SCHNEIDER_70.DWG

ARRANQUE CON VARIADOR DE FRECUENCIA (5 kW < P ≤ 55 kW)

CIRCUITO DE POTENCIA	CIRCUITO DE MANDO 230V.c.a.											
400 V.c.a.	INTERRUPTOR		VARIADOR DE FRECUENCIA						PROTECCIONES MOTOR			INT. AUTOMATICO
	EN SERVICIO	ARMADO	O. MARCHA	O. CIERRE CONTAC.	RESET DRIVE (Y PROT. HUMEDAD)		EQUIPO OK	CONFIRM. MARCHA	NO ALTA Tª	NO HUMEDAD	RESET	



NOTA:
(1) EN CASO DE NO UTILIZAR UN ENCLAVAMIENTO EXTERNO. REALIZAR PUENTE I4=C
(2) EL RELE 90U18 ES ESPECIFICO DE MOTORES FLYGT. ESTE ESQUEMA ELECTRICO PUEDE VARIAR SEGUN LAS PROTECCIONES DE CADA MOTOR.
(3) EN CASO DE EXISTIR PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA SE CORTARÁ LA MANIOBRA CON UN CONTACTO DEL MÓDULO DE SEGURIDAD Y SE CABLEARÁ AL TESYS T (ENCLAV.) UN CONTACTO DEL 200K12 (O 201K10)
(4) EN FUNCIÓN DEL TIPO DE VARIADOR SE TENDRÁ EN CUENTA QUE SE DEBERÁ CABLEAR O CONFIGURAR EL MISMO PARA QUE EN CASO DE PERDIDA DE COMUNICACIÓN CON EL PLC, SE TOME UNA CONSIGNA PREESTABLECIDA.

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19	
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	ENE-16	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	01-2016	MBG
	REVISADO	01-2016	MBO
	COMPROBADO	01-2016	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

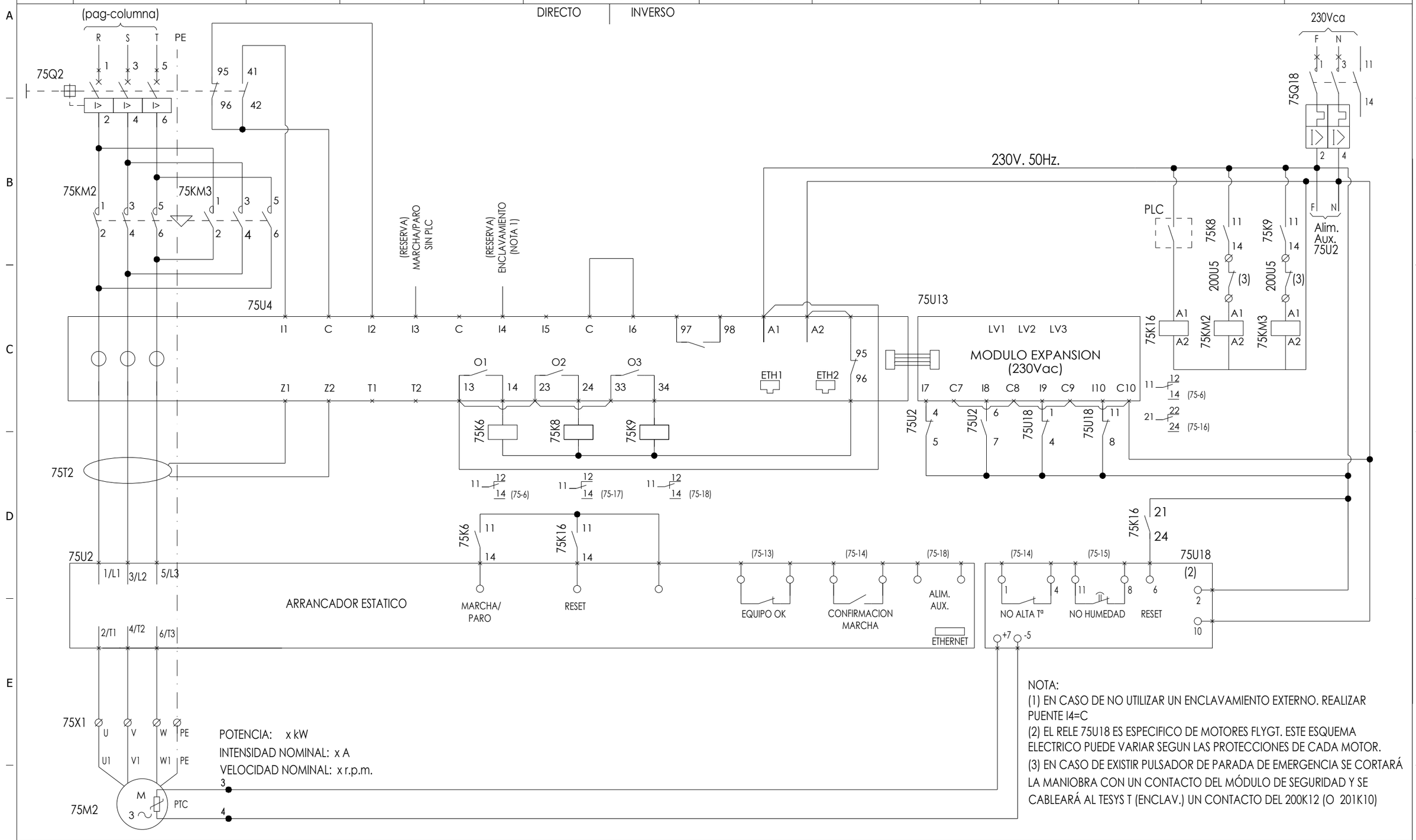
CIRCUITO TIPO 3B - OPCIÓN SCHNEIDER
ARRANQUE CON VARIADOR DE FRECUENCIA
PARA MOTORES 5kW < P ≤ 55kW

REF. PROYECTO | CODIGO PRISMA: | REV.: B
REF. COLECC. | HOJA: 90 | ANT.: | SIGUE:

FICHERO: CIRCUITO CIR-03B_SCHNEIDER_90.DWG

ARRANQUE CON ARRANCADOR ESTATICO E INVERSION DE GIRO (9 kW ≤ P < 55 kW)

CIRCUITO DE POTENCIA	CIRCUITO DE MANDO 230V.c.a.									
400 V.c.a.	INTERRUPTOR		ARRANCADOR ESTATICO				PROTECCIONES MOTOR			INT. AUTOMATICO
	EN SERVICIO	ARMADO	O. MARCHA	O. CIERRE CONTAC. DIRECTO	O. CIERRE CONTAC. INVERSO	EQUIPO OK	CONFIRM. MARCHA	NO ALTA Tª	NO HUMEDAD	RESET	



NOTA:
(1) EN CASO DE NO UTILIZAR UN ENCLAVAMIENTO EXTERNO. REALIZAR PUENTE I4=C
(2) EL RELE 75U18 ES ESPECIFICO DE MOTORES FLYGT. ESTE ESQUEMA ELECTRICO PUEDE VARIAR SEGUN LAS PROTECCIONES DE CADA MOTOR.
(3) EN CASO DE EXISTIR PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA SE CORTARÁ LA MANIOBRA CON UN CONTACTO DEL MÓDULO DE SEGURIDAD Y SE CABLEARÁ AL TESYS T (ENCLAV.) UN CONTACTO DEL 200K12 (O 201K10)

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19	
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	ENE-16	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	01-2016	MBG
	REVISADO	01-2016	MBO
	COMPROBADO	01-2016	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

CIRCUITO TIPO 3C - OPCIÓN SCHNEIDER
ARRANQUE CON ARRANCADOR ESTÁTICO E INVERSIÓN DE GIRO PARA MOTORES 9kW < P ≤ 55kW

REF. PROYECTO | REF. COLECC.

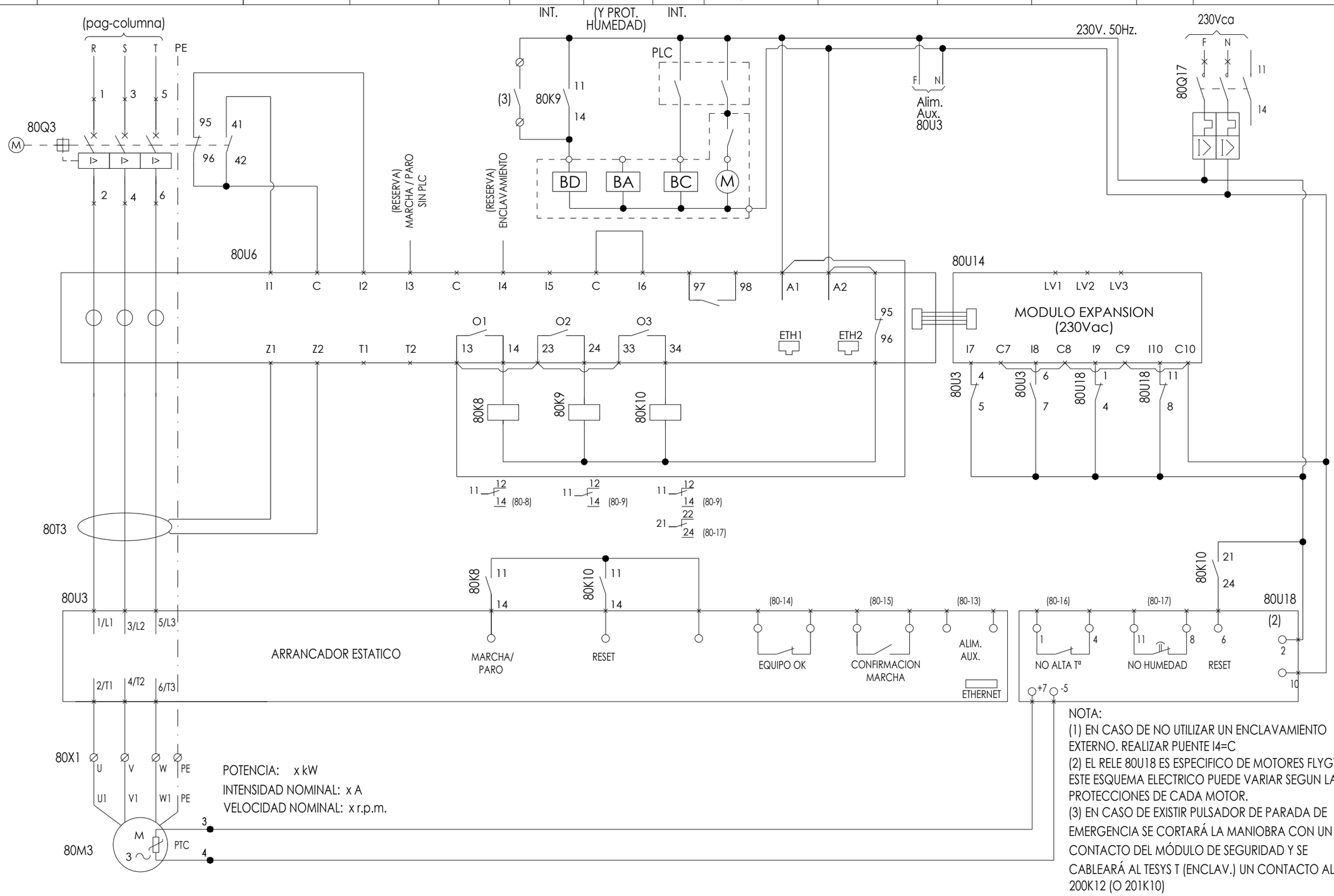
CODIGO PRISMA: | REV.: B

HOJA: 75 | ANT.: | SIGUE:

FICHERO: CIRCUITO CIR-03C_SCHNEIDER_75.DWG

ARRANQUE CON ARRANCADOR ESTATICO (55 kW < P ≤ 150 kW)

CIRCUITO DE POTENCIA	CIRCUITO DE MANDO 230V.c.a.											
400 V.c.a.	INTERRUPTOR		ARRANCADOR ESTATICO						PROTECCIONES MOTOR			INT. AUTOMATICO
	EN SERVICIO	ARMADO	O. MARCHA	DISP. INT.	RESET DRIVE (Y PROT. HUMEDAD)	REARME INT.	EQUIPO OK	CONFIRM. MARCHA	NO ALTA Tª	NO HUMEDAD	RESET	



NOTA:
(1) EN CASO DE NO UTILIZAR UN ENCLAVAMIENTO EXTERNO. REALIZAR PUENTE I4=C
(2) EL RELE 80U18 ES ESPECIFICO DE MOTORES FLYGT. ESTE ESQUEMA ELECTRICO PUEDE VARIAR SEGUN LAS PROTECCIONES DE CADA MOTOR.
(3) EN CASO DE EXISTIR PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA SE CORTARÁ LA MANIOBRA CON UN CONTACTO DEL MÓDULO DE SEGURIDAD Y SE CABLEARÁ AL TESYS T (ENCLAV.) UN CONTACTO AL 200K12 (O 201K10)

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19	
B	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	ENE-16	M.B.G.

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	01-2016	MBG
	REVISADO	01-2016	MBO
	COMPROBADO	01-2016	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

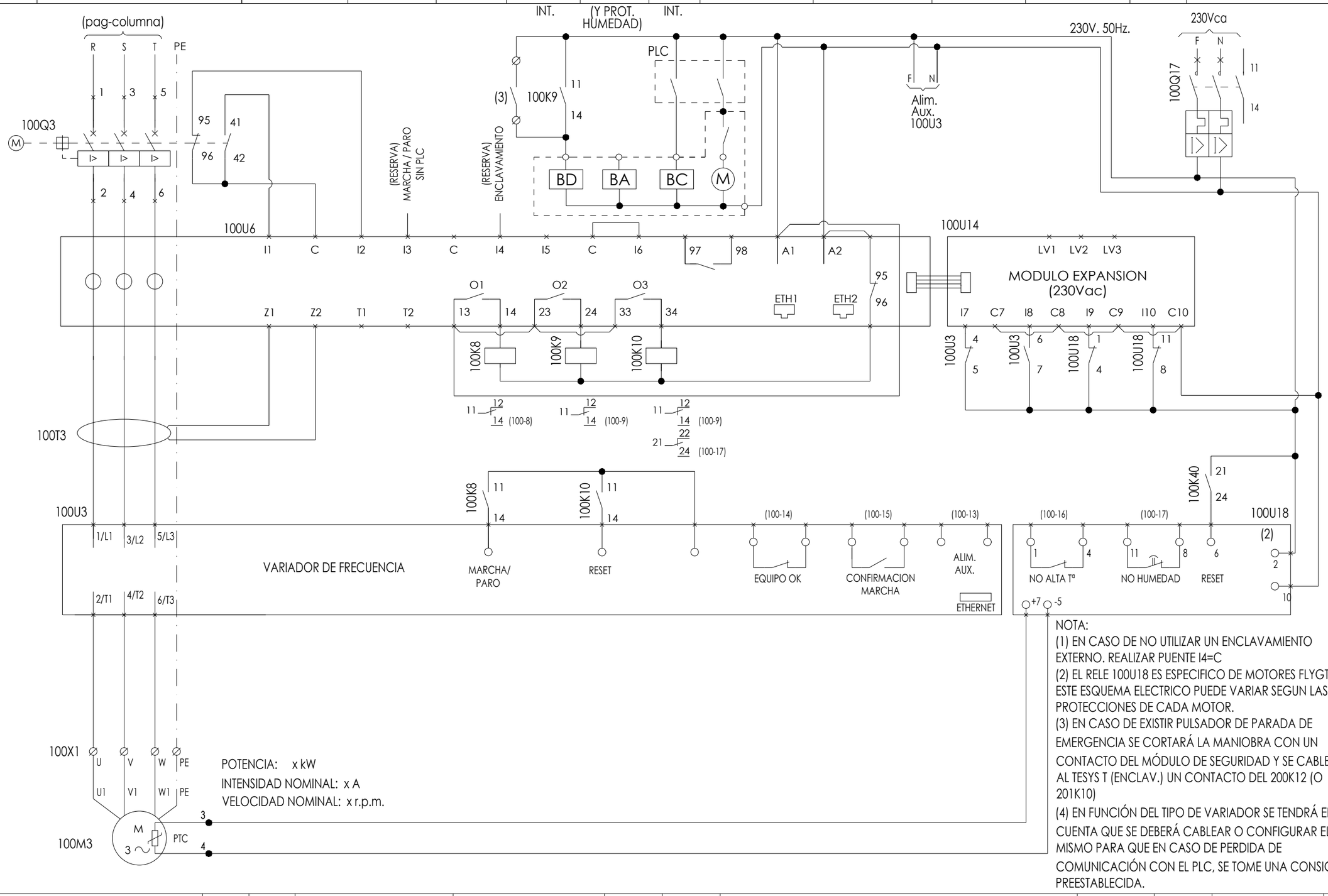
CIRCUITO TIPO 4A - OPCIÓN SCHNEIDER
ARRANQUE CON ARRANCADOR ESTÁTICO
PARA MOTORES 55kW < P ≤ 150kW

REF. PROYECTO | REF. COLECC. | CODIGO PRISMA: | REV.: C | HOJA: 80 | ANT.: | SIGUE:

FICHERO: CIRCUITO CIR-04A_SCHNEIDER_80.DWG

ARRANQUE CON ARRANCADOR ESTATICO (55 kW < P ≤ 150 kW)

CIRCUITO DE POTENCIA	CIRCUITO DE MANDO 230V.c.a.											
400 V.c.a.	INTERRUPTOR		VARIADOR DE FRECUENCIA						PROTECCIONES MOTOR			INT. AUTOMATICO
	EN SERVICIO	ARMADO	O. MARCHA	DISP. INT.	RESET DRIVE (Y PROT. HUMEDAD)	REARME INT.	EQUIPO OK	CONFIRM. MARCHA	NO ALTA Tª	NO HUMEDAD	RESET	



NOTA:

(1) EN CASO DE NO UTILIZAR UN ENCLAVAMIENTO EXTERNO. REALIZAR PUENTE I4=C

(2) EL RELE 100U18 ES ESPECIFICO DE MOTORES FLYGT. ESTE ESQUEMA ELECTRICO PUEDE VARIAR SEGUN LAS PROTECCIONES DE CADA MOTOR.

(3) EN CASO DE EXISTIR PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA SE CORTARÁ LA MANIOBRA CON UN CONTACTO DEL MÓDULO DE SEGURIDAD Y SE CABLEARÁ AL TESYS T (ENCLAV.) UN CONTACTO DEL 200K12 (O 201K10)

(4) EN FUNCIÓN DEL TIPO DE VARIADOR SE TENDRÁ EN CUENTA QUE SE DEBERÁ CABLEAR O CONFIGURAR EL MISMO PARA QUE EN CASO DE PERDIDA DE COMUNICACIÓN CON EL PLC, SE TOME UNA CONSIGNA PREESTABLECIDA.

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19	
B	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	ENE-16	M.B.G.

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

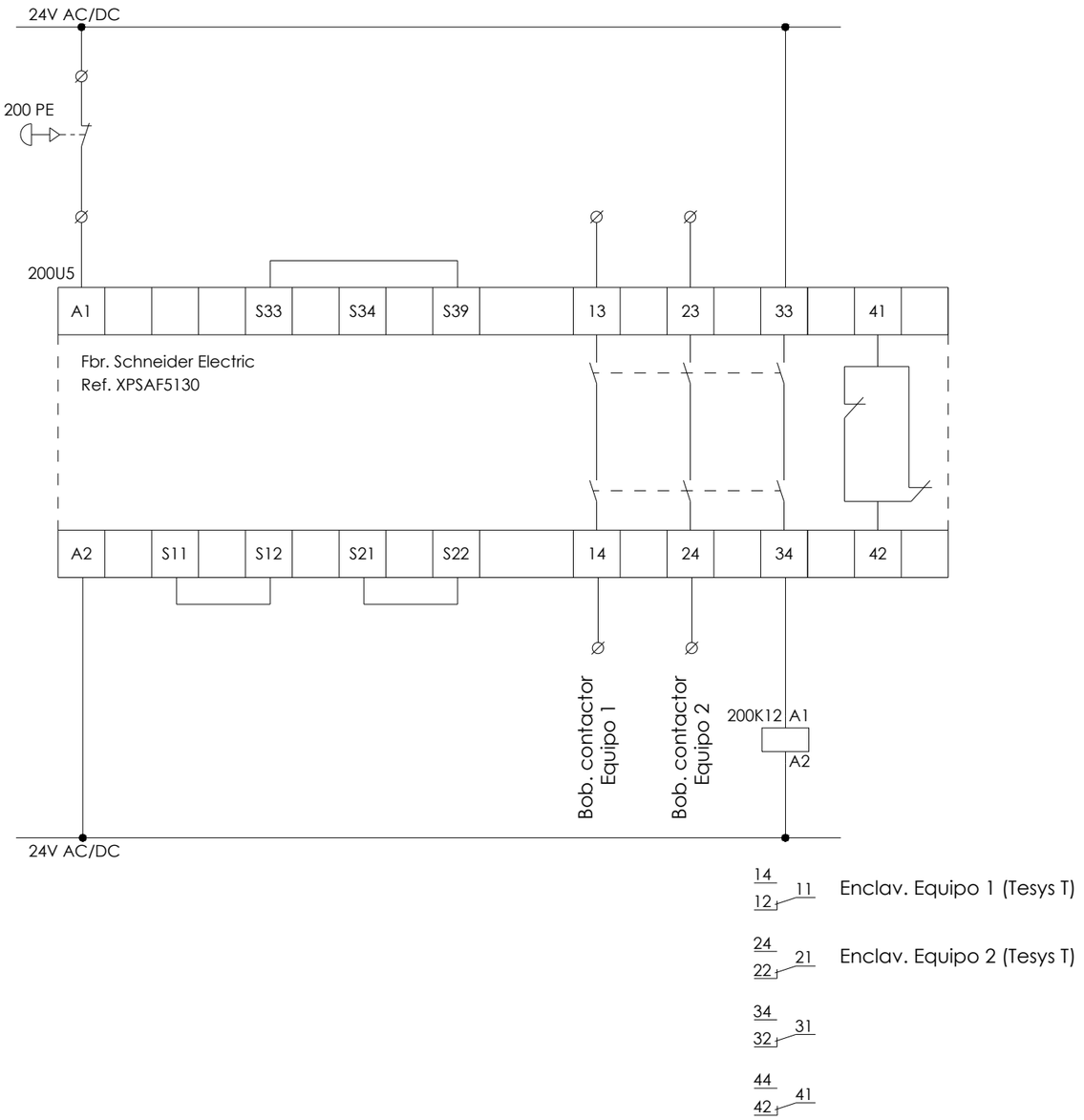
ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	01-2016	MBG
	REVISADO	01-2016	MBO
	COMPROBADO	01-2016	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

CIRCUITO TIPO 4B - OPCIÓN SCHNEIDER
ARRANQUE CON VARIADOR DE FRECUENCIA
PARA MOTORES 55kW < P ≤ 150kW

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: C
REF. COLECC.		HOJA: 100	ANT.:
			SIGUE:

FICHERO: CIRCUITO CIR-04B_SCHNEIDER_100.DWG



REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

		FECHA	FIRMA
ESCALA:			
	DIBUJADO	03-2019	JGE
	REVISADO	03-2019	MBO
	COMPROBADO	03-2019	MBO

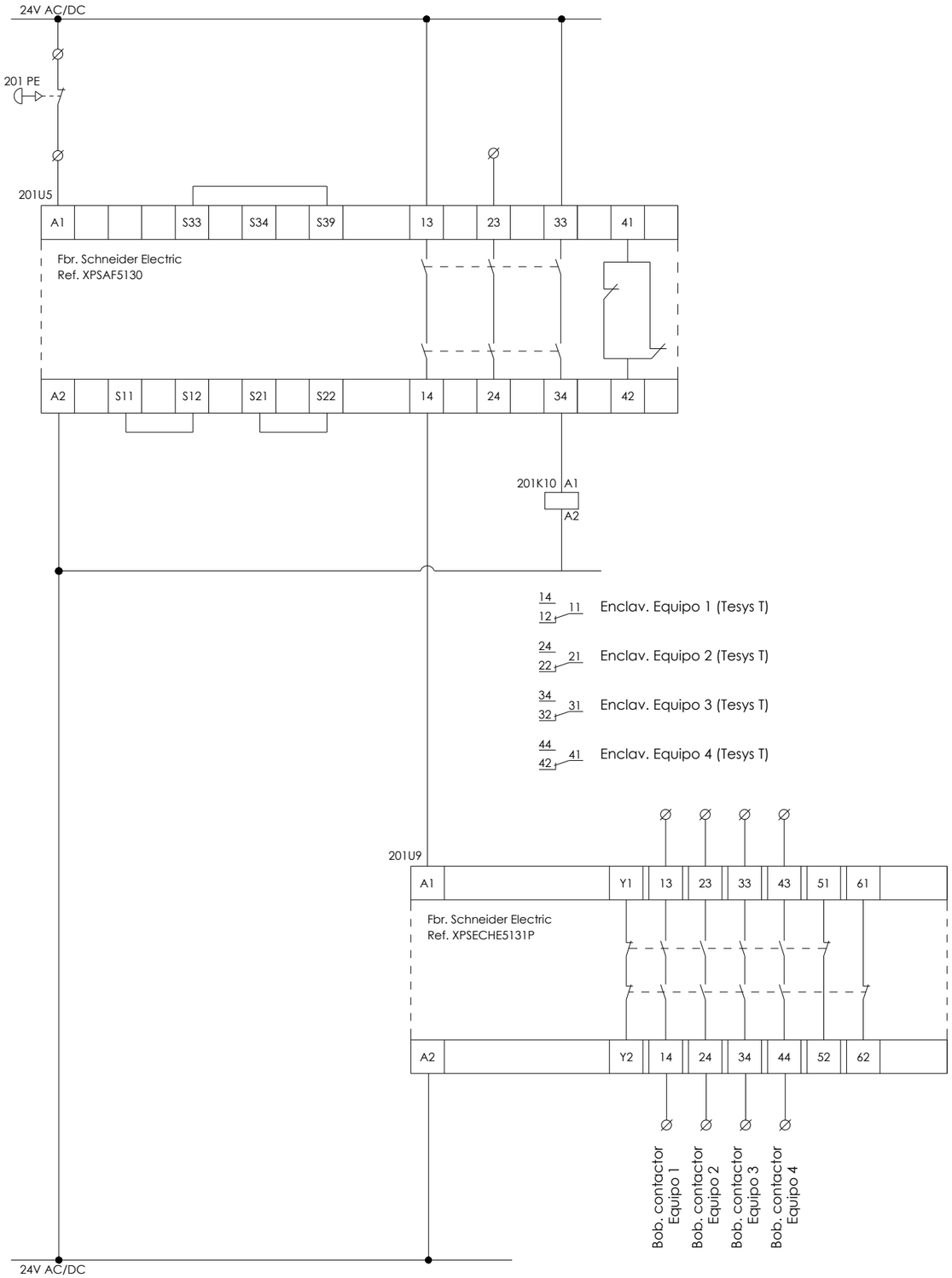
SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

CONEXIÓN PULSADOR EMERGENCIA
CON MÓDULO DE SEGURIDAD VALIDO PARA 2 EQUIPOS
OPCIÓN SCHNEIDER

REF. PROYECTO | CODIGO PRISMA: | REV.: A

REF. COLECC. | HOJA: 200 | ANT.: | SIGUE:

FICHERO: CONEXIÓN PULSADOR EMERGENCIA CON MÓDULO DE SEGURIDAD VALIDO PARA 2 EQUIPOS_OPCIÓN SCHNEIDER_200.DWG



REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

		FECHA	FIRMA
ESCALA:			
	DIBUJADO	03-2019	JGE
	REVISADO	03-2019	MBO
	COMPROBADO	03-2019	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

CONEXIÓN PULSADOR EMERGENCIA
CON MÓDULO DE SEGURIDAD VALIDO PARA 4 EQUIPOS MÁX.
OPCIÓN SCHNEIDER

REF. PROYECTO | CODIGO PRISMA: | REV.: A

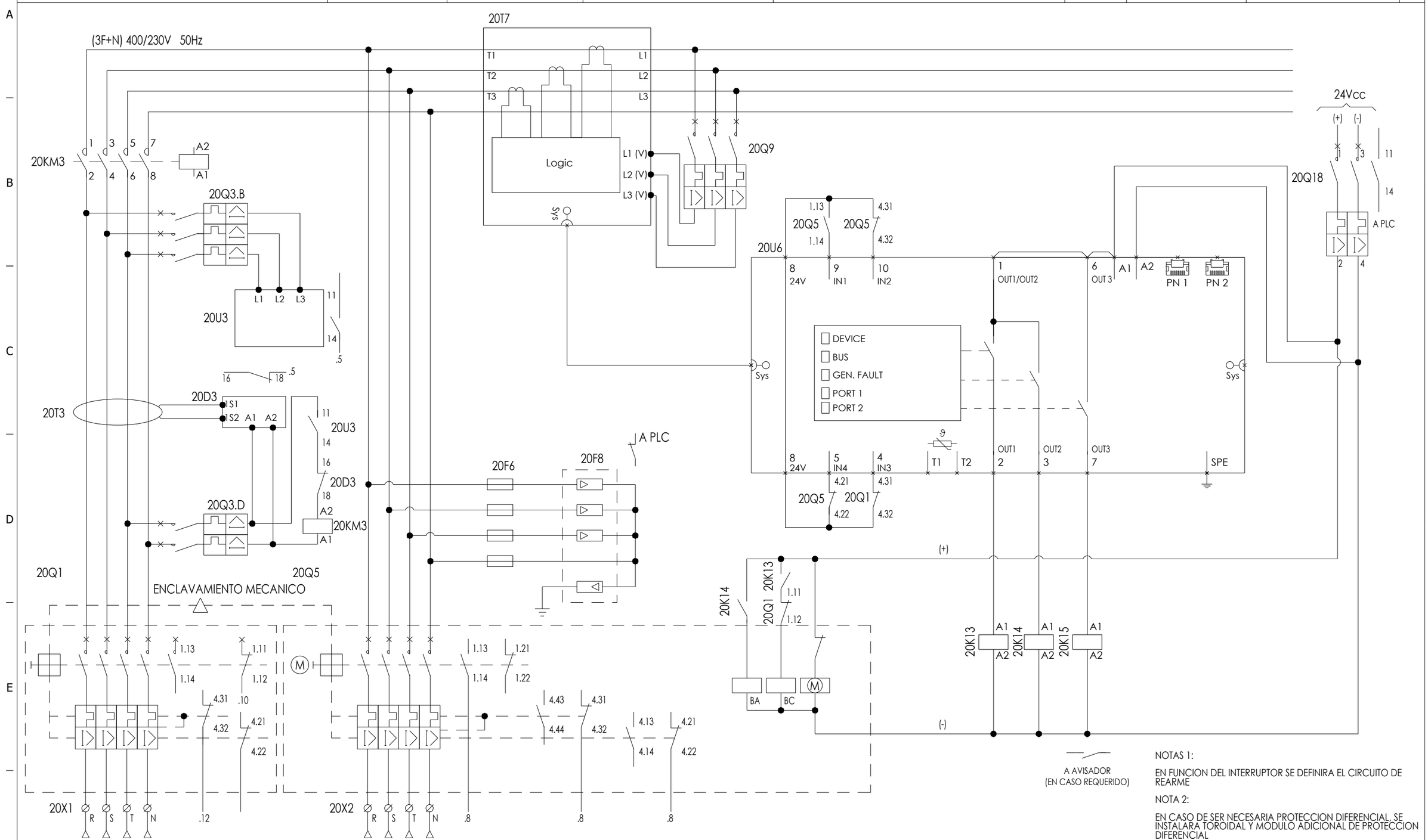
REF. COLECC. | HOJA: 201 | ANT.: | SIGUE:

FICHERO: CONEXIÓN PULSADOR EMERGENCIA CON MÓDULO DE SEGURIDAD VALIDO PARA 4 EQUIPOS MAX._OPCIÓN SCHNEIDER_201.DWG

ESQUEMAS DESARROLLADOS

TIPO SIEMENS

ACOMETIDA	ACOMETIDA	PROTECCION	SUPERVISON Y ANALIZADOR	INTERRUPTOR GENERAL			FALLO		ALIMENTADOR	
GRUPO	GENERAL	SOBRETENSIONES	ACOMETIDA	EN SERVICIO	ARMADO	REARME/CIERRE	TENSION		AUXILIAR	
ELECTROGENO							GENERAL			



NOTAS 1:

EN FUNCION DEL INTERRUPTOR SE DEFINIRA EL CIRCUITO DE REARME

NOTA 2:

EN CASO DE SER NECESARIA PROTECCION DIFERENCIAL, SE INSTALARA TOROIDAL Y MODULO ADICIONAL DE PROTECCION DIFERENCIAL

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	04-2018	MBG
	REVISADO	04-2018	MBO
	COMPROBADO	04-2018	MBO

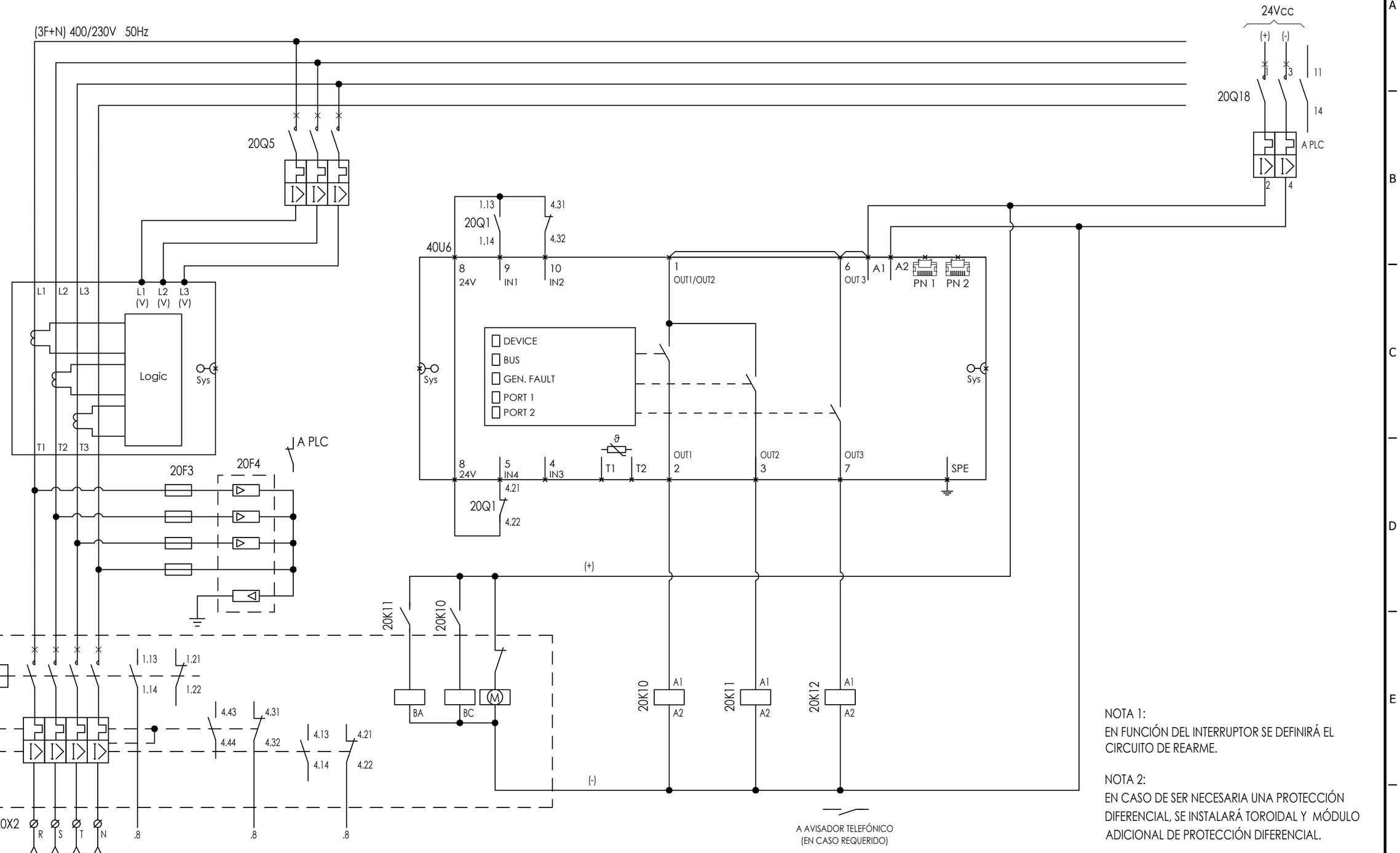
SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

ACOMETIDA GENERAL PEQUEÑAS INSTALACIONES CON G. ELECTRÓGENO SIN CONMUTACIÓN AUTOMÁTICA OPCIÓN SIEMENS

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: A
REF. COLECC.		HOJA: 20	ANT.:
			SIGUE:

FICHERO: ACOMETIDA GENERAL CON GRUPO ELECTRÓGENO SIN CONMUTACIÓN AUTOMÁTICA_OPCIÓN SIEMENS_20.DWG

ACOMETIDA	PROTECCIÓN	SUPERVISIÓN Y ANALIZADOR	INTERRUPTOR GENERAL			FALLO		ALIMENTADOR	
GENERAL	SOBRETENSIONES	ACOMETIDA	EN SERVICIO	ARMADO	REARME/CIERRE	TENSIÓN		AUXILIAR	
						GENERAL			



NOTA 1:
EN FUNCIÓN DEL INTERRUPTOR SE DEFINIRÁ EL CIRCUITO DE REARME.

NOTA 2:
EN CASO DE SER NECESARIA UNA PROTECCIÓN DIFERENCIAL, SE INSTALARÁ TOROIDAL Y MÓDULO ADICIONAL DE PROTECCIÓN DIFERENCIAL.

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	
B	INCLUIDO FALLO TENSIÓN GENERAL	AGO-16	
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	DIC-15	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	09-2017	MBG
	REVISADO	09-2017	MBO
	COMPROBADO	09-2017	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

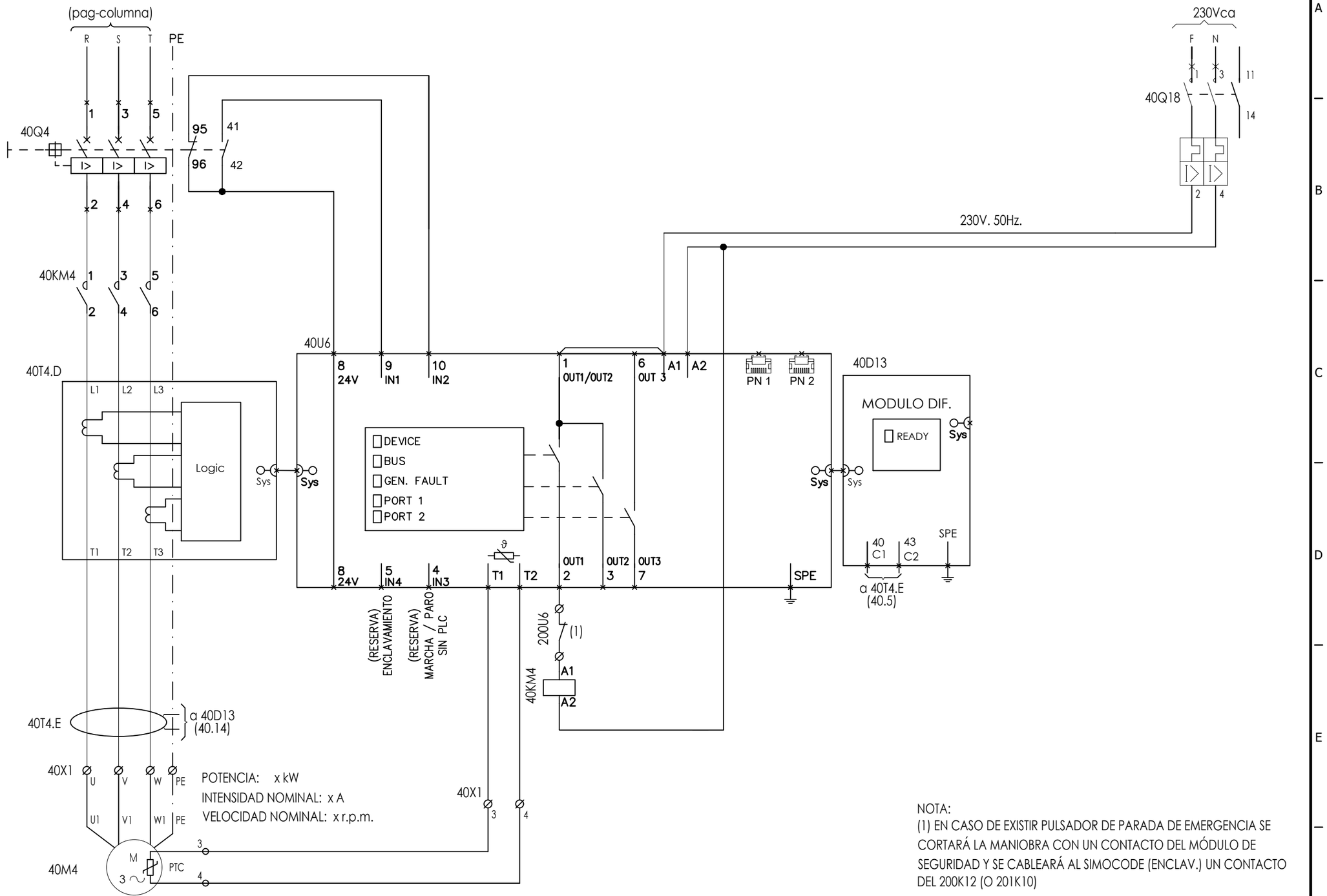
ACOMETIDA GENERAL PEQUEÑAS INSTALACIONES
OPCIÓN SIEMENS

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: C
REF. COLECC.		HOJA: 20	ANT.:
			SIGUE:

FICHERO: ACOMETIDA GENERAL PEQUEÑAS INSTALACIONES_OPCIÓN SIEMENS_20.DWG

ARRANQUE DIRECTO - ARRANQUE BOMBA ACHIQUE (P ≤ 9 kW)

CIRCUITO DE FUERZA	CIRCUITO DE MANDO 230 V.c.a.			
400 V.c.a.	INTERRUPTOR		ORDEN	INT. AUTOMATICO
	EN SERVICIO	ARMADO	MARCHA	



NOTA:
(1) EN CASO DE EXISTIR PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA SE CORTARÁ LA MANIOBRA CON UN CONTACTO DEL MÓDULO DE SEGURIDAD Y SE CABLEARÁ AL SIMOCODE (ENCLAV.) UN CONTACTO DEL 200K12 (O 201K10)

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19	
B	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	DIC-15	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	12-2015	MBG
	REVISADO	12-2015	MBO
	COMPROBADO	12-2015	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

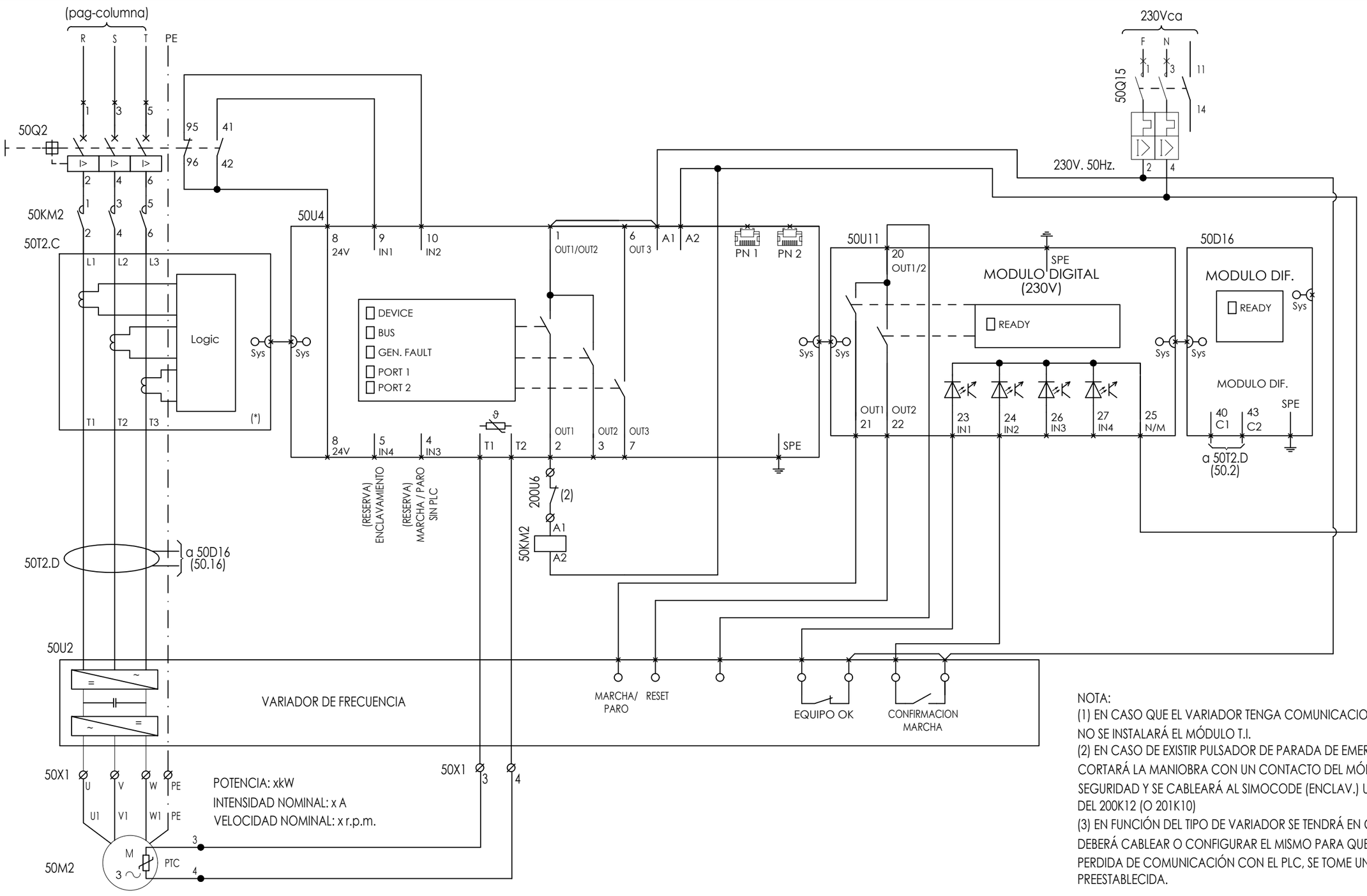
CIRCUITO TIPO 1A-1A0 - OPCIÓN SIEMENS
ARRANQUE DIRECTO - ARRANQUE BOMBA ACHIQUE
PARA MOTORES P ≤ 9kW

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: C
REF. COLECC.		HOJA: 40	ANT.:
			SIGUE:

FICHERO: CIRCUITO CIR-01A-1A0_SIEMENS_40.DWG

ARRANQUE CON VARIADOR (P ≤ 5 kW)

CIRCUITO DE FUERZA	CIRCUITO DE MANDO 230 V.c.a.							
400 V.c.a.	INTERRUPTOR		VARIADOR DE FRECUENCIA					INT. AUTOMATICO
	EN SERVICIO	ARMADO	O. CIERRE CONTAC.	O. MARCHA	RESET	EQUIPO OK	CONF. MARCHA	



NOTA:
(1) EN CASO QUE EL VARIADOR TENGA COMUNICACIONES, NO SE INSTALARÁ EL MÓDULO T.I.
(2) EN CASO DE EXISTIR PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA SE CORTARÁ LA MANIOBRA CON UN CONTACTO DEL MÓDULO DE SEGURIDAD Y SE CABLEARÁ AL SIMOCODE (ENCLAV.) UN CONTACTO DEL 200K12 (O 201K10)
(3) EN FUNCIÓN DEL TIPO DE VARIADOR SE TENDRÁ EN CUENTA QUE SE DEBERÁ CABLEAR O CONFIGURAR EL MISMO PARA QUE EN CASO DE PERDIDA DE COMUNICACIÓN CON EL PLC, SE TOME UNA CONSIGNA PREESTABLECIDA.

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19	
B	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	ENE-16	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

		FECHA	FIRMA
ESCALA:			
	DIBUJADO	01-2016	MBG
	REVISADO	01-2016	MBO
	COMPROBADO	01-2016	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

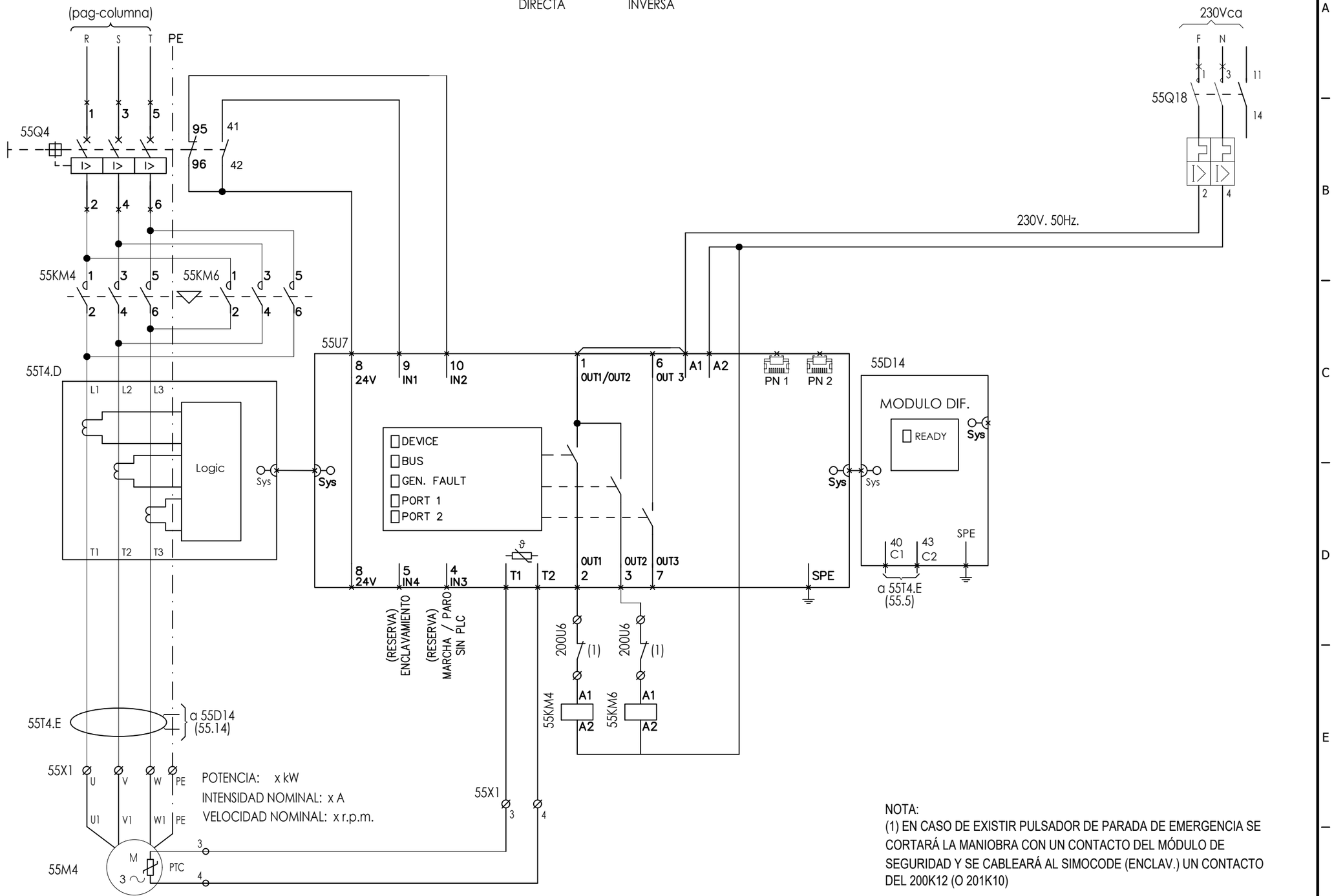
CIRCUITO TIPO 1B - OPCIÓN SIEMENS
ARRANQUE CON VARIADOR
PARA MOTORES P ≤ 5kW

REF. PROYECTO
REF. COLECC.
CODIGO PRISMA:
REV.: C
HOJA: 50
ANT.:
SIGUE:

FICHERO: CIRCUITO CIR-01B_SIEMENS_50.DWG

ARRANQUE DIRECTO CON INVERSION DE GIRO (P ≤ 9 kW)

CIRCUITO DE FUERZA		CIRCUITO DE MANDO 230 V.c.a.				
400 V.c.a.		INTERRUPTOR		ORDEN	ORDEN	INT. AUTOMATICO
		EN SERVICIO	ARMADO	MARCHA DIRECTA	MARCHA INVERSA	



NOTA:
(1) EN CASO DE EXISTIR PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA SE CORTARÁ LA MANIOBRA CON UN CONTACTO DEL MÓDULO DE SEGURIDAD Y SE CABLEARÁ AL SIMOCODE (ENCLAV.) UN CONTACTO DEL 200K12 (O 201K10)

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19	
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	DIC-15	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	12-2015	MBG
	REVISADO	12-2015	MBO
	COMPROBADO	12-2015	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

CIRCUITO TIPO 1C - OPCIÓN SIEMENS
ARRANQUE DIRECTO CON INVERSIÓN DE GIRO
PARA MOTORES P ≤ 9kW

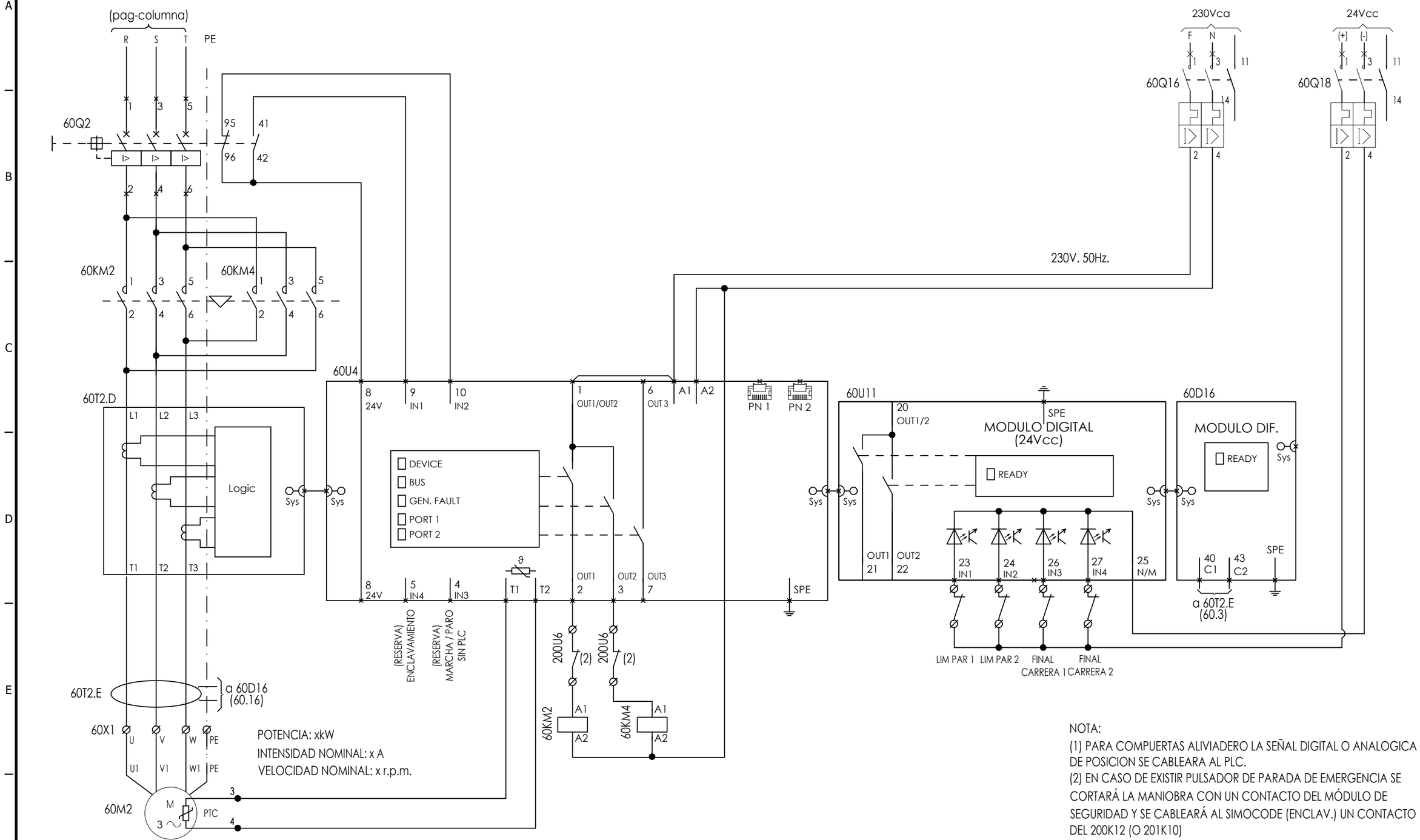
REF. PROYECTO | CODIGO PRISMA: | REV.: B

REF. COLECC. | HOJA: 55 | ANT.: | SIGUE:

FICHERO: CIRCUITO CIR-01C_SIEMENS_55.DWG

ARRANQUE CON INVERSOR (P ≤ 5 kW)

CIRCUITO DE FUERZA 400Vc.a.	CIRCUITO DE MANDO 230Vc.a									
	INTERRUPTOR		ORDEN	ORDEN		ACTUADOR				INT. AUTOMÁTICO
	EN SERVICIO	ARMADO	MARCHA 1	MARCHA 2		LP1	LP2	FC1	FC2	



NOTA:
(1) PARA COMPUERTAS ALIVIADERO LA SEÑAL DIGITAL O ANALOGICA DE POSICION SE CABLEARA AL PLC.
(2) EN CASO DE EXISTIR PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA SE CORTARÁ LA MANIOBRA CON UN CONTACTO DEL MÓDULO DE SEGURIDAD Y SE CABLEARÁ AL SIMOCODE (ENCLAV.) UN CONTACTO DEL 200K12 (O 201K10)

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19	
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	DIC-15	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	12-2015	MBG
	REVISADO	12-2015	MBO
	COMPROBADO	12-2015	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

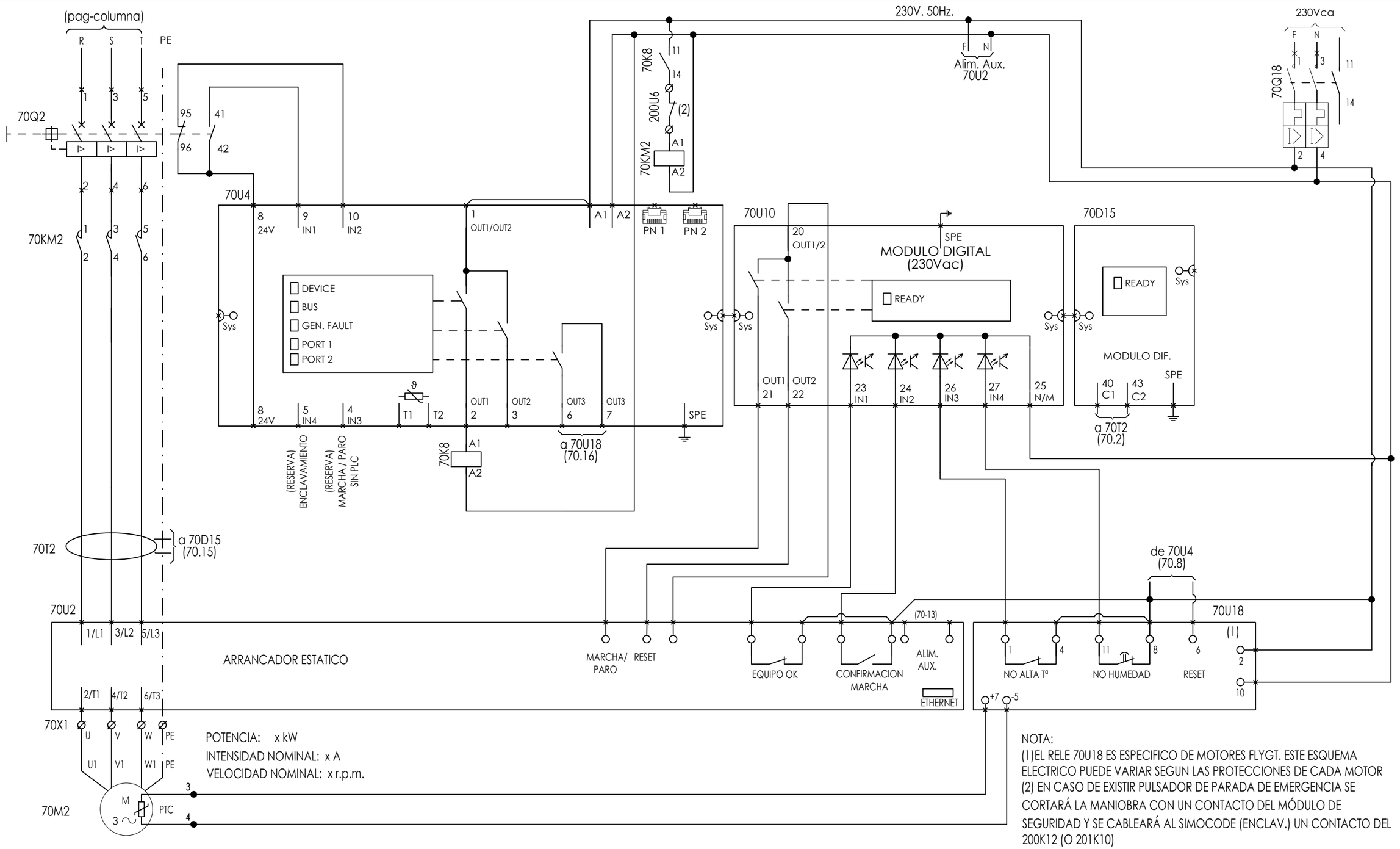
CIRCUITO TIPO 2 - OPCIÓN SIEMENS
ARRANQUE CON INVERSOR
PARA MOTORES P ≤ 5kW

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: B
REF. COLECC.		HOJA: 60	ANT.:
			SIGUE:

FICHERO: CIRCUITO CIR-02_SIEMENS_60.DWG

ARRANQUE CON ARRANCADOR ESTATICO (9 kW < P ≤ 55 kW)

CIRCUITO DE POTENCIA	CIRCUITO DE MANDO 230V.c.a.											
400 V.c.a.	INTERRUPTOR		ARRANCADOR ESTATICO						PROTECCIONES MOTOR			INT. AUTOMATICO
	EN SERVICIO	ARMADO	O. CIERRE CONTAC.	O. MARCHA	RESET DRIVE	EQUIPO OK	CONF. MARCHA	Alim. Aux.	NO ALTA Tª	NO HUMEDAD	RESET	



NOTA:
(1)EL RELE 70U18 ES ESPECIFICO DE MOTORES FLYGT. ESTE ESQUEMA ELECTRICO PUEDE VARIAR SEGUN LAS PROTECCIONES DE CADA MOTOR
(2) EN CASO DE EXISTIR PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA SE CORTARÁ LA MANIOBRA CON UN CONTACTO DEL MÓDULO DE SEGURIDAD Y SE CABLEARÁ AL SIMOCODE (ENCLAV.) UN CONTACTO DEL 200K12 (O 201K10)

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19	
B	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	ENE-16	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	01-2016	MBG
	REVISADO	01-2016	MBO
	COMPROBADO	01-2016	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

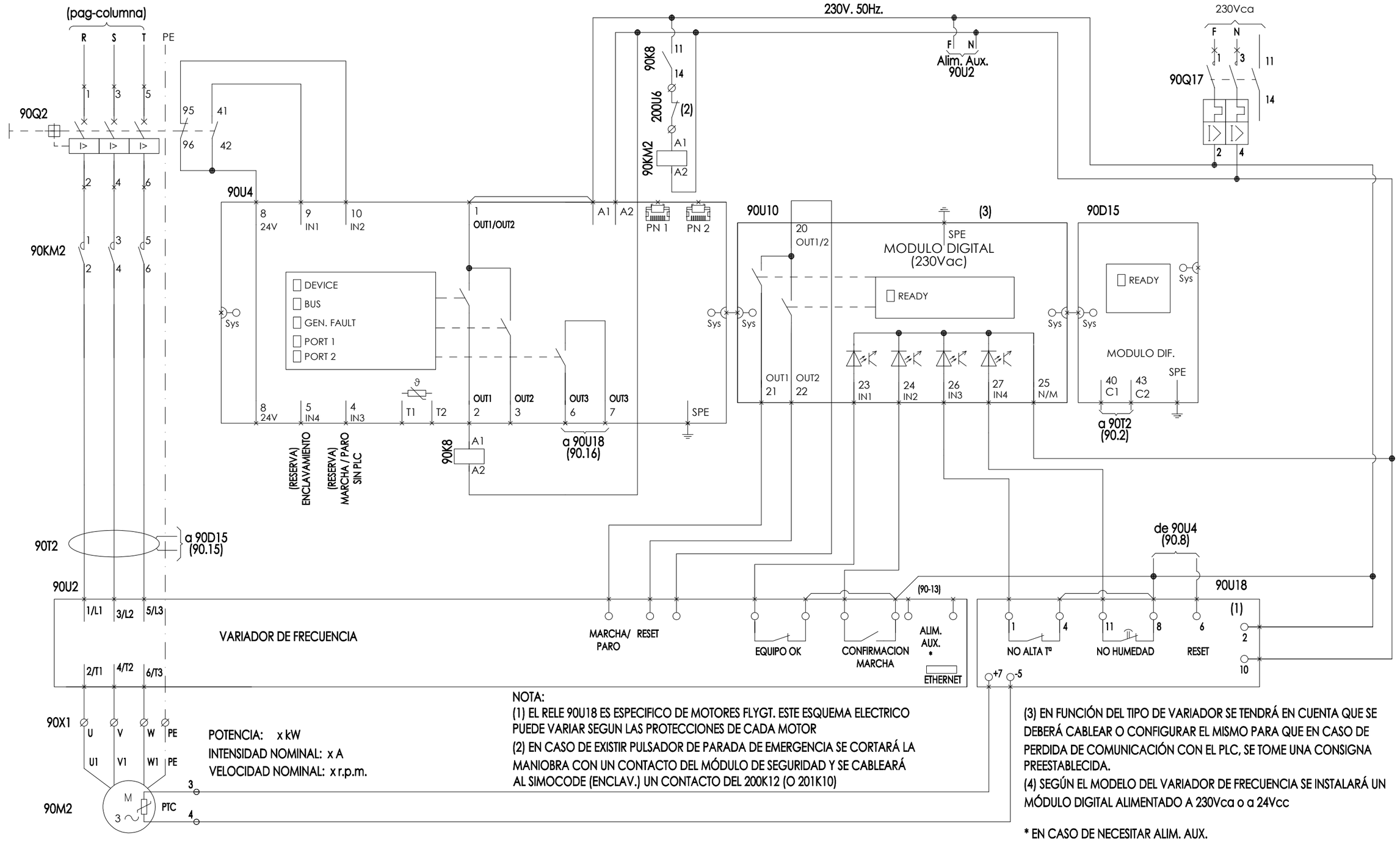
CIRCUITO TIPO 3A - OPCIÓN SIEMENS
ARRANQUE CON ARRANCADOR ESTÁTICO
PARA MOTORES 9kW < P ≤ 55kW

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: C
REF. COLECC.		HOJA: 70	ANT.:
			SIGUE:

FICHERO: CIRCUITO CIR-03A_SIEMENS_70.DWG

ARRANQUE CON VARIADOR DE FRECUENCIA (5 kW < P ≤ 55 kW)

CIRCUITO DE POTENCIA	CIRCUITO DE MANDO 230V.c.a.											
400 V.c.a.	INTERRUPTOR		VARIADOR DE FRECUENCIA						PROTECCIONES MOTOR			INT. AUTOMATICO
	EN SERVICIO	ARMADO	O. CIERRE CONTAC.	O. MARCHA	RESET DRIVE	EQUIPO OK	CONF. MARCHA	Alim. Aux.	NO ALTA Tª	NO HUMEDAD	RESET	



POTENCIA: x kW
INTENSIDAD NOMINAL: x A
VELOCIDAD NOMINAL: x r.p.m.

NOTA:
(1) EL RELE 90U18 ES ESPECIFICO DE MOTORES FLYGT. ESTE ESQUEMA ELECTRICO PUEDE VARIAR SEGUN LAS PROTECCIONES DE CADA MOTOR
(2) EN CASO DE EXISTIR PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA SE CORTARÁ LA MANIOBRA CON UN CONTACTO DEL MÓDULO DE SEGURIDAD Y SE CABLEARÁ AL SIMOCODE (ENCLAV.) UN CONTACTO DEL 200K12 (O 201K10)

(3) EN FUNCIÓN DEL TIPO DE VARIADOR SE TENDRÁ EN CUENTA QUE SE DEBERÁ CABLEAR O CONFIGURAR EL MISMO PARA QUE EN CASO DE PERDIDA DE COMUNICACIÓN CON EL PLC, SE TOME UNA CONSIGNA PREESTABLECIDA.
(4) SEGÚN EL MODELO DEL VARIADOR DE FRECUENCIA SE INSTALARÁ UN MÓDULO DIGITAL ALIMENTADO A 230Vca o a 24Vcc

* EN CASO DE NECESITAR ALIM. AUX.

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D	REVISIÓN NOTAS	ENE-20	
C	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19	
B	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	ENE-16	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	01-2016	MBG
	REVISADO	01-2016	MBO
	COMPROBADO	01-2016	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

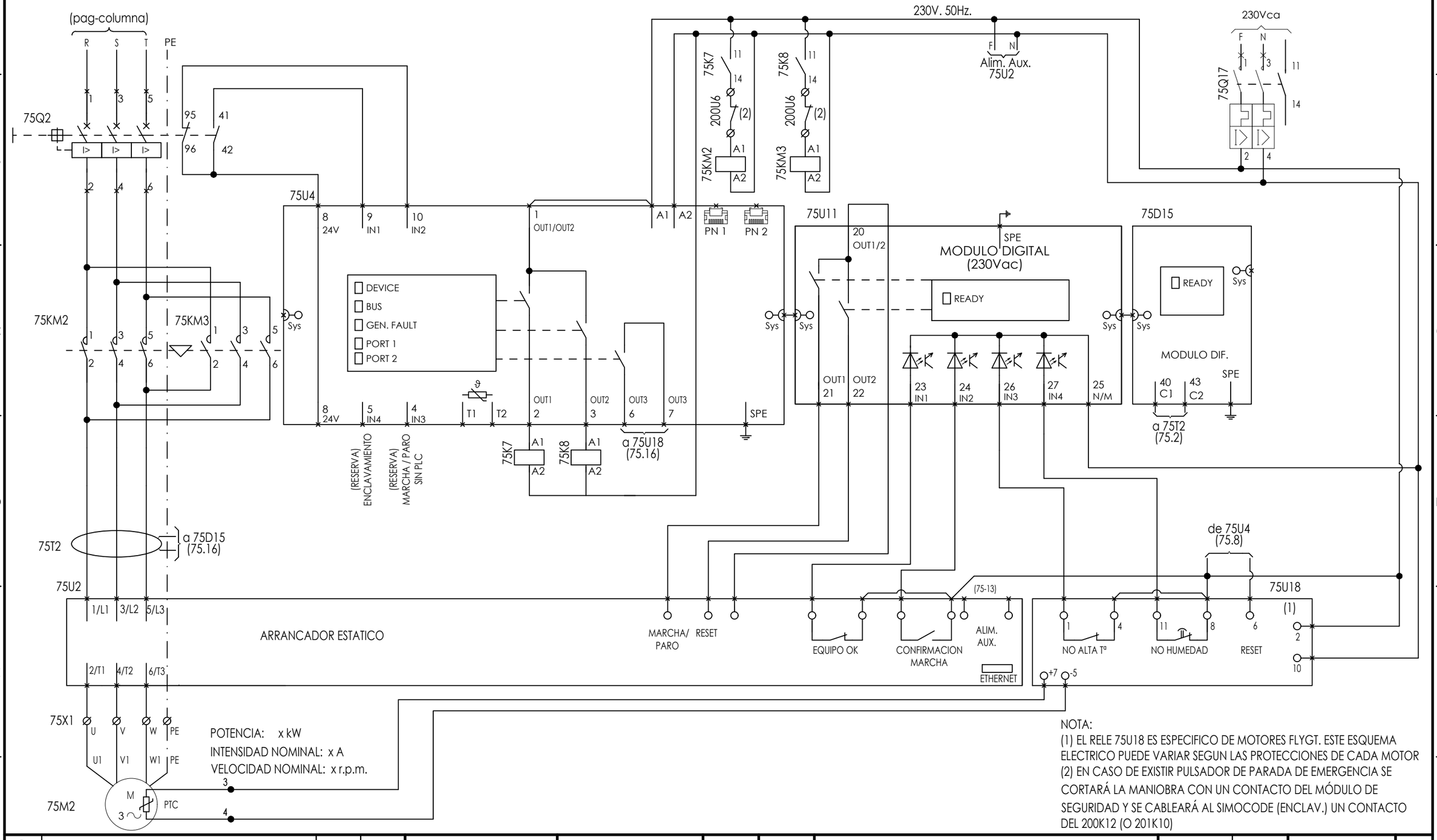
CIRCUITO TIPO 3B - OPCIÓN SIEMENS
ARRANQUE CON VARIADOR DE FRECUENCIA
PARA MOTORES 5kW < P ≤ 55kW

REF. PROYECTO
REF. COLECC.
CODIGO PRISMA:
REV.: D
HOJA: 90
ANT.:
SIGUE:

FICHERO: CIRCUITO CIR-03B_SIEMENS_90.DWG

ARRANQUE CON ARRANCADOR ESTATICO E INVERSION DE GIRO (9 kW < P ≤ 55 kW)

CIRCUITO DE POTENCIA	CIRCUITO DE MANDO 230V.c.a.																
400 V.c.a.	INTERRUPTOR		ARRANCADOR ESTATICO										PROTECCIONES MOTOR			INT. AUTOMATICO	
	EN SERVICIO	ARMADO	O. CIERRE	RESET	O. MARCHA		ORDEN	RESET	EQUIPO OK	CONF.			NO ALTA Tº	NO HUMEDAD	RESET		
			CONT. DIR.	CONT. INV.	DIRECTA	INVERSA	MARCHA			MARCHA							



NOTA:
(1) EL RELE 75U18 ES ESPECIFICO DE MOTORES FLYGT. ESTE ESQUEMA ELECTRICO PUEDE VARIAR SEGUN LAS PROTECCIONES DE CADA MOTOR
(2) EN CASO DE EXISTIR PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA SE CORTARÁ LA MANIOBRA CON UN CONTACTO DEL MÓDULO DE SEGURIDAD Y SE CABLEARÁ AL SIMOCODE (ENCLAV.) UN CONTACTO DEL 200K12 (O 201K10)

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19	
B	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	ENE-16	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	01-2016	MBG
	REVISADO	01-2016	MBO
	COMPROBADO	01-2016	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

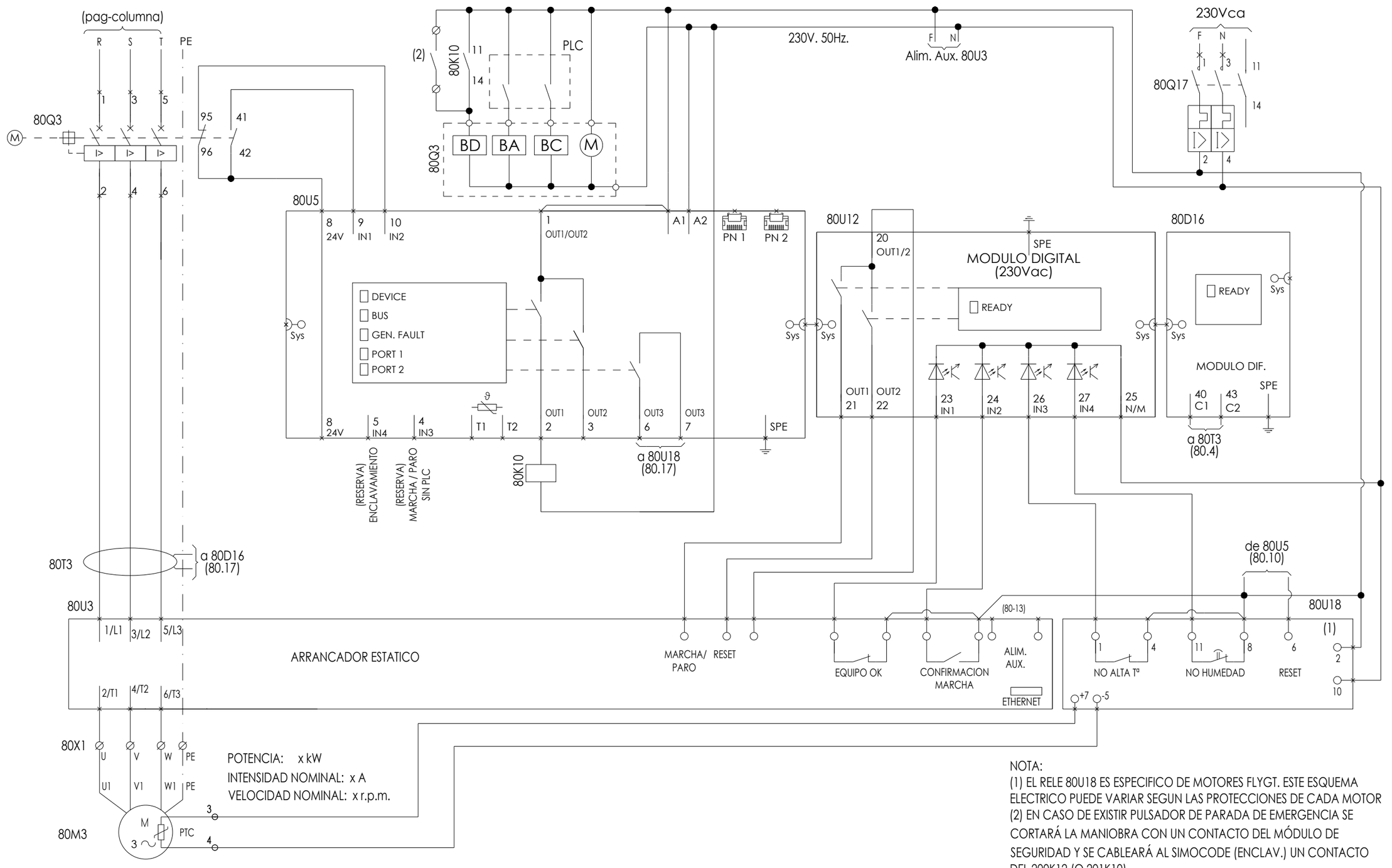
CIRCUITO TIPO 3C - OPCIÓN SIEMENS
ARRANQUE CON ARRANCADOR ESTÁTICO E INVERSIÓN DE GIRO
PARA MOTORES 9kW < P ≤ 55kW

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: C
REF. COLECC.		HOJA: 75	ANT.:
			SIGUE:

FICHERO: CIRCUITO CIR-03C_SIEMENS_75.DWG

ARRANQUE CON ARRANCADOR ESTATICO (55kW < P ≤ 150 kW)

CIRCUITO DE POTENCIA	CIRCUITO DE MANDO 230V.c.a.														
400 V.c.a.	INTERRUPTOR						ARRANCADOR ESTATICO				PROTECCIONES MOTOR			INT. AUTOMATICO	
	EN SERVICIO	ARMADO	O. D.	O. A.	O. C.	MOT.	O. MARCHA	RESET	EQUIPO OK	CONF. MARCHA	NO ALTA Tª	NO HUMEDAD	RESET		



NOTA:
(1) EL RELE 80U18 ES ESPECIFICO DE MOTORES FLYGT. ESTE ESQUEMA ELECTRICO PUEDE VARIAR SEGUN LAS PROTECCIONES DE CADA MOTOR
(2) EN CASO DE EXISTIR PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA SE CORTARÁ LA MANIOBRA CON UN CONTACTO DEL MÓDULO DE SEGURIDAD Y SE CABLEARÁ AL SIMOCODE (ENCLAV.) UN CONTACTO DEL 200K12 (O 201K10)

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19	
B	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	ENE-16	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	01-2016	MBG
	REVISADO	01-2016	MBO
	COMPROBADO	01-2016	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

CIRCUITO TIPO 4A - OPCIÓN SIEMENS
ARRANQUE CON ARRANCADOR ESTÁTICO
PARA MOTORES 55kW < P ≤ 150kW

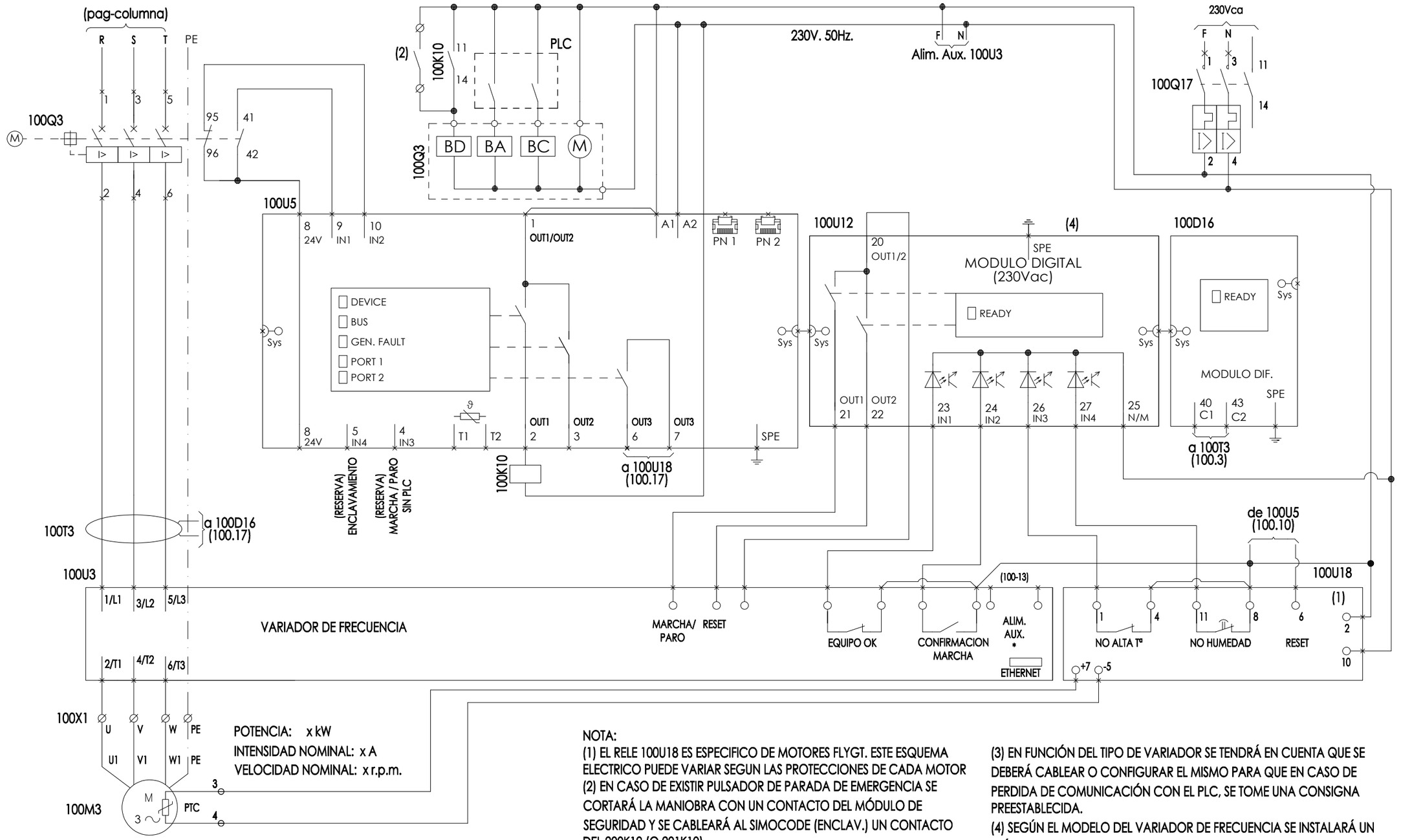
REF. PROYECTO | CODIGO PRISMA: | REV.: C

REF. COLECC. | HOJA: 80 | ANT.: | SIGUE:

FICHERO: CIRCUITO CIR-04A_SIEMENS_80.DWG

ARRANQUE CON VARIADOR DE FRECUENCIA (55 kW < P ≤ 150 kW)

CIRCUITO DE POTENCIA	CIRCUITO DE MANDO 230V.c.a.														
400 V.c.a.	INTERRUPTOR						VARIADOR DE FRECUENCIA				PROTECCIONES MOTOR			INT. AUTOMATICO
	EN SERVICIO	ARMADO	O. D.	O. A.	O. C.	MOT.	O. MARCHA	RESET	EQUIPO OK	CONF. MARCHA	NO ALTA Tª	NO HUMEDAD	RESET	



NOTA:

(1) EL RELE 100U18 ES ESPECIFICO DE MOTORES FLYGT. ESTE ESQUEMA ELECTRICO PUEDE VARIAR SEGUN LAS PROTECCIONES DE CADA MOTOR

(2) EN CASO DE EXISTIR PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA SE CORTARÁ LA MANIOBRA CON UN CONTACTO DEL MÓDULO DE SEGURIDAD Y SE CABLEARÁ AL SIMOCODE (ENCLAV.) UN CONTACTO DEL 200K12 (O 201K10)

* EN CASO DE NECESITAR ALIM. AUX.

(3) EN FUNCIÓN DEL TIPO DE VARIADOR SE TENDRÁ EN CUENTA QUE SE DEBERÁ CABLEAR O CONFIGURAR EL MISMO PARA QUE EN CASO DE PERDIDA DE COMUNICACIÓN CON EL PLC, SE TOME UNA CONSIGNA PREESTABLECIDA.

(4) SEGÚN EL MODELO DEL VARIADOR DE FRECUENCIA SE INSTALARÁ UN MÓDULO DIGITAL ALIMENTADO A 230Vca o a 24Vcc

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D	REVISIÓN NOTAS	ENE-20	
C	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19	
B	REVISIÓN GENERAL	ABR-18	
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	ENE-16	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	01-2016	MBG
	REVISADO	01-2016	MBO
	COMPROBADO	01-2016	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

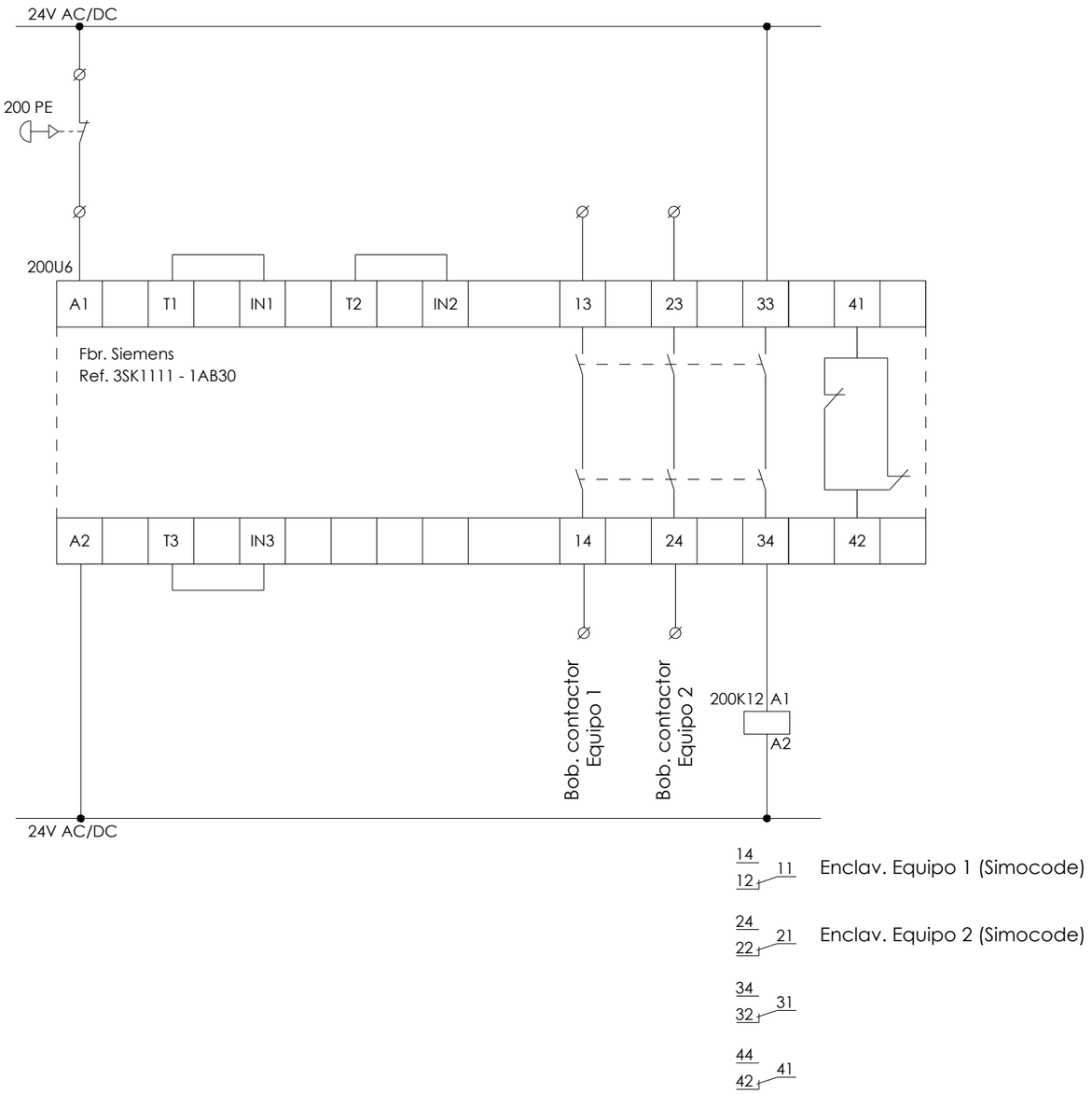
CIRCUITO TIPO 4B - OPCIÓN SIEMENS
ARRANQUE CON VARIADOR DE FRECUENCIA
PARA MOTORES 55kW < P ≤ 150kW

REF. PROYECTO | REF. COLECC.

CODIGO PRISMA: | REV.: D

HOJA: 100 | ANT.: | SIGUE:

FICHERO: CIRCUITO CIR-04B_SIEMENS_100.DWG



REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

		FECHA	FIRMA
ESCALA:			
	DIBUJADO	03-2019	JGE
	REVISADO	03-2019	MBO
	COMPROBADO	03-2019	MBO

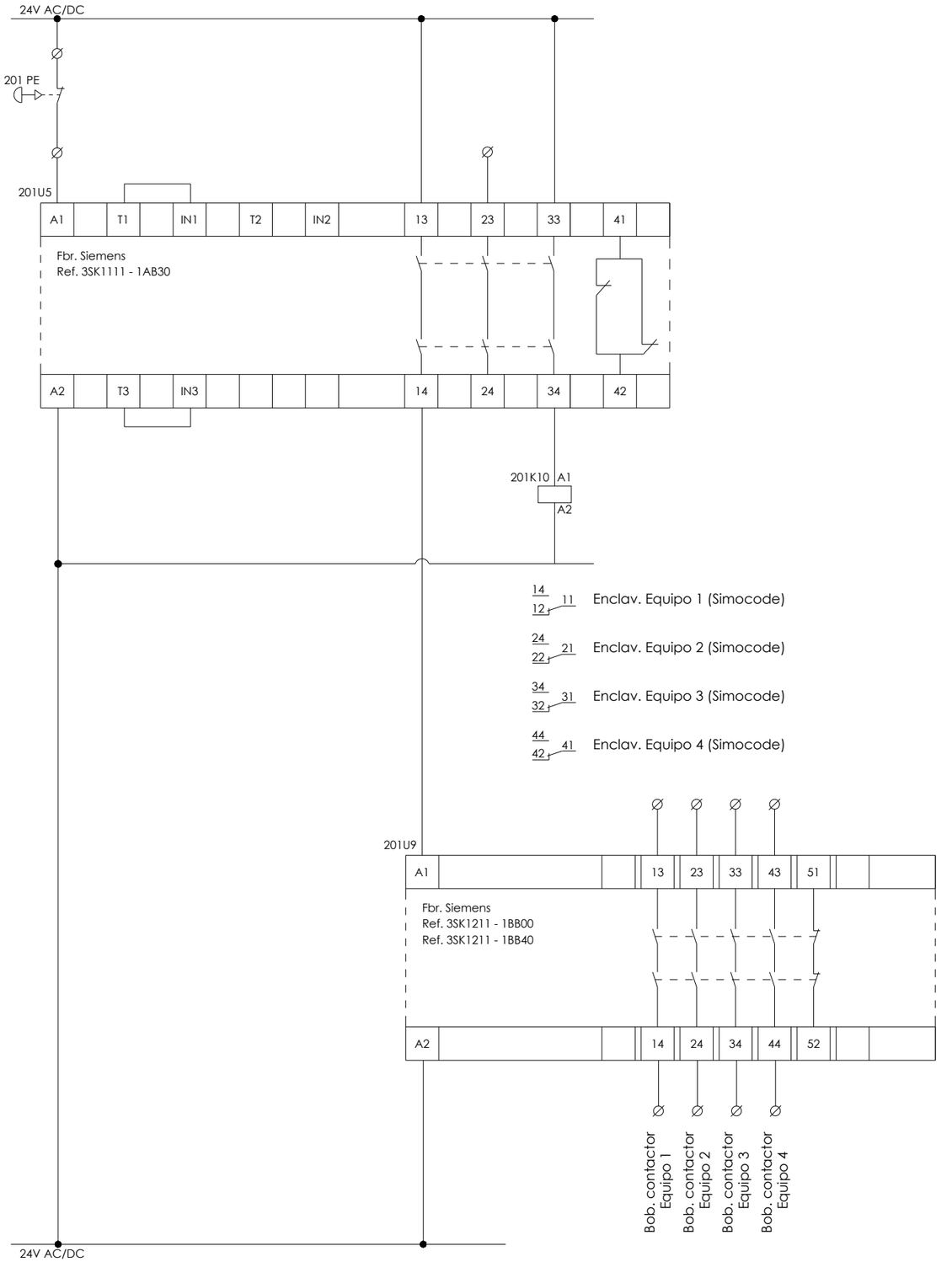
SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

CONEXIÓN PULSADOR EMERGENCIA
CON MÓDULO DE SEGURIDAD VALIDO PARA 2 EQUIPOS
OPCIÓN SIEMENS

REF. PROYECTO | CODIGO PRISMA: | REV.: A

REF. COLECC. | HOJA: 200 | ANT.: | SIGUE:

FICHERO: CONEXIÓN PULSADOR EMERGENCIA CON MÓDULO DE SEGURIDAD VALIDO PARA 2 EQUIPOS_OPCIÓN SIEMENS_200.DWG



REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

		FECHA	FIRMA
ESCALA:			
	DIBUJADO	03-2019	JGE
	REVISADO	03-2019	MBO
	COMPROBADO	03-2019	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

CONEXIÓN PULSADOR EMERGENCIA
CON MÓDULO DE SEGURIDAD VALIDO PARA 4 EQUIPOS MÁX.
OPCIÓN SIEMENS

REF. PROYECTO

REF. COLECC.

CODIGO PRISMA:

REV.: A

HOJA: 201

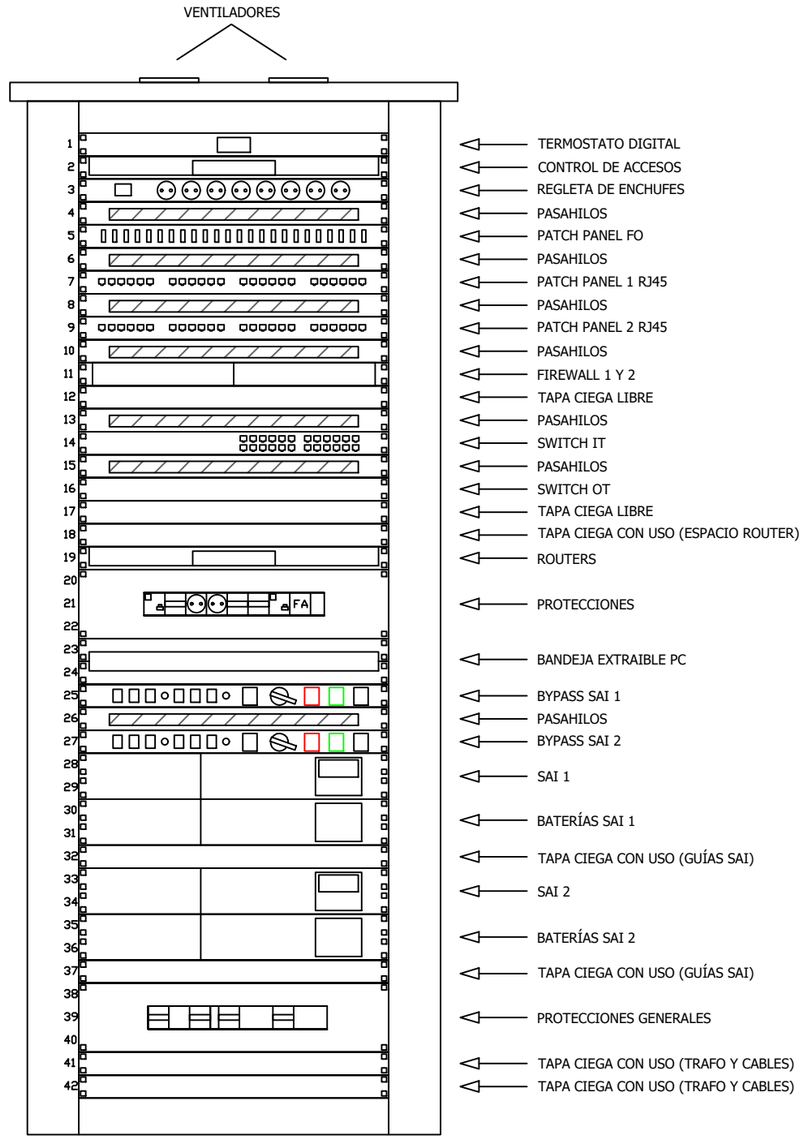
ANT.:

SIGUE:

FICHERO: CONEXIÓN PULSADOR EMERGENCIA CON MÓDULO DE SEGURIDAD VALIDO PARA 4 EQUIPOS MAX._OPCIÓN SIEMENS_201.DWG

ESQUEMAS DESARROLLADOS

SECURIZACIÓN



REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-21	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

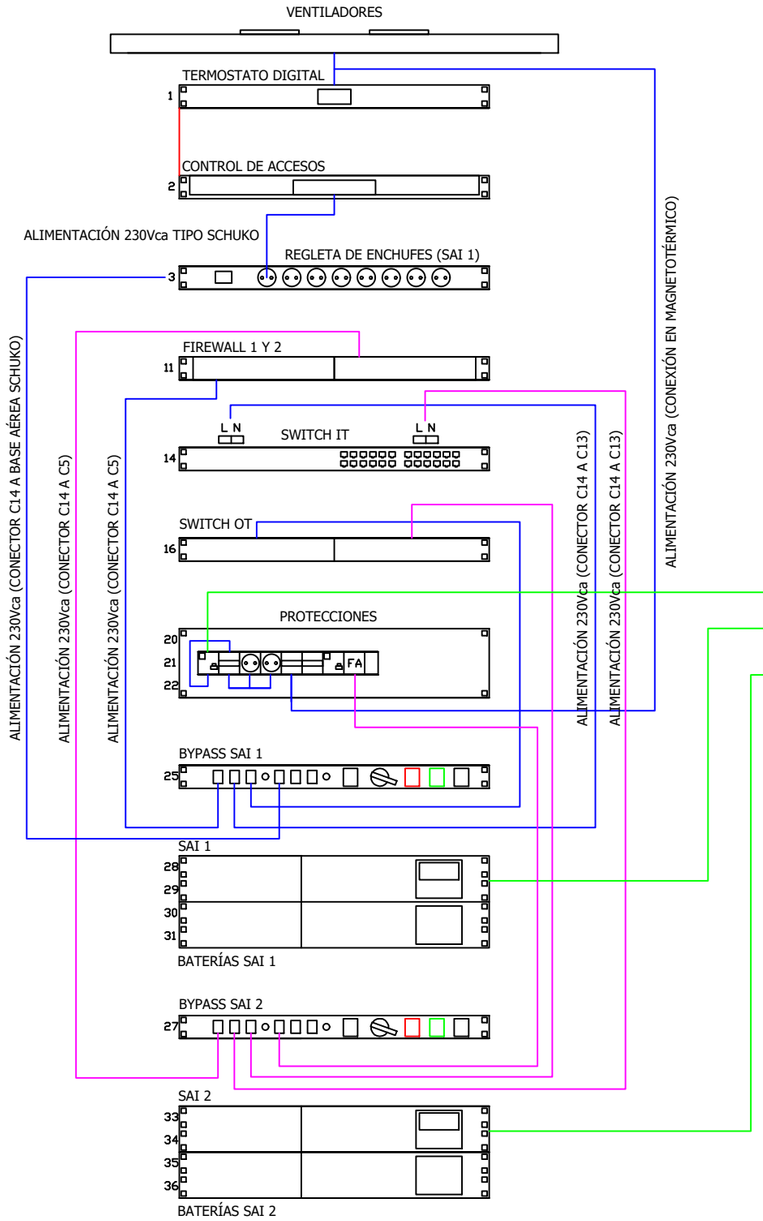
		FECHA	FIRMA
ESCALA:	DIBUJADO	04-2021	IGO
	REVISADO	04-2021	MAE
	COMPROBADO	04-2021	MBO

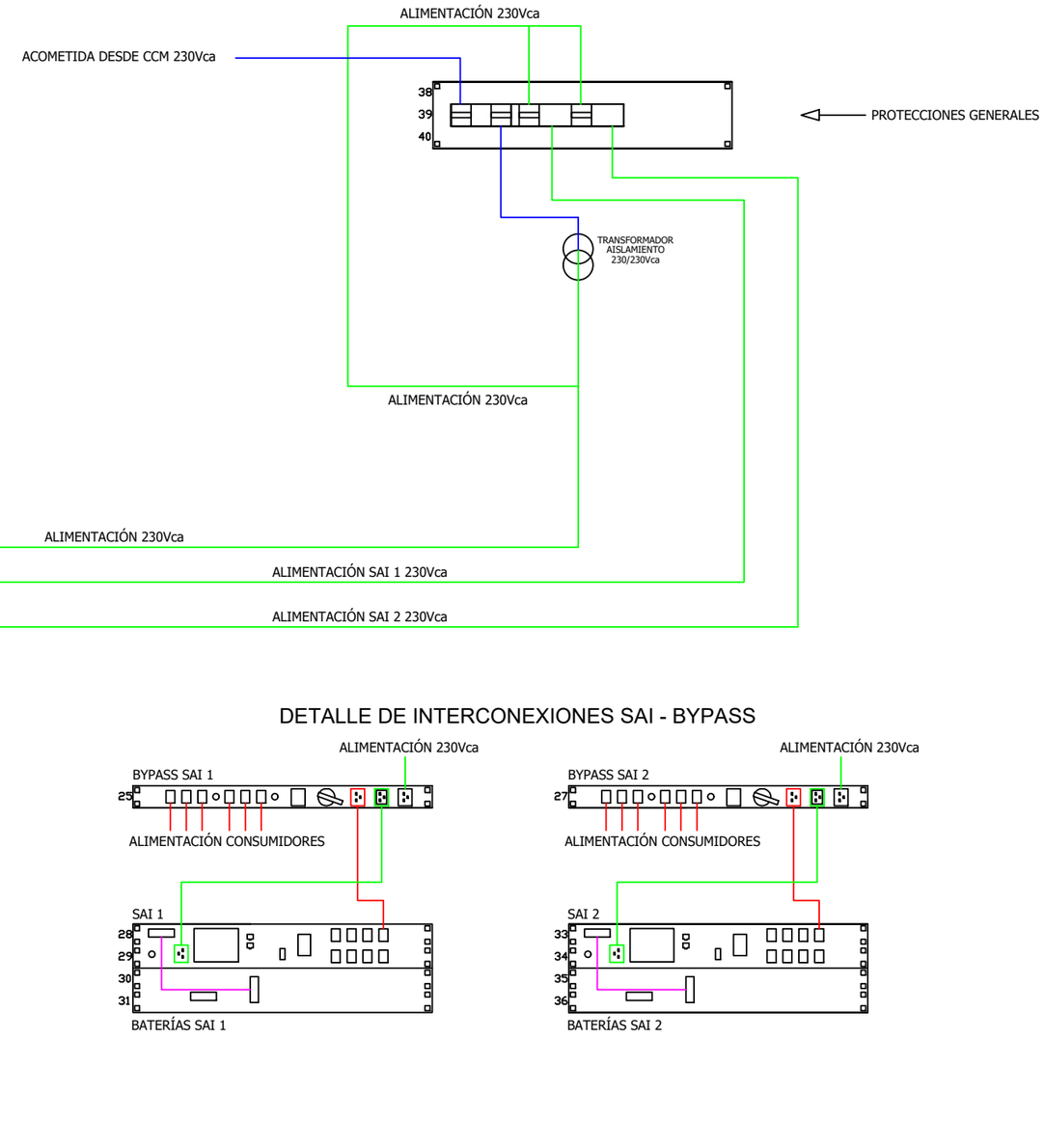
SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

RACK DE SECURIZACIÓN
CONSTRUCTIVO DE ARMARIO

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: A
REF. COLECC.		HOJA: 01	ANT.: -
			SIGUE: 02

FICHERO: 01_SECURIZACIÓN.DWG





DETALLE DE INTERCONEXIONES SAI - BYPASS

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-21	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

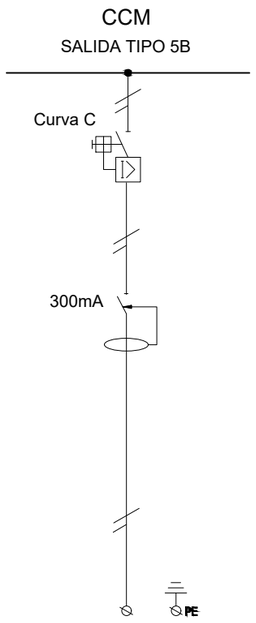
ESCALA:		FECHA	FIRMA
	DIBUJADO	04-2021	IGO
	REVISADO	04-2021	MAE
	COMPROBADO	04-2021	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

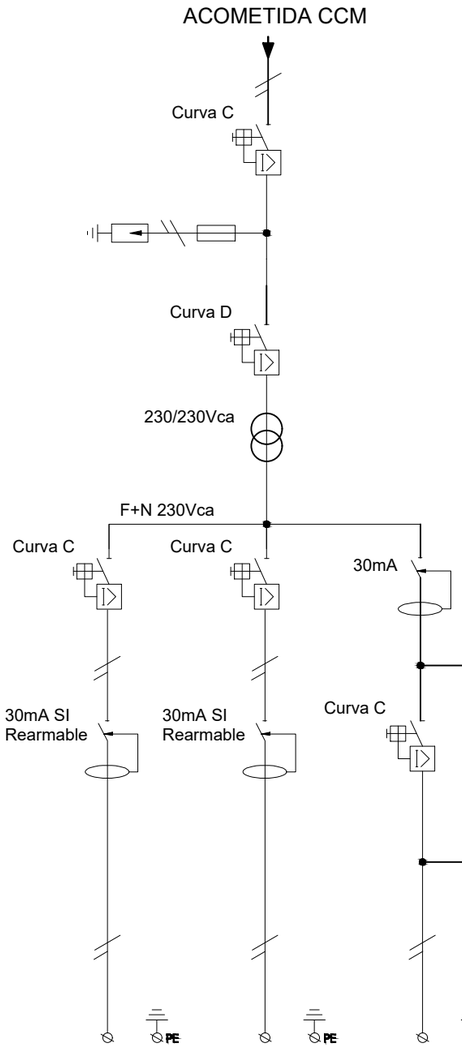
RACK DE SECURIZACIÓN
DISTRIBUCIÓN INTERNA

REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: A
REF. COLECC.		HOJA: 02	ANT.: 01
			SIGUE: 03

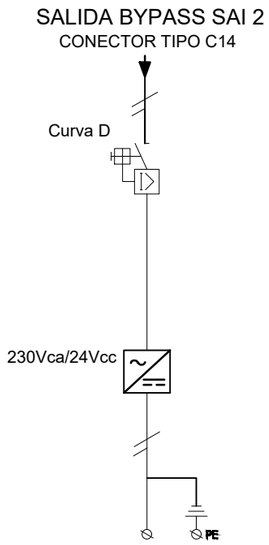
FICHERO: 02_SECURIZACIÓN.DWG



RACK
SECURIZACIÓN



SAI1 | SAI 2 | ENCHUFE CARRIL 1 | ENCHUFE CARRIL 2 | VENTILADORES RACK



ROUTER

REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
D			
C			
B			
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-21	

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA

		FECHA	FIRMA
ESCALA:			
	DIBUJADO	04-2021	IGO
	REVISADO	04-2021	MAE
	COMPROBADO	04-2021	MBO

SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN

RACK DE SECURIZACIÓN
ESQUEMA UNIFILAR

REF. PROYECTO
REF. COLECC.
CODIGO PRISMA:
REV.: A
HOJA: 03
ANT.: 02
SIGUE: -

FICHERO: 03_SECURIZACIÓN.DWG

APÉNDICE Nº 2

CONDICIONADO TÉCNICO PARA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia

MANUAL

Recomendaciones de Prevención de Riesgos Laborales a considerar en los Proyectos

Rev.01

INDICE

1 OBJETO Y ALCANCE 3
2 DESARROLLO 3
2.1 ESCALAS 3
2.2 TAPAS DE REGISTRO 5
2.3 PROTECCION RIESGO CAIDA 6
2.4 EQUIPOS DE RESCATE 7
2.5 MAQUINAS Y EQUIPOS 8
2.6 SUELOS 9
2.7 PUERTAS 10
2.8 CONDICIONES AMBIENTALES 10
2.8.1 ILUMINACIÓN 10
2.8.2 AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN DE EDIFICIO 11
2.8.3 VENTILACIÓN 11
2.8.4 ESTRESS TERMICO 11
2.8.5 RUIDO 12
2.9 ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS 15
2.10 DETECTORES FIJOS DE GASES 15
2.11 REDES DE AGUA 15
2.12 AGUA CALIENTE SANITARIA Y PREVENCIÓN DE LEGIONELOSIS 15
2.13 LOCAL DE LIMPIEZA 16
2.14 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS Y SEÑALIZACIÓN DE EMERGENCIAS 16
2.14.1 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 16
2.14.2 SEÑALIZACIÓN DE EMERGENCIAS 17
2.15 SEÑALIZACIÓN DE RIESGOS 17
2.16 PLANOS 17
2.17 FORMACIÓN EN EL USO DE LA INSTALACIÓN 18
2.18 ENTREGA DE LA INSTALACIÓN 18
3 HISTORIAL DE MODIFICACIONES 18

1 OBJETO Y ALCANCE

El presente manual tiene por objeto servir de recordatorio a aquellos que elaboran proyectos correspondientes a instalaciones del CABB sobre una serie de deficiencias u oportunidades de mejora que en algunas ocasiones se ha visto que no han sido detectadas hasta una vez ejecutadas las obras, con objeto de que sean consideradas ya en la fase de proyecto dando oportunidad a que sean incorporadas en el mismo.

No pretende ser una relación de legislación a cumplir por la instalación proyectada. Se entiende que forma parte del proyecto el garantizar que se cumple la normativa que corresponda a cada instalación.

2 DESARROLLO

2.1 ESCALAS

Con carácter general, en aquellas instalaciones que lo permitan por sus dimensiones y características será preferible instalar escaleras a escalas.

Para alturas superiores a 3,5 metros se recomienda la instalación de escalas en lugar de pates porque el agarre es más cómodo y no se agarra donde se pisa, además de tener una barra lateral que frena al pie de desplazarse lateralmente y salirse del peldaño:

- Escalas de longitudes mayores de 4m:

  Según el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, las escalas deben poseer dicha protección cuando su altura supera los 4m, tal y como refiere en el apartado 8 “Escalas fijas” del ANEXO I, en el subapartado 4 “**Las escalas fijas que tengan una altura superior a 4 metros dispondrán, al menos a partir de dicha altura, de una protección circundante**”.

  Sin embargo, en el caso de espacios confinados, dicha estructura dificulta extraordinariamente las maniobras de rescate, ralentizando las mismas, cuando estas deberían realizarse lo más rápidamente posible para evitar consecuencias graves en el trabajador accidentado. Como los operarios deberán subir y bajar por las escalas sujetos por un equipo anticaídas con rescatador, la protección circundante deja de ser operativa ya que en caso de caída será este sistema el que evite el accidente.

  Por esta razón, se sugiere que, en cada caso, se valore la conveniencia o no de dicha protección circular. Hay que tener cuidado con la decisión que se tome puesto que dejar de poner la protección circular contradice lo que dice la

normativa, por lo que esta valoración debería respaldarse con una evaluación de riesgos realizada y firmada por un técnico de prevención, que teniendo en cuenta la evolución de la técnica e intentando sustituir lo peligroso por lo que entrañe menos peligro, indique que medios pueden sustituir la jaula de la escala y que medidas preventivas se han de tomar. Por ejemplo, anticaídas, señalización, información, instrucción de trabajo, etc.).
En los casos en los que se considere mejor eliminarla, solo se podrá hacer:

- Si se garantiza que se dispone del sistema anticaídas con rescatador
- Si se señaliza la obligatoriedad de uso del mismo en el acceso.

- <u>Escalas de longitudes mayores de 9m</u>

  El RD 486/1997, dentro del subapartado 5 del citado apartado 8 del ANEXO I especifica"**Si se emplean escalas fijas para alturas mayores de 9 metros se instalarán plataformas de descanso cada 9 metros o fracción**". Sin embargo, en ocasiones se han instalado las plataformas de forma que en dichos descansos el nuevo tramo de escala no continúa la dirección de la anterior, sino que se ve desalineada en cada uno de ellos. Esta circunstancia, que no viene reflejada en el RD y que por tanto no es de obligado cumplimiento, hace que los medios anticaídas más utilizados en recintos confinados (trípodes y brazos dotados de sistemas de rescate) no puedan ser utilizados más allá del primer tramo. De esta manera la entrada se ve enormemente dificultada, y el rescate se ralentiza peligrosamente de manera proporcional al número de descansos presentes en la escala.
  Nuestro consejo es que las escalas se construyan de un solo tramo con los correspondientes descansos a intervalos de 9m, situados en uno de los laterales de las mismas y protegidos por una barandilla, pero sin romper la verticalidad y continuidad de la misma. Como el acceso se realiza en una sola "tirada", no será necesaria la entrada de un operario para realizar el rescate hasta uno o varios puntos intermedios. De esta manera se precisa menos personal y el rescate se acelera enormemente, pues se trata de un solo rescate en lugar de varios.

- <u>Otras medidas relacionadas con las escalas</u>
  - La anchura mínima de las escalas fijas será de 40 centímetros y la distancia máxima entre peldaños de 30 centímetros.
  - En las escalas fijas la distancia entre el frente de los escalones y las paredes más próximas al lado del ascenso será, por lo menos, de 75 centímetros. La distancia mínima entre la parte posterior de los escalones y el objeto fijo más próximo será de 16 centímetros. Habrá un espacio libre de 40 centímetros a ambos lados del eje de la escala si no está provista de jaulas u otros dispositivos equivalentes.
  - Evitar la instalación de conducciones o bandejas eléctricas sobre las escalas. O instalar estas a una altura que no dificulte la colocación de un anclaje o una estructura de capacidad suficiente.

- En accesos a pozos, colocar la escala, de tal modo que el primer peldaño no quede muy por debajo del nivel de acceso (intentar que la distancia no sea mayor de 300 mm). Prever algún sistema (tipo tintero o similar) para facilitar el inicio del descenso del trabajador. Consultar diseño normalizado en el caso de saneamiento, con un tintero donde insertar un útil en forma de T.
- Diseñar el acceso a pozos, de tal modo que al abrir una tapa, la escala esté en la perpendicular a una tangente de la circunferencia que forma la tapa, y no quede debajo de la solera.

- En accesos a zonas altas, la escala deberá sobrepasar al menos en 1 metro respecto al desembarco, y este deberá estar preparado para un fácil desembarco (con barandilla tipo acceso a piscina).
- Instalar escalas con pates de perfil hexagonal y no circular, debiendo estar orientados de tal manera que se pise sobre un vértice del hexágono y no sobre uno de los 6 lados planos del mismo. El perfil de los largueros de las escalas facilitará un buen agarre.
- Instalar las escalas con suficientes sujeciones a la pared (sujetándolas en la parte más alta, la más baja y las necesarias intermedias) para evitar zarandeos durante su uso.

2.2 TAPAS DE REGISTRO

Diseñar la instalación para que existan tapas de registro sobre todas las escalas situadas bajo una solera.

Muchos de los recintos visitados tienen un acceso mediante tapas de registro (manuales o abatibles). En estos casos, en especial en los recintos situados en zonas urbanas, existe el peligro de que alguna persona (ajena o no al trabajo) caiga descuidadamente por el hueco de entrada. Una posible solución es el balizamiento adecuado de un perímetro circundante a la abertura (Barandillas amovibles, vallas, cinta, conos…). Estos elementos de señalización, pueden estar presentes en la propia tapa de registro (las abatibles son lo

suficientemente grandes como para idear un sistema de sujeción de estos elementos a la parte interna de la tapa), o con el material que transportan los operarios.

- En las tapas (compuertas) abatibles, se podría colocar la tapa que se abra hacia donde empiezan las escaleras de acceso a la instalación, así se puede aprovechar la puerta como asidero para descender de forma más segura.
- Prever que las tapas de arquetas manuales o abatibles tengan asideros cómodos para poder abrir las tapas, y que estos estén a una distancia apropiada para manejarlas con seguridad.
- Estudiar el material más adecuado para las tapas no olvidando el peso que puede suponer la utilización de uno u otro. Optimizar también el mecanismo de apertura para reducir el esfuerzo de los trabajadores.
- En las arquetas normalizadas (arquetas con bisagras) la apertura será superior a 120º para evitar el riesgo de que se cierre de forma involuntaria debido al viento. Se han encontrado bastantes arquetas, sobretodo en depósitos donde hay mucho viento, que las arquetas se quedan abiertas a 90º y es necesario prever algún medio de sujeción sujetando para evitar que se cierre.
- En los registros donde el acceso no sea habitual, por ejemplo, en las arquetas de entrada de material o las que se abren para ventilación, valorar que dispongan de un tramex instalado bajo la tapa para evitar la caída a distinto nivel cuando ésta se encuentra abierta. En el caso de que dispongan de sondas rádar, se dejará el hueco necesario en el trámex para realizar el mantenimiento de la sonda sin que exista el riesgo de caída.
- Valorar siempre la instalación de elementos como contadores en el exterior para evitar la entrada para hacer una lectura (bien en un armario exterior o en un registro con el contador extraíble, tal y como se hizo en Cabieces). Valorar también si es posible preparar la instalación para que las compuertas se puedan abrir manualmente desde el exterior a través de una pequeña arqueta desde la cual, una vez abierta, se pueda acoplar un volante.

2.3 PROTECCION RIESGO CAIDA

- Se deberán poner barandillas o elevar el peto del edificio 110 centímetros por encima del nivel de la cubierta allí donde hagan falta y que cumplan con la normativa correspondiente. Se debe tener en cuenta el uso que se va a hacer de la instalación para aplicar el Código Técnico de Edificación y/o el RD 486/97 de lugares de trabajo.
- En el caso de tener que acceder a azoteas para alguna operación, se deberá prever dicho acceso y los elementos de seguridad a usar mientras se esté en la azotea (barandillas, líneas de vida certificadas, puntos de anclaje certificados,…..)

- En las azoteas y cubiertas se priorizará la colocación de barandillas o de antepechos que cumplan como medios anticaída antes que las líneas de vida, ya que éstas hay que mantenerlas (con los gastos que ello conlleva) y el trabajador se ve obligado a permanecer con los EPIs necesarios durante la permanencia en dichas cubiertas.
- Las líneas de vida se instalarán de tal forma que el trabajador esté protegido en todo momento, desde el desembarco en la cubierta hasta el punto o puntos de actuación.
- Se tendrá que prever la colocación de tramex o similar para pasar sobre los elementos traslucidos de las cubiertas y señalizar los paneles translúcidos con la señal de “no transitable”.
- En el caso de cristaleras se deberá prever su limpieza. En el caso de oficinas evitar los cristales fijos e inaccesibles.
- Se debe prever también el mantenimiento de las luminarias a la hora de elegir su ubicación. Se tendrán en cuenta sistemas como báculos abatibles recomendables en zonas de pasillos entre zonas de agua (filtros, decantadores lamelares,..) para evitar uso de escaleras durante el mantenimiento y reparaciones, y sistemas mecánicos de izado para luminarias colocadas en el techo.
- Con carácter general se instalará rodapié en las barandillas de lugares que tengan niveles inferiores en los que pueda haber presencia de personas. En el caso de las cámaras húmedas se ha identificado riesgo de caída a través del hueco entre la barra intermedia de la barandilla y el suelo. Dado que en estos casos un rodapié se llenaría de trapos y suciedad se sugiere la instalación de otra barra intermedia entre la barra del medio y el suelo para que deje pasar los restos de inundaciones, pero evite la caída a distinto nivel.

2.4 EQUIPOS DE RESCATE

Cuando hablamos de un “equipo de rescate adecuado”, nos referimos a un sistema que permite descender/ascender al trabajador a la vez que, en caso de un accidente nos permitirá (generalmente mediante un torno recuperador) rescatar al accidentado independientemente de su estado (consciente o inconsciente). Existen también sistemas que, aún siendo un equipo diferente, añadidos a sistemas retráctiles de cable habituales, nos permiten realizar un rescate sobre los mismos.

Habrá que analizar en cada caso cuál es el sistema más adecuado.

En las instalaciones se podrán colocar:

- bases para pescantes, y disponer de un pescante para su colocación. Consultar previamente el modelo existente en el CABB para optimizar la utilización de los pescantes en función de necesidad y disponibilidad de los mismos en las diferentes instalaciones, así como para facilitar las revisiones obligatorias a realizar en los mismos. Tener en cuenta, asimismo, la

ubicación donde se instalan estos elementos para garantizar su maniobrabilidad. En algunos casos, esto puede suponer instalar sistemas de apertura en barandillas para tener que evitar elevar la persona rescatada por encima de estas para sacarle de la instalación.

Se deberá estudiar las distintas posibilidades de instalación como las bases embebidas en el suelo para evitar elementos que originen riesgo de caída debido a tropiezos.

- puntos de anclaje: En muchos de los casos analizados de instalaciones en uso, se ha propuesto la instalación de un punto de anclaje o una estructura de capacidad suficiente, para conectar sobre él el equipo de rescate que permitirá descender/ascender de manera segura. Habrá que tener en cuenta que en la gran mayoría de los casos, el operario deberá encontrarse sujeto a un punto seguro para realizar la maniobra de instalación de dicho equipo de rescate. Para ello deberá disponer de otro punto de anclaje anexo al anterior, o que dicho punto esté dimensionado para poder soportar adecuadamente el equipo de rescate y el trabajador que ha de colocarlo o manipularlo.

  Si se ponen sobre la pared, debido a que en muchos casos la escala analizada se encuentra adosada a la pared, distanciándose muy pocos centímetros de esta, la colocación de un anclaje sobre la misma pared ofrecería el problema de que el sistema de anclaje (generalmente un cable o cinta retráctil) rozase contra el primer peldaño de la escala. Para dar solución a este problema se plantea la instalación de lo que se ha denominado “estructura de capacidad suficiente”. Esta consiste en una pieza de metal u otro material de resistencia probada, generalmente diseñada en forma de escuadra anclada a la pared, y que, dotada de un anclaje homologado en su extremo, separa el sistema de rescate de la misma, alineándolo con la vertical de la escala sin que roce con ella. Dicha estructura deberá poseer un estudio, realizado por una persona competente, que certifique su resistencia, además de unas pruebas de carga registradas.
  Se deberá facilitar toda la documentación relativa a todos estos equipos al Departamento de Prevención para que este departamento gestione las futuras revisiones de los mismos.

2.5 MAQUINAS Y EQUIPOS

Todos los equipos nuevos instalados deberán tener:

- manual de instrucciones
- marcado CE
- declaración de conformidad

En el caso de equipos que formen parte de un sistema se deberá disponer de la declaración de conformidad de todo el sistema.

Aun así, el que una máquina esté provista del marcado CE, acompañada de la declaración CE de conformidad y del manual de instrucciones, aunque son requisitos formales exigibles por la Directiva de Máquinas, no siempre supone una garantía absoluta de que sea totalmente conforme con los requisitos esenciales de seguridad y salud aplicables de dicha disposición.
Esto implica que el empresario debería, asegurarse de que dichas máquinas cumplen la legislación vigente, previamente a su compra y/o utilización. A estos efectos, habría que distinguir las actuaciones y comprobaciones necesarias para la selección de la máquina de aquellas otras que resultan de aplicación una vez adquirida ésta, en el momento previo a su utilización.

Si en el proyecto se instalan cuasi máquinas, éstas deberán contar con declaración de incorporación y manual de incorporación. El montador deberá facilitar al CABB el manual de instrucciones del conjunto de cuasi máquinas, junto con la declaración CE de conformidad conjunta y colocar el marcado CE en lugar visible.

Habrá que habilitar un paso y una plataforma de trabajo para todos los elementos que haya que accionar de alguna manera, adecuadamente protegidos con barandillas.
Se deberá prever el mantenimiento y la utilización de los equipos e instalar los medios necesarios (plataformas, barandilla fijas o desmontables en previsión de un posible desmontaje de equipos para su mantenimiento, puntos de enganche para instalar polipasto, etc.) para realizarlos de forma segura.
Cuando se diseñe una instalación (arqueta, por ejemplo), se deberá hacer una previsión de todos los elementos que se van a colocar en la misma después, para que quede espacio para que el trabajador haga las tareas que tiene encomendadas.

Todas aquellas válvulas que se coloquen en las instalaciones del CABB deberán permitir su consignación para garantizar que no puedan ser manipuladas durante la realización de trabajos que así lo requieran.

2.6 SUELOS

Se priorizará el que los suelos sean siempre transitables.

Se deberá tener en cuenta las características de los suelos para optimizar sus características en cuanto:

- a su mantenimiento, evitando suelos muy porosos salvo que sean necesarios y dotando de la mayor pendiente posible y con sumideros en las zonas en las que se prevea necesidad de manguear para su limpieza
- a su condición antideslizante para evitar caídas al mismo nivel en presencia de agua o humedad

2.7 PUERTAS

En los centros de transformación se recomienda que todas las cerraduras instaladas permitan abrir siempre la puerta desde su interior para facilitar la salida en caso de emergencia**.**

Cuando las puertas abran hacia un lugar en el que haya probabilidad de presencia de personas detenidas o sea zona de paso, se recomienda que dichas puertas tengan partes transparentes o traslucidas que permitan percibir la aproximación de las personas y que cubran la altura comprendida entre 0,7m y 1,5m, como mínimo.

2.8 CONDICIONES AMBIENTALES

2.8.1 ILUMINACIÓN

Cuando se hace el proyecto de iluminación, se deben incluir en el mismo la compartimentación definitiva que van a tener los espacios y los diferentes elementos presentes en los mismos susceptibles de generar luego sombras una vez instalados.
Se deberá tener en cuenta las maniobras o trabajos a realizar en las distintas zonas además de la iluminación general que se desee para esos espacios.
Los estudios de iluminación deberán tener en cuenta siempre la iluminación de emergencia.
En este sentido, además de la iluminación de emergencia de interiores, habrá que prever la instalación de iluminación de emergencia en aquellas zonas exteriores en las que un fallo en la iluminación general pueda generar riesgos (escaleras, zonas con elementos fijos que puedan provocar golpes o tropiezos, zonas en las que se prevé que se desmonten protecciones para labores de mantenimiento, etc.).

En el caso de oficinas, se deberá tener en cuenta la ubicación de los puestos de trabajo.
Se deberá poner cuidado en los sistemas de encendido/apagado por lo siguiente:

- no instalar sistemas que se activan por el movimiento en puestos de administrativo (que pueden estar mucho tiempo sin moverse apreciablemente)
- cuando se instalen sistemas que se desactivan según la luz natural que entra en la sala, se elegirá la ubicación de los sensores de tal manera que no estén más próximos a la ventana que los puestos de trabajo

Se deberá tener en cuenta el tema de luz fría/caliente.

En el caso de reforma de una parte de una instalación, se deberá plantear en la reforma la revisión y actualización de la iluminación de la misma. Tenemos ejemplos de salas cuya iluminación fue proyectada en base al uso

que se hacía de las mismas y luego se han ido añadiendo elementos en zonas no iluminadas y no se ha modificado la iluminación de dichas salas.

Con carácter general, las luminarias de interior deberán colocarse a una altura inferior o igual a 2,5m para facilitar las labores de mantenimiento de las mismas.
Se deberá tener en cuenta la orientación de las ventanas y prever la colocación de estores o persianas para evitar deslumbramientos por el sol.

2.8.2 AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN DE EDIFICIO

Se deberán garantizar las renovaciones de aire adecuadas y cuando haya zonas que deban estar separadas por posible comunicación de ambientes comunicados, se deberá asegurar que el aislamiento no solo se produce a nivel de la instalación del aire, sino también a nivel de dobles techos, zona de toma de aire u otros posibles puntos de comunicación.
Se deberá conocer la calidad del aire exterior del edificio, para determinar la categoría del aire alrededor del edificio. Una vez conocida la calidad de aire exterior, se tratará de corregir una deficiente calidad del aire exterior, ubicando la toma de aire exterior en zonas donde el aire esté menos contaminado, y/o seleccionando los métodos de limpieza del aire más adecuados, los cuales dependerán del nivel de calidad de aire interior que se proyecte y del estado físico en que se presentan los contaminantes (gases, vapores, materia particulada y características de la misma).

En cumplimiento de la reglamentación actual, tal como indica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, en el punto 2.5.1. de su IT-2 sobre Preparación y limpieza de redes de conductos, el instalador autorizado, antes de la entrega definitiva de la instalación, deberá realizar una limpieza interior de toda la red de conductos

2.8.3 VENTILACIÓN

En algunos casos podría estudiarse si se trata o no de recintos confinados (algunas cámaras secas, galerías donde el riesgo atmosférico que puede darse es principalmente la anoxia) y si añadiendo una ventilación adecuada podría llegar a cambiar de categoría.
En el tema de la ventilación tiene también incidencia la clasificación ATEX.

2.8.4 ESTRESS TERMICO

Se deberá poner especial cuidado en los diseños estéticamente muy bonitos de lucernarios, cúpulas, cristaleras enormes. Se deberá estudiar la climatología, la orientación, la ventilación prevista, el material utilizado para garantizar que la temperatura de trabajo en el interior sea adecuada.
Ya se han dado varios casos en este sentido (lucernario laboratorio de Galindo, cubierta filtros prensa Venta Alta).

2.8.5 RUIDO

La legislación actual (REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido) establece varios valores límite de ruido por los cuales la empresa debe tomar alguna acción:

- **Hasta 80dB(A) o 135dB(C) de pico.**
  - No hay que tomar ninguna acción
- **De 80 a 85dB(A) o picos de 135 a 137dB(C).**
  - El trabajador no tiene obligación de ponerse protección auditiva, pero el empresario está obligado a proporcionarla y fomentar su uso.
  - Informar a los trabajadores
  - Hacer una medición higiénica cada 3 años
  - Audiometrías cada 5 años.
- **De 85 a 87dB(A) o picos de 137 a 140dB(C).**
  - Elaborar un programa de medidas técnicas y/o de organización.
  - Colocar señalización
  - El trabajador tiene obligación de ponerse protección auditiva.
  - Informar a los trabajadores
  - Hacer una medición higiénica cada año
  - Audiometrías cada 3 años.

Por tanto, por debajo de los 80 dB(A), no es necesario tomar ningún tipo de acción porque no hay riesgo de generar un riesgo de daño del oído del trabajador.

Sin embargo, cuando se va a instalar un nuevo equipo en un lugar de trabajo, no debe ser considerado solo el ruido que pueda emitir dicho equipo, sino que hay que tener en cuenta el lugar donde va a instalarse en el que puede haber ya ruidos procedentes de otras fuentes.
Por otro lado, cuando hay que disponer de equipos con ruido (motores, bombas, soplantes, compresores,….) en una instalación, se debe huir de espacios muy grandes que compartan varios usos porque, la práctica es que ha habido que sacar de allí dichos elementos y encerrarlos en otros lugares.
Tener en cuenta los datos de ruido al elegir los equipos, amortiguación de los asentamientos y buscar aislamientos adecuados.
Se recomienda analizar en los diseños cabinas para los equipos que generan altos niveles de ruido: ventiladores centrífugos, compresores, etc.

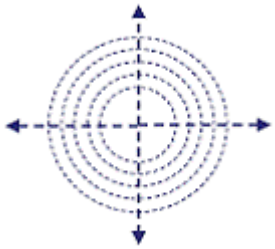
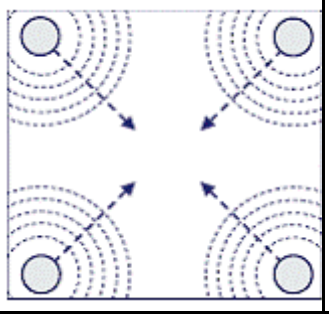
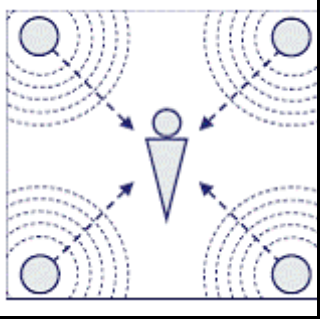
Hay que tener en cuenta de que cuando hablamos de zonas de oficinas en vez de zonas industriales, o incluso zonas de puestos de control, se debe tener en cuenta que con niveles inferiores a 80 dB(A) no hay riesgo de dañar el oído, pero sí de generar un posible disconfort por ruido en los trabajadores. Por lo que sería conveniente que en estos casos también se estudiara esta situación desde el proyecto. En la guía técnica publicada por

el INSHT de “Evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos con pantallas de visualización de datos” se dice que *Para tareas difíciles y complejas (que requieren concentración) el nivel sonoro continuo equivalente,LAeq, que soporte el usuario, no debería exceder los* ***55 dB(A)****.*

A continuación, se dan unas directrices básicas a seguir para el control del ruido, siempre a tener en cuenta:

- Fase de diseño y construcción
  En las fases de proyecto y construcción de las máquinas y equipos, es donde existe más posibilidades de atenuación sonora.
- Compra
  En el momento de comprar maquinaria y equipo, deben tenerse en cuenta sus características acústicas, exigir los datos al fabricante y adquirir aquellas que sean menos ruidosas.
- Distribución en planta
  Al realizar la distribución en planta de los diversos equipos, deberán considerarse sus características acústicas para determinar su mejor emplazamiento.

Como ayuda UNE-EN ISO 11690:1996

Emisión de ruido Radiación Acústica de una Máqui	Inmisión de ruido Radiación Acústica de una Máquina	Exposición al ruido Radiación Acústica de una Máquin
Relacionado con la máquina. Condiciones de funcionamiento específicas. Independiente del ambiente.	Relacionado con el puesto de trabajo. Funcionamiento real. Dependiente del tiempo de inmisión. Contribución de todas las fuentes sonor	Relacionado con una persona. Funcionamiento real. Dependiente del tiempo de exposición Contribución de todas las fuentes sonc
		

- Fundaciones
  Las vibraciones de una máquina se transmiten a su asiento, lo que aumenta el ruido. Una sólida fundación, el empleo de amortiguadores de vibraciones, el asentamiento sobre arena, corcho, etc., puede reducir considerablemente el ruido.
- Apantallamiento
  El ruido puede ser atenuado aislando la fuente sonora por medio de pantallas constituidas por planchas o paneles, preferentemente revestidos de un material absorbente sonoro (el techo y los muros del entorno pueden servir a veces como pantallas). Sin embargo, es preciso asegurarse de que

las condiciones necesarias para el buen funcionamiento de la máquina no serán afectadas por las pantallas ni por cualquier otro aislamiento acústico.

- Choques

  El golpe de un cuerpo sobre otro es causa de ruido. El revestimiento de las superficies resonantes con madera, caucho u otros materiales similares, a veces por la cara contraria al choque, reduce el ruido.

- Mantenimiento de las máquinas

  Las máquinas usadas y mal conservadas emiten ruido más intenso; por consiguiente, deberán mantenerse en buen estado de conservación y engrase, y se cuidará de que se efectúen las revisiones diarias y periódicas que sean necesarias.

De forma general, las **fuentes de ruido** en la industria son normalmente:

VENTILADORES

AXIALES: Mayor influencia de frecuencias medias. No admiten pérdida de carga ⇒ Tratamiento más complejo.
CENTRÍFUGOS: Mayor influencia de bajas frecuencias. Admiten pérdida de carga ⇒ Niveles más elevados, pero solución más sencilla.

MOTORES ELÉCTRICOS

Ruido debido al ventilador. De banda ancha.
Ruido tonal debido a la velocidad de rotación.
Ruido de desequilibrio dinámico por avería.
Transmisión por vía aérea y estructural.

COMPRESORES

Ruido de baja frecuencia.
Transmisión por vía aérea y por vía estructural.
Dependiendo del modelo puede producir niveles elevados.

TRANSFORMADORES

No producen niveles elevados.
El ruido producido es de muy baja frecuencia, lo que aumenta la molestia.
Frecuencia de trabajo entre 50 y 60 Hz.

RUIDO DE VENTILACIÓN

Inyectores, descargas de vapor, y control neumático de descarga.
Ruido debido a turbulencias en el aire.
Ruido de alta frecuencia.

VÁLVULAS

Ruido mecánico y el debido a la circulación de aire o líquido.
En las convencionales la principal fuente de ruido mecánica es el movimiento de la propia válvula.

2.9 ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Se deberá asegurar el cumplimiento de la normativa tanto de APQ como de ADR (por ejemplo, en el caso del gasóleo el APQ no exige toma de tierra pero el ADR sí).
Se deberá prever:

- algún sistema que facilite el vaciado del cubeto de retención en el caso de que haya sido utilizado
- que el sistema de colectores de agua previsto, permita evitar que el vertido que se pueda producir produzca algún problema medioambiental, de seguridad o de operación en la planta.
- y antes de la entrega de la instalación, se deberá colocar la Ficha de Seguridad del Producto en las inmediaciones.
- En el caso de habilitar un acceso a la parte superior de algún depósito se deberá prever el modo de asegurar al trabajador frente al riesgo de caída mientras esté en dicha zona.

2.10 DETECTORES FIJOS DE GASES

Cuando en el proyecto de la nueva instalación se prevea la necesidad de instalar detección fija de gases, se contará para la misma con alguna empresa de referencia del sector (se podrá consultar con el departamento de PRL) y se atenderá a sus criterios en cuanto a la mejor ubicación y número de detectores a instalar y selección de niveles adecuados de alarma. Con carácter general, la señal de los detectores será conectada al Scada para permitir el registro continuado de los valores obtenidos por los mismos.

2.11 REDES DE AGUA

- Las redes que se diseñen para el agua potable, para el agua industrial, y la de fecales, deben diseñarse cuidadosamente y registrar sus planos para evitar problemas de comunicación.
- Todas las redes serán independientes entre sí y no se podrán conectan bajo ningún concepto.
- A las duchas y lava-ojos siempre llegará agua potable y se asegurará que sea independiente de la red de agua para uso industrial (por ejemplo, para diluir o manguear).
- Todas las conducciones estarán señalizadas por colores (referencia NTP 3 y NTP 566).

2.12 AGUA CALIENTE SANITARIA Y PREVENCIÓN DE LEGIONELOSIS

Dentro de las instalaciones que han de ser objeto de control y seguimiento en el Plan de Prevención de Legionelosis están las instalaciones de Agua Caliente Sanitaria (ACS). En el momento en que se instala y hace uso de este tipo de

instalaciones que tienen algún almacenamiento de agua caliente deben ser integradas en el plan de control, lo cual supone:

- Una limpieza y desinfección cuando van a ser puestas en marcha y analítica de Legionella 15 días después.
- Una limpieza y desinfección anual y analítica de Legionella 15 días después.
- Una medición diaria de temperatura.

Por este motivo, antes de instalar una instalación de este tipo es conveniente valorar hasta qué punto es necesaria el agua caliente en cada caso o si hay alternativas viables que calienten, pero no almacenen el agua caliente.
En el caso de instalar una instalación de estas características y de acuerdo al RD 865/2003, por el que se establecen los criterios para la prevención y control de la legionelosis, en el momento de entrega de las mismas por el adjudicatario, deberán hacer entrega de un certificado de limpieza y desinfección de instalaciones de ACS y AFCH emitido por empresa competente, junto con el resultado de la analítica de Legionella.
Cuando se dejen instalaciones de este tipo fuera de uso se deberán retirar y en el caso de que sea inviable se deberán adoptar todas las medidas para que la instalación no retirada no suponga un riesgo. Por ejemplo, depósitos vacíos, y enclavados para que no puedan volver a ser llenados.

2.13 LOCAL DE LIMPIEZA

Considerar dotar a las instalaciones, cuando sea posible y se estime conveniente, de algún espacio para almacén de productos y útiles de limpieza incluyendo toma de agua y sumidero o pileta. De esta manera se evitará el uso como almacén de lugares inapropiados como pueden ser los patinillos.

2.14 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS Y SEÑALIZACIÓN DE EMERGENCIAS

Todo proyecto debe incluir estos dos apartados que se olvidan en muchas ocasiones.

2.14.1 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

En el proyecto se deberá contemplar el estudio de los requisitos de protección contra incendios que correspondan a la instalación afectada.
En el caso de reformas que afecten a parte de una instalación que dispone de protección contra incendios se deberá analizar la instalación existente para que ambas sean compatibles y puedan conectarse a un único sistema.
En el caso de instalación de BIEs se deberá garantizar que estas disponen del suministro de agua necesario.
Los extintores deberán seleccionarse en número y tipo, según la carga de fuego de la instalación, el tamaño de la instalación y el tipo de fuego que se pueda producir. Ver CTE.

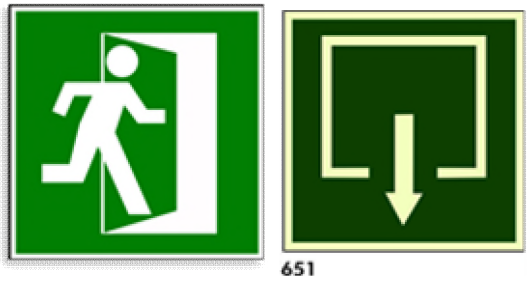
2.14.2 SEÑALIZACIÓN DE EMERGENCIAS

Respecto a la señalización de evacuación que deberá estar incluida en la instalación cuando esta sea entregada, se tendrá en cuenta:

- Guía Técnica de “Lugares de trabajo” en relación al Anexo I-A artículos 7, 8 y 9.
- CTE – DBI. Capítulo 7 Señalización de los medios de evacuación

Probablemente en muchos casos con señalizar la puerta de salida será suficiente si ésta es visible desde todo el espacio; y en aquellos casos en los que existan puntos desde los que dicha salida queda oculta por algún elemento estructural o cualquier otro motivo, se deberá contemplar la instalación de las suficientes señales de dirección hasta el punto en que la salida sea visible.

La señal de “SALIDA” que indica el CTE puede ser sustituida por una señal con el pictograma correspondiente a ese texto, que en este caso podría ser cualquiera de las dos que vienen a continuación, cuando la salida de la instalación hace tanto las funciones de salida habitual como de emergencia:



2.15 SEÑALIZACIÓN DE RIESGOS

Se deberá colocar a la entrada de cada zona/instalación un cartel con los riesgos existentes en dicha zona. Por ejemplo, a la entrada de una cámara seca donde hay una grúa, bombas, y algún cuadro eléctrico, deberá de estar señalizado a la entrada los riesgos de: Ruido, Caída de objetos en Manipulación y Riesgo Eléctrico.
Todas las puertas de los armarios eléctricos deberán ir con la señalización de Riesgo Eléctrico. Las señales que se seleccionen serán acordes con las instaladas en el resto de instalaciones del CABB.

2.16 PLANOS

Se deben entregar siempre los planos as built de la instalación una vez terminada. Se debería pedir al contratista que modifique los planos de emergencia de la instalación afectada e incorpore los cambios realizados.

2.17 FORMACIÓN EN EL USO DE LA INSTALACIÓN

Si la complejidad de la instalación, así lo requiriese, dentro de la elaboración del Proyecto y más en concreto en el Presupuesto, se deberá tener en cuenta que será necesario dar Formaciones al personal que vaya a Explotar y Mantener esa nueva instalación.

2.18 ENTREGA DE LA INSTALACIÓN

Se deberá poner especial atención en la entrega de las obras con respecto a todos aquellos equipos que requieran unas revisiones legales con una periodicidad determinada (extintores, líneas de vida, detectores fijos, ….) de tal manera que si la entrega se retrasa por algún motivo se deberá garantizar de alguna manera (a través de la obra o si no es posible haciendo una entrega parcial de estos equipos con toda la documentación correspondiente) para que se cumplan los plazos legales establecidos.

3 HISTORIAL DE MODIFICACIONES

Edición: rev. 01

Apartado modificado:

Introducción de índice, modificación de todos los apartados para completar o mejorar redacción, introducción de nuevos apartados (suelos, puertas, detectores fijos de gases, agua caliente sanitaria, local de limpieza y entrega de la instalación).