



Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa

Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia

Iraunkortasun, Teknologia eta Berrikuntza Zuzendariordetza

Subdirección de Sostenibilidad, Tecnología e Innovación

3ZK. DUN ERANSKINA. PRESKRIPZIO TEKNIKO PARTIKULARREN PLEGUA

DOCUMENTO Nº 3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES



PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES	1
1.1 Objeto del Pliego	1
1.1.1 Normas y disposiciones aplicables.....	1
1.1.2 Obligaciones del contratista	2
1.1.2.1 Generales	2
1.1.2.2 Permisos y licencias.....	3
1.1.2.3 Legalización de las instalaciones	3
1.1.3 Descripción general de las obras	3
1.1.3.1 Torreta 126	4
1.1.3.2 Sifón	5
1.1.3.3 Sala de válvulas.....	6
1.1.3.4 Torreta 127	7
1.1.3.5 Rampa de acceso	8
1.2 Relaciones con terceros	9
1.3 Repercusiones sobre la red viaria	9
1.4 Servicios afectados	10
1.5 Gestión de Residuos.....	10
1.6 Vertederos	11
1.7 Limpieza final de la obra.....	11
1.8 Periodo de garantía. Responsabilidad del contratista.....	11
2. ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	13
2.1 Materiales de obra civil.....	13
2.1.1 Hormigones	13



2.1.2	Barras corrugadas para hormigón armado.....	13
2.1.3	Mallas electrosoldadas.....	13
2.1.4	Acero en perfiles laminados.....	13
2.1.5	Acero inoxidable.....	14
2.1.6	Tapas y marcos de fundición en infraestructuras.....	15
2.1.7	Malla metálica triple torsión reforzada.....	15
2.1.8	Compensador de dilatación.....	15
2.1.9	Rehabilitación de tuberías con sistema de aplicación según la norma AWWA C305.....	17
2.1.9.1	Características de los Materiales.....	18
2.1.9.2	Datos técnicos de las fibras unidireccionales.....	22
2.1.10	Rehabilitación de tuberías con sistema de aplicación mediante tecnología de infusión y vacío.....	24
2.1.10.1	Características de los Materiales.....	25
2.1.10.2	Suministro de los materiales.....	25
2.1.10.3	Datos técnicos de las fibras bidireccionales.....	26
2.1.11	Pintura de las infraestructuras de la red primaria de abastecimiento.....	27
2.1.11.1	Requisitos de los materiales.....	27
2.1.11.2	Recepción y almacenamiento de los materiales.....	27
2.1.12	Tubo dren prefabricado.....	28
2.1.12.1	Características de los materiales.....	28
2.1.13	Pintura polixilosano antifisuras.....	30
2.1.14	Mortero para rejunteado de obras de fábrica.....	30
2.1.15	Mortero para reparación estructural.....	31
2.1.16	Mortero de protección de revestimiento anticarbonatación.....	31
2.1.17	Pozos prefabricados de polietileno.....	32
2.2	Normas y especificaciones de equipos mecánicos.....	32
2.2.1	Condiciones generales.....	32
2.2.1.1	Normas y códigos aplicables.....	32



2.2.2	Válvulas de corte tipo bola	33
2.2.2.1	Generalidades.....	33
2.2.2.2	Características técnicas	33
2.2.3	Analizador de turbidez.....	34
2.2.3.1	Generalidades.....	34
2.2.3.2	Características técnicas	34
2.2.4	Analizador de cloro.....	35
2.2.4.1	Generalidades.....	35
2.2.4.2	Características técnicas	35
2.2.5	Abrazaderas y soportes	36
2.2.5.1	Definición	36
2.2.5.2	Condiciones generales.....	36
2.2.5.3	Características del montaje.....	36
2.3	Equipamiento eléctrico, de telemando y telecontrol.....	37
2.4	Gestión de residuos.....	38
2.4.1	Plan de gestión de residuos	38
2.4.1.1	Objetivo.....	38
2.4.1.2	Descripción de la medida	38
2.4.2	Segregación de residuos.....	41
2.4.3	Segregación de residuos peligrosos	42
2.4.4	Residuos de construcción y demolición	44
2.4.5	Residuos de tierras sin características de tierra vegetal no contaminada	44
2.4.6	Residuos sólidos urbanos	45
3.	EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.....	46
3.1	Normas generales para la medición y el abono de las distintas unidades de obra	46
3.2	Sostenimiento de excavaciones a cielo abierto	48
3.2.1	Conceptos generales	48



3.2.2	Sistemas de Sostenimiento	48
3.2.2.1	Malla metálica triple torsión reforzada	48
3.2.2.2	Bulón pasivo con barra de acero roscada continua	49
3.3	Refino y perfilado de cunetas	50
3.3.1	Generalidades	50
3.3.2	Definición y condiciones generales	51
3.3.3	Ejecución de las obras	51
3.3.4	Medición y abono	51
3.4	Instalación de tuberías	52
3.4.1	Generalidades	52
3.4.2	Conceptos de abono	52
3.4.3	Tuberías de acero helicosoldada por arco sumergido	53
3.4.3.1	Definición	53
3.4.3.2	Fabricación	53
3.4.4	Medición y abono	53
3.5	Protección anticorrosiva de tuberías	54
3.5.1	Generalidades	54
3.5.2	Control de calidad	55
3.5.3	Medición y abono	56
3.6	Rehabilitación estructural de tuberías	56
3.6.1	Rehabilitación estructural de tuberías con sistema de aplicación según la norma AWWA C305	56
3.6.1.1	Generalidades	56
3.6.1.2	DISEÑO DE LA SOLUCIÓN CON SISTEMA CFRP	58
3.6.1.3	Proceso de ejecución	60
3.6.1.4	Control de calidad	64
3.6.1.5	Control de documentación	66
3.6.1.6	Medición y abono	67



3.6.2	Rehabilitación estructural de tuberías con sistema de aplicación mediante tecnología de infusión y vacío	68
3.6.2.1	Generalidades.....	68
3.6.2.2	Proceso de ejecución en rehabilitación estructural de tuberías	68
3.6.2.3	Control de calidad	71
3.6.2.4	Informe final de los trabajos realizados	72
3.6.2.5	Medición y abono.....	72
3.7	DESMONTAJE Y MONTAJE DE TUBERÍA EXISTENTE.....	72
3.7.1	Generalidades.....	72
3.7.2	Proceso de ejecución	73
3.7.3	Medición y abono	73
3.8	PINTURA DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE LA RED PRIMARIA DE ABASTECIMIENTO	74
3.8.1	Generalidades.....	74
3.8.2	Preparación de superficies.....	75
3.8.3	Aplicación de pinturas y métodos.....	76
3.8.4	Condiciones ambientales	77
3.8.5	Condiciones de pintado en obra.....	78
3.8.6	Sistemas de protección de la infraestructura de la red primaria de abastecimiento	78
3.8.6.1	Superficies con pintura de poliuretano.....	78
3.8.6.2	Repintado de superficies de acero con poliuretano	79
3.8.6.3	Tratamiento y pintado de superficies metálicas pintadas con pintura acrílica.....	79
3.8.6.4	Tratamiento y pintado de superficies metálicas con condiciones de humedad alta	80
3.8.6.5	Tratamiento y pintado de paredes y techos de cemento, hormigón y ladrillo caravista	80
3.8.6.6	Tratamiento y pintado de superficies galvanizadas	81
3.8.6.7	Chorroado de fachadas con arena	82
3.8.6.8	Tratamiento y pintado de puertas, ventanas, barandillas y similares.....	82



3.8.7	Inspección y control de calidad	83
3.8.8	Medición y abono	86
3.9	Tubo dren prefabricado	86
3.9.1	Generalidades	86
3.9.2	Proceso de ejecución	87
3.9.3	Medición y abono	87
3.10	Pintura polixilosano antifisuras	88
3.10.1	Generalidades	88
3.10.2	Proceso de ejecución	88
3.10.3	Medición y abono	89
3.11	Reconstrucción de muro de mampostería.....	90
3.11.1	Generalidades	90
3.11.2	Proceso de ejecución	90
3.11.3	Medición y abono	90
3.12	Rejunteado en obras de fábrica.....	91
3.12.1	Generalidades	91
3.12.2	Proceso de ejecución	91
3.12.3	Medición y abono	92
3.13	Recrido en formación de pendientes en cubierta	93
3.13.1	Generalidades	93
3.13.2	Proceso de ejecución	93
3.13.3	Medición y abono	94
3.14	Proceso de saneo y reposición de volúmenes perdidos de hormigón armado con protección de armaduras contra la corrosión.....	94
3.14.1	Generalidades	94
3.14.2	Proceso de ejecución	94
3.14.3	Medición y abono	95
3.15	Saneo y reparación de zonas afectadas con coqueras y nidos de grava	95



3.15.1	Generalidades	95
3.15.2	Proceso de ejecución	96
3.15.3	Medición y abono	96
3.16	Saneamiento y reparación de zonas afectadas por fisuras debidas a retracción plástica.....	96
3.16.1	Generalidades	96
3.16.2	Proceso de ejecución	96
3.16.3	Medición y abono	97
3.17	Inyección de fisuras y grietas	97
3.17.1	Generalidades	97
3.17.2	Proceso de ejecución	97
3.17.3	Medición y abono	98
3.18	Pozo prefabricado de polietileno	98
3.19	Impermeabilización del vaso interior izquierdo de la torreta 126	99
3.20	Servicios afectados	100
3.20.1	Consideraciones Generales	100
3.20.2	Normas de ejecución.....	100
3.20.3	Reposición de infraestructuras afectadas	101
3.20.3.1	Reposición de canalización de energía eléctrica	101
3.20.3.2	Reposición de canalización de gas	101
3.20.3.3	Reposición de canalización de lixiviados.....	102
3.20.4	Medición y abono	102
3.21	Cierres y vallas.....	102
3.21.1	Retirada y reposición de cierres de fincas.....	102
3.21.2	Colocación de verjas o cierres	103
3.21.3	Medición y abono	103
3.22	Pruebas de la tubería instalada en tuberías a presión.....	103
3.23	Limpieza, pruebas de desinfección y puesta en servicio de la tubería	109



3.24	Carga, transporte y canon de vertido de productos procedentes de excavación y/o demolición	112
3.24.1	Definición y clasificación	112
3.24.2	Ejecución.....	112
3.24.3	Medición y abono	113
3.25	Control del ruido y vibraciones	113
3.25.1	Generalidades.....	113
3.25.2	Ruidos	113
3.26	Plan de vigilancia y seguimiento ambiental	114
3.26.1.1	Consideraciones generales.....	114
3.26.1.2	Responsabilidades del cumplimiento del PVA.....	115
3.26.1.3	Fase de ejecución de las obras.....	116
3.26.1.4	Fase de explotación de las obras	118
3.26.1.5	Medición y abono	119
3.27	Medidas protectoras y correctoras	119
3.27.1	Medidas protectoras de la contaminación atmosférica durante las obras	119
3.27.1.1	Definición	119
3.27.1.2	Ejecución	119
3.27.1.3	Medición y abono	120
3.27.2	Balizamiento de protección	120
3.27.2.1	Definición y alcance	120
3.27.2.2	Ejecución de las obras	120
3.27.2.3	Control de calidad	120
3.27.2.4	Medición y abono	121
3.27.3	Dispositivos de retención de sedimentos	121
3.27.3.1	Definición y alcance	121
3.27.3.2	Ejecución de las obras	121
3.27.3.3	Control de calidad	121



	3.27.3.4	Medición y abono	121
3.27.4		Integración paisajística	122
	3.27.4.1	Extendido de tierra vegetal	122
	3.27.4.2	Siembra mecánica	123
	3.27.4.3	Malla orgánica de coco	124
	3.27.4.4	Labores auxiliares de preparación del terreno	124
	3.27.4.5	Plantaciones	125
3.28		Gestión de residuos	127
3.28.1		Punto Limpio de residuos peligrosos	127
	3.28.1.1	Definición y alcance	127
	3.28.1.2	Características	127
	3.28.1.3	Ejecución de las obras	129
	3.28.1.4	Control de calidad	129
	3.28.1.5	Medición y abono	130
3.28.2		Canon de vertido de tierras en relleno autorizado, código LER 17 05 04	130
3.28.3		Carga, transporte y canon de vertido de residuos de hormigón, código LER 17 01 01	130
3.28.4		Carga, transporte y canon de vertido de otros residuos de RCD's, código LER 17 09 04	131
3.28.5		Carga, transporte y canon de vertido de residuos plásticos limpios inertes, código LER 17 02 03	132
3.28.6		Carga, transporte y canon de vertido de residuos de hierros y aceros, código LER 17 04 05	132
3.28.7		Carga, transporte y canon de vertido de residuos de metales mezclados, código LER 17 04 07	133
3.28.8		Carga, transporte y canon de vertido de residuos de mezclas bituminosas, código LER 17 03 02	133
3.28.9		Carga, transporte y canon de vertido de residuos de restos biodegradables, código LER 20.02.01	134
3.28.10		Otras unidades	134
3.29		Partidas alzadas	135



4. OTRAS DISPOSICIONES	136
4.1 Legislación	136
4.2 Orden de ejecución de las obras	136
4.3 Personal técnico del contratista	136
4.4 Vigilancia de las obras.....	136
4.5 Garantía de calidad	137
4.6 Responsabilidad y seguros.....	137
4.7 Seguridad y salud	137
APÉNDICE 1: “ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA, DE CONTROL, COMUNICACIONES Y VISUALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL CABB/BUPP – REVISIÓN 8.0” + PLANOS CORRESPONDIENTES	1



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 **Rehabilitación del sifón de Maspilza**.

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 particular, es objeto del presente Pliego la definición precisa de las condiciones que deben cumplir los materiales que se empleen; la forma en que se deben realizar las distintas unidades que habrán de ejecutarse, así como su medición y abono; las pruebas y ensayos a que deberán someterse los materiales, las unidades de obra en su conjunto; las relaciones de todo orden entre la Administración y el Contratista; y la regulación de las incidencias que pudiesen surgir en el ámbito del contrato hasta su finalización y no estén así consideradas en el pliego de prescripciones técnicas generales.

El desconocimiento del contrato en cualquiera de sus términos, de sus documentos anejos o de las instrucciones, pliegos o normas de toda índole promulgados por la Administración que puedan tener aplicación en la ejecución de lo pactado, no eximen al Contratista de la obligación de su cumplimiento.

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

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

Durante la redacción de la actualización del proyecto, tanto el PPTG como el PPTP se modifican para recoger versiones más modernas de los estándares requeridos para esta actuación.

1.1.1 Normas y disposiciones aplicables

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 promotor 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 promotor.

La normativa ASTM sobre tuberías y sus juntas prevalecerá sobre las restantes normativas excepto en lo relativo a las características de los materiales (agua, áridos, cementos, hormigones, etc.) para los que el presente Pliego aplica la normativa vigente en España. En este caso las normas ASTM se aplicarán subsidiariamente.

Para la aplicación y cumplimiento de estas normas, así como para la interpretación de errores u omisiones contenidos en las mismas, se seguirá tanto por parte del Contratista, como por parte de la Dirección de las obras, el orden de mayor a menor rango legal de las disposiciones que hayan servido para su aplicación.

Asimismo, serán de aplicación las modificaciones, ampliaciones, etc. de las Normas, que entren en vigor durante la fase de realización del Concurso.

1.1.2 Obligaciones del contratista

1.1.2.1 Generales

Es obligación del Contratista ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras cuando no se halle expresamente estipulado en este Pliego de Condiciones, debiendo cumplir lo que sin separarse de su espíritu y recta interpretación disponga por escrito la Dirección de la Obra. La interpretación del proyecto corresponde, en cualquier caso, al Ingeniero Director.

El contratista queda obligado a suscribir, con su conformidad o reparos, los partes o informes establecidos para las obras siempre que sea requerido para ello.

Las órdenes del Contratista se darán por escrito y numeradas correlativamente. Aquel quedará obligado a firmar el recibido en el duplicado de la orden por medios físicos o digitales.

El contratista está obligado al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral, de seguridad social, de seguridad y salud en el trabajo y en materia fiscal.

El Contratista designará el personal técnico responsable de la seguridad y salud que asuma las obligaciones correspondientes en cada centro de trabajo.

El incumplimiento de estas obligaciones por parte del Contratista o la infracción de las disposiciones sobre seguridad por parte del personal técnico designado por él, no implicará responsabilidad alguna para la Administración.



1.1.2.2 Permisos y licencias

La propiedad 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 obtenidos por el Contratista sin que esto dé lugar a responsabilidad adicional o abono por parte de la propiedad.

1.1.2.3 Legalización de las instalaciones

El contratista será responsable y redactará todos los proyectos y documentos que sean precisos para la legalización de todas las instalaciones e incluirá asimismo los preceptivos certificados de Dirección de Obra precisos para su puesta en marcha.

1.1.3 Descripción general de las obras

El presente proyecto tiene por objetivo definir, en detalle, las obras e instalaciones necesarias para llevar a cabo la rehabilitación del sifón de Maspilza en el barrio Diseminado Basurtu-Zorrotza del municipio de Bilbao.

El sifón Maspilza, pertenece a la actual infraestructura de distribución de agua de Bilbao desde el embalse de Ordunte, tratándose del último sifón de la red en su curso hacia el depósito de Elejaberri, situado en el término municipal de Bilbao, junto al Centro de Interpretación de Artigas.

En el siguiente cuadro se resumen las obras a ejecutar en presente proyecto:

TRAMO	ELEMENTO	PK INICIO	PK FIN	LONGITUD (M)	ACTUACIÓN (MM)
TRAMO DESCENDENTE	Sifón descendente	0+006,70	0+078	71,30	Rehabilitación estructural y anticorrosiva del tubo de acero existente 900mm y mejora de apoyos
		0+082	0+159,67	77,67	
	Torre 126	-	-	-	Mejora arquitectónica + impermeabilización del cuenco interior izquierdo
	Camino 1	0+000	0+396,60	396,60	Acondicionamiento de camino existente, con
	Camino 1-2	0+000	0+160,59	160,59	



TRAMO	ELEMENTO	PK INICIO	PK FIN	LONGITUD (M)	ACTUACIÓN (MM)
	Camino 1-3	0+000	0+043,81	43,81	tramos de pendiente media en tierras y en pendiente alta en hormigón
TRAMO INTERMEDIO	Sifón intermedio	0+159,67	0+185,34	25,67	Tramo de sustitución tubo de acero 900mm + estructural y anticorrosiva del tubo de acero existente 900mm
	Sala de válvulas	0+169,09	0+172,24	3,15	Ampliación de la sala de válvulas y nueva instrumentación e instalaciones de electricidad y control
TRAMO ASCENDENTE	Sifón ascendente	0+270	0+435,96	165,96	Sustitución por tubería nueva de acero 900mm
	Torreta 127	-	-	-	Mejora arquitectónica
	Camino 2	0+000	0+347,20	347,20	Acondicionamiento de camino existente, con tramos de pendiente media en tierras y en pendiente alta en hormigón
	Camino 2-1	0+000	0+090,15	90,15	
	Camino 2-2	0+000	0+055	55,00	

1.1.3.1 Torreta 126

La torreta está construida a base de hormigón armado, con una fachada de fábrica de bloque de piedra y consta de una puerta de acceso metálica, con cerradura normalizada, además de una rejilla de ventilación.

En su interior, el agua proveniente del canal se reparte en dos ramales independientes a través de compuertas tipo canal, permitiendo así realizar las maniobras requeridas para la explotación del sistema y labores de conservación y mantenimiento.

Para el vaciado de agua la torreta cuenta con una tubería, en forma de *bypass* conectado a uno de los ramales del mismo sifón.



Se llevará a cabo una mejora arquitectónica de la Torreta 126.



Figura 1.1. Torreta 126 del ámbito de estudio.

1.1.3.2 Sifón

El sifón está compuesto por dos tuberías de acero al carbono DN-900 para el abastecimiento del agua. Actualmente una de las dos tuberías se encuentra fuera de servicio debido principalmente al grado de corrosión que presenta. El sifón tiene un desarrollo aproximadamente de 438 ml.

En el caso del tramo descendente, se llevará a cabo una rehabilitación interior y exterior del tubo de acero de 900 mm y una mejora de los apoyos existentes.

En el caso del tramo ascendente, se llevará a cabo una sustitución del tubo de acero de 900 mm y una mejora de los apoyos existentes.



Figura 1.2. *sifón descendente (izquierda) y ascendente (derecha) del ámbito de estudio.*

1.1.3.3 Sala de válvulas

La sala de válvulas está situada en la parte central del sifón, en la parte más baja, y está construida de hormigón armado y ladrillo, con una única puerta de acceso metálica.

En el interior se encuentran las válvulas de desagüe de las dos tuberías y las tomas de agua para el vertedero de Artigas, planta de compostaje y lixiviados, además dispone de instalación eléctrica de fuerza y alumbrado.

Se realizará una ampliación de la sala de válvulas y una sustitución del tubo de acero de 900 mm del sifón intermedio.



Figura 1.3. sala de válvulas del ámbito de estudio.

1.1.3.4 Torreta 127

La torreta está construida a base de hormigón armado, con una fachada de fábrica de bloque de piedra y consta de una puerta de acceso metálica, con cerradura normalizada, además de una rejilla de ventilación.

De la misma forma que la torreta de cabeza, cada ramal a su llegada cuenta con una compuerta, tipo canal con sistema de accionamiento manual, que permite la realización de las maniobras requeridas.

Actualmente, a la llegada del ramal izquierdo, que se encuentra fuera de servicio, existe un tabique provisional de ladrillo para evitar que se produzca un posible retorno de agua proveniente del ramal derecho.

En su interior, el agua proveniente de los dos ramales se vuelve a unir para continuar el curso del canal, que para acceder a la arqueta en la zona de salida de agua existe un acceso mediante escalera de pates.

Se llevará a cabo una mejora arquitectónica de la Torreta 127.



Figura 1.4. torreta 127 del ámbito de estudio.

1.1.3.5 Rampa de acceso

La rampa de acceso al aparcamiento del Centro de Interpretación Ambiental de Artigas se encuentra en malas condiciones, presenta señales de rotura del pavimento con grietas longitudinales y deformaciones por asentamientos del terreno. Actualmente hay conos de señalización para evitar la aplicación de cargas de tráfico en la zona de agotamiento.



Figura 1.5. Rampa de acceso del Centro de Interpretación Ambiental de Artigas.

Previo al inicio de las obras será necesario acondicionar la rampa para permitir el acceso y tráfico de maquinaria de obra en condiciones de seguridad. La restitución del pavimento se ejecutará según planos (demolición del pavimento existente, saneo del terreno en una profundidad de 1 m y conformación de relleno con material de préstamo en tongadas de 20 apoyo cm, posteriormente se pondrá pavimento de hormigón y acabado con capa de rodadura asfáltica).

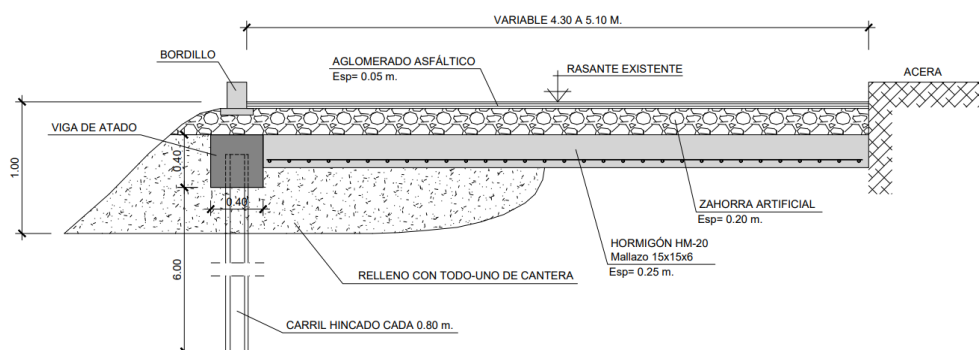


Figura 1.6. Acondicionamiento de la rampa de acceso.

1.2 Relaciones con terceros

Dado que la obra se localiza en un entorno industrial y junto al vertedero de Artigás, el contratista extremará las precauciones de cara a minimizar cualquier afección a terceros, ya sean instalaciones gestionadas por el centro de interpretación ambiental de Artigás como por el vertedero de Artigás. 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 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.

1.3 Repercusiones sobre la red viaria

Conjuntamente con el Plan de Obra, el Contratista presentará el Plan de Acceso a los Tajos desde la red viaria general a través del acceso al Centro de Interpretación Ambiental de Artigás, así como los accesos desde el interior del centro de interpretación a los diferentes tajos de la obra, para su aprobación.



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 los viales en el entorno de los recintos de obras, se entiende incluida en los costos generales sin dar derecho a abono separado.

1.4 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, incluyéndose bajo este concepto el de la propia red viaria y ferroviaria.

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.

En el caso de que alguna compañía propietaria de los servicios exija la realización de los trabajos por sí mismos o a través de terceros para la retirada y reposición de sus líneas o conducciones, el abono de estos trabajos realizados por terceros se realizará por incorporación a las Certificaciones de obra realizada, del importe de ejecución de dichos trabajos, incrementado en un 32%, comprendiendo este coeficiente todos los conceptos incluido el I.V.A., sin aplicación en este caso de revisión de precios, ni del coeficiente de adjudicación.

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.

1.5 Gestión de Residuos

El contratista deberá redactar un Plan de Gestión de Residuos que desarrolle el Estudio de Gestión de Residuos incluido en este proyecto, 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 Ambiental de Obra.

Con objeto de minimizar los costes ambientales del transporte de tierras, se primará la reutilización de las tierras en la propia obra.



1.6 Vertederos

Es responsabilidad del Contratista, la localización de los vertederos necesarios para el depósito de los sobrantes de excavación. No será objeto de reclamación la posible inexistencia de vertederos en el entorno de la obra.

1.7 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 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.

1.8 Periodo 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 las obras, 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.



2. ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

2.1 Materiales de obra civil

Este capítulo hace referencia al origen y características de los materiales a ejecutar en este proyecto que con carácter particular son de relevancia y no quedan cubiertos en los términos expresados en el Capítulo II del PPTG adjunto a este proyecto.

2.1.1 Hormigones

Se establece para este proyecto la obligatoriedad del cumplimiento del Código Estructural recientemente aprobado en condiciones equivalentes a las que se establecen para la EHE según el PPTG de este proyecto.

2.1.2 Barras corrugadas para hormigón armado

Las barras de acero a utilizar en armaduras pasivas serán B500SD.

En todo caso serán materiales con certificación de calidad, realizándose los ensayos prescritos en el código estructural.

2.1.3 Mallas electrosoldadas

Las mallas electrosoldadas cumplirán lo establecido en el código estructural.

2.1.4 Acero en perfiles laminados

El acero laminado será del tipo S-275 JR o de calidad semejante siempre que sus características mecánicas estén dentro de las especificaciones siguientes:

- **Carga de rotura**

Comprendida entre cuarenta y dos (42) y cincuenta (50) kilogramos por milímetro cuadrado.

- Límite de fluencia
- Superior a veinticinco (25) kilogramos por milímetro cuadrado.
- Alargamiento mínimo de rotura
Veintitrés por ciento (23%).
- Resistencia mínima



Dos con ocho (2,8) kilogramos por metro, a más de veinte grados centígrados (20 °C).

Los contenidos máximos en azufre y fósforo, serán inferiores a seis (6) diezmilésimas y su contenido en carbono, inferior a veinticinco (25) diezmilésimas.

Las condiciones de plegado serán las establecidas en la norma MV - 102.

Los electrodos a utilizar para la soldadura, serán de cualquiera de los tipos de calidad estructural definidos en la norma UNE-14003. La clase, marca y diámetro a emplear, serán propuestos por el Contratista a la Dirección de la Obra, antes de su uso, para su aprobación.

2.1.5 Acero inoxidable

Los aceros inoxidables tendrán un contenido mínimo para su alta resistencia a la corrosión de:

- Cromo = 18%
- Níquel = 8%
- Molibdeno = 2%

Los tipos a emplear, de acuerdo con la nomenclatura de las normas AISI, serán el 316 o el 316 L. El acabado de su superficie será de acuerdo con la norma DIN 17.440 tipo III-d o las normas AISI tipo BA. No se permitirá en obra civil el empleo de cualquier otro tipo de acero inoxidable.

Asimismo presentará las siguientes características mecánicas:

AISI 316

- Límite elástico para remanente 0,2%: 22 kg/mm²
- Resistencia rotura: 50/70 kg/mm²
- Alargamiento mínimo: 35%
- Módulo de elasticidad: 20.300 kg/mm²

Los electrodos empleados para la soldadura cumplirán las especificaciones de las normas ASTM o la AWS, y los operarios que realicen estas soldaduras deberán estar homologados por el Instituto Nacional de Soldadura.

El Contratista requerirá de los suministradores las correspondientes certificaciones de composición química y característica mecánicas y controlará la calidad del acero inoxidable para que el material suministrado se ajuste a lo indicado en este apartado del presente Pliego y en la Normativa Vigente.



2.1.6 Tapas y marcos de fundición en infraestructuras

Las tapas y marcos a colocar en aceras o viales serán de fundición nodular o dúctil. Deberán cumplir la norma UNE EN - 124 en todos sus apartados y serán siempre de la clase D-400.

Las tapas cumplirán, además:

- Las tapas no tendrán agujeros de ventilación.
- El apoyo de la tapa, deberá realizarse en una sección mecanizada que asegure el correcto asiento.
- Deberá tener un sistema de sujeción que evite la rotación de la tapa o la apertura no deseada. Este sistema deberá estar protegido con una pieza de bloqueo que requiera un dispositivo de apertura.

Para la aprobación del suministrador de cualquier tapa de arqueta el Contratista deberá presentar:

- Certificado de cumplimiento de la norma UNE EN - 124.
- Sello Aenor o similar de un país de la Unión Europea con fecha posterior al año 2001, referente a la fabricación de las tapas a colocar
- Lugar de fabricación que deberán realizarse en todos sus aspectos, incluida la fundición, en un país de la Unión Europea.
- Control de calidad que se compromete a presentar el suministrador de las tapas en referencia a la fabricación de las tapas a colocar en obra.

2.1.7 Malla metálica triple torsión reforzada

Se trata de mallas de acero con una resistencia a la tracción longitudinal mínima de 50 kN/m. que son habitualmente de triple torsión y que se refuerzan con bulones y cables de acero, de forma que retengan los bloques rocosos desprendidos en la cara del talud. Su empleo está indicado para retener bloques de hasta 0,3 m³, movilizados debido a procesos de degradación superficial de macizos rocosos muy fracturados, caída de bloques por erosión diferencial, pandeos o voladizos. No son adecuadas para tratar problemas de formación de cuñas y bloques inestables de tamaño métrico o cualquier proceso que movilice volúmenes de material más importantes. Tampoco para inestabilidades en taludes constituidos por suelos.

La unidad denominada “una sola línea de cables”, se refuerza con un patrón de líneas de cable de acero horizontales o diagonales que pasan por todos los bulones de una cuadrícula de 4 x 4 m. En este caso el máximo tamaño de bloque a retener será de 75 cm.

2.1.8 Compensador de dilatación

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 (40° C) centrado entre cinco grados bajo cero (-5° C) y treinta y cinco grados sobre cero (+35° 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 Manufacturers Association, Inc.

Además de lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, se deberá tener en cuenta que las variaciones de temperatura en las tuberías de acero se calculan según el manual M11 del AWWA. Los desplazamientos por expansión y contracción esperados en la conducción de acero, que estará sometida a una diferencia de temperatura T, viene dada por la siguiente expresión:

$$\Delta L = \alpha \cdot \Delta T \cdot L$$

Donde:

ΔL variación de longitud de la conducción, en mm.

ΔT variación de la temperatura, en °C (respecto a 20°C).

L longitud inicial de la tubería, en m.

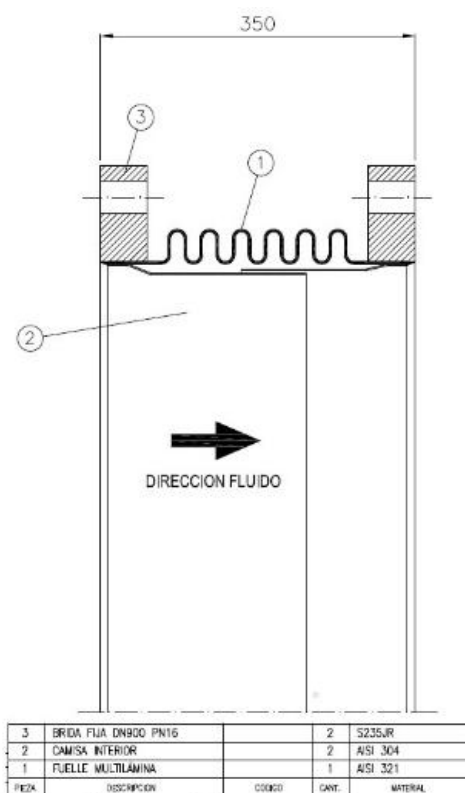
α coeficiente de dilatación térmica lineal, en $\frac{mm}{m}^{\circ}C$

Según AWWA M11 el coeficiente de dilatación del acero es $11,7 \times 10^{-6} \frac{m}{m}^{\circ}C$
 $= 11,7 \times 10^{-3} \frac{mm}{m}^{\circ}C$

	Tramo	T diseño (°C)	T media (°C)	ΔT (°C)	L (m)	ΔL (mm)
Tramo descendente	PK0+000 PK0+122,8	-10 / +50	20	±30	122,8	±43,10
Tramo ascendente	PK0+305 PK0+390,5				85,5	±30,01
	PK0+215,9 PK0+302				86,1	±30,22

Tabla 1. Dilataciones máximas esperadas

Por lo tanto, el compensador permitirá un movimiento axial de contracción y dilatación de 50mm, para la tubería de acero DN900. Se considera PN16 para mantener las mismas características de los instalados recientemente en el sifón, que son de extremos con bridas y tubo guía interior.



2.1.9 Rehabilitación de tuberías con sistema de aplicación según la norma AWWA C305

Los sistemas CFRP cumplirán con las especificaciones de las normativas internacionales AWWA C305, ASME PCC-2 e ISO24817. Constan de dos componentes principales, que son la fibra de refuerzo y el sistema de resina. La fibra de refuerzo es un tejido exclusivo, muy ligero, de carbono, que se satura con el sistema de resina. Tras el curado se obtiene el material laminado endurecido. El tejido de refuerzo proporciona las propiedades estructurales para el sistema en la dirección de las fibras, mientras que la matriz de polímero proporciona propiedades estructurales nominales para el sistema en la dirección perpendicular a las fibras de refuerzo y también mantiene la durabilidad del sistema compuesto y la adherencia al sustrato.

La matriz de resina protege la fibra y permite la transmisión de esfuerzos entre cada filamento de fibra, además mantiene las fibras entre sí, haciendo que el material compuesto tenga flexibilidad y trabaje como un todo.

Los refuerzos CFRP están diseñados para resistir los efectos combinados de la presión interna y las cargas externas, así como el vacío interno y la presión externa del agua subterránea.

El alcance de la norma AWWA C305 se limita a la aplicación por método húmedo de CFRP; por lo que no se aplica a los laminados curados previamente adheridos a la pared



de la tubería, a la aplicación por método en seco o a los métodos de instalación de CFRP automatizados.

Dependiendo del nivel de degradación de la tubería principal en el momento de la reparación, el revestimiento de CFRP debe diseñarse para resistir las cargas de diseño a través de una acción conjunta con una parte de la pared de la tubería o como un sistema independiente.

Todos los materiales constitutivos de CFRP deben ser de la calidad especificada y suministrados por un mismo proveedor. El sistema CFRP se compone de una imprimación, de masilla de resina, de resinas, de tejido de refuerzo y coating final. El sistema CFRP deberá cumplir con los siguientes criterios:

- Los materiales constitutivos del sistema CFRP deberán ser compatibles.
- Los materiales constitutivos del sistema CFRP deberán ser compatibles con la superficie de trabajo y el sistema CFRP deberá satisfacer los requisitos mínimos de los criterios de aceptación a continuación.
- Los materiales constitutivos del sistema CFRP deberán ser ensayados y aprobados por el fabricante CFRP. El aplicador puede solicitar todos los registros de prueba.
- El sistema CFRP debe tener propiedades físicas y mecánicas basadas en los métodos de prueba estándar y los procedimientos de informe como se describe en la norma AWWA C305.
- El sistema CFRP se instalará utilizando el procedimiento de aplicación por método húmedo. No se permite el procedimiento de aplicación en seco o el uso de laminados curados previamente.
- Los materiales constitutivos del sistema CFRP deben almacenarse de acuerdo con los requisitos del fabricante.

2.1.9.1 Características de los Materiales

Resinas

El sistema de resina será un epoxi termoendurecible, 100% sólidos, de curado ambiental y libre de componentes orgánicos volátiles (VOC). No se permitirán otros sistemas de resina. El sistema de resina deberá cumplir los siguientes criterios:

- Los componentes de resina deberán ser compatibles, y el sistema de resina deberá ser compatible con el acero, y deberá proporcionar suficiente adhesión al sustrato de acero (4,8 MPa).
- El sistema de resina debe proporcionar suficiente saturación a las fibras del tejido de refuerzo.
- El sistema de resina debe ser resistente a las condiciones del entorno de servicio, incluidos, entre otros, humedad, temperatura elevada y productos químicos en el fluido que fluye dentro de la conducción.
- El sistema de resina no debe diluirse con ningún solvente orgánico como un diluyente.
- El sistema de resina no debe usarse fuera de la vida útil especificada por el fabricante.
- El sistema de resina no debe aplicarse sobre superficies frías, congeladas o húmedas. El rango de temperatura típico para la aplicación es 4°C-37°C; sin embargo, el rango



de condiciones aceptables de temperatura y humedad debe estar dentro de los valores especificados por el fabricante.

Masilla de resina (Resina espesada)

Se utilizará un sistema de resina espesada, que consiste en la misma resina saturante mezclado con polvo de sílice, para proporcionar una superficie lisa para la aplicación del refuerzo CFRP. El sistema de resina espesada se utilizará para rellenar huecos en la superficie e incluso nivelar el sustrato de hormigón. Está permitido usar una capa delgada de epóxico espesado entre las láminas para mejorar la adhesión entre capas de CFRP.

Tejido de refuerzo

El dimensionamiento definitivo (tipo, número y espesor de capas de fibra) lo fijará el proyecto de rehabilitación presentado por el constructor que deberá asegurar en todo momento que se recupera la integridad estructural perdida por la tubería.

Para evitar la corrosión galvánica del acero en contacto con las fibras de carbono, se utilizará un tejido de fibra de vidrio para aislar el acero del refuerzo carbono CFRP.

Coating final

La capa final de aplicación puede ser la misma masilla epóxica espesa, con o sin pigmento agregado que permite facilitar la inspección, u otro sistema de resina. La capa superior debe ser compatible con las condiciones de exposición.

Criterios de aceptación del sistema de materiales

El sistema CFRP propuesto para su uso deberá cumplir con éxito todos los requisitos de prueba y deberá exceder todos los criterios de aceptación enumerados. El material que no cumpla con los requisitos de la norma AWWA C305 y los documentos del proveedor serán rechazados.

- **Durabilidad:** El material deberá tener la durabilidad suficiente como se define en la norma AWWA C305. La durabilidad del material se establecerá mediante pruebas a largo plazo del sistema CFRP en el entorno químico y térmico de la exposición prevista o en entornos más severos. Las pruebas de durabilidad ambiental se realizarán para determinar la resistencia a la tracción y el módulo de tracción a prueba de acuerdo con ASTM D3039 y deberán cumplir con los valores mínimos de retención porcentuales que se muestran en la siguiente tabla.



Environmental Durability Test	Relevant Specifications	Test Conditions	Test Duration	Percent Retention		
				1,000 hours	3,000 hours	10,000 hours
Water resistance	ASTM D2247	100 percent RH,	1,000, 3,000, and 10,000 hours	90	85	80
	ASTM E104	100±2°F				
Saltwater resistance	ASTM D1141	Immersion at 73±2°F	1,000, 3,000, and 10,000 hours	90	85	80
	ASTM C581					
Alkali resistance	ASTM C581	Immersion in Ca(CO ₃) at pH = 9.5 and 73±3°F	1,000 and 3,000 hours	90	85	NA
Dry heat resistance	ASTM D3045	140±5°F	1,000 and 3,000 hours	90	85	NA

- Historial en servicio del sistema de materiales: El sistema CFRP debe tener cualquiera de los siguientes criterios de historial en servicio:
 - El sistema CFRP debe cumplir con todos los requisitos de la norma AWWA C305 y los de las pruebas especificadas en la tabla de propiedades mecánicas mínimas requeridas que se adjunta a continuación.
 - Las pruebas se realizarán en un laboratorio certificado. El laboratorio debe certificar la conformidad del sistema CFRP con los requisitos de la norma AWWA C305.
 - El sistema CFRP deberá haber demostrado que puede ser instalado por un aplicador capacitado.
- Propiedades mecánicas mínimas requeridas: Las propiedades mecánicas del compuesto CFRP, incluidas la resistencia y el módulo de tensión, la compresión y flexión en la dirección de la fibra y resistencia al cizallamiento de la fibra, se determinará utilizando los métodos de prueba estándar ASTM especificados en la siguiente tabla. El valor característico de estas propiedades mecánicas cuando se prueba de acuerdo con el procedimiento de prueba ASTM especificado, determinado de acuerdo con ASTM D7290, deberá ser igual o superior a los requisitos mínimos de la tabla.



CARACTERÍSTICA	NORMA ASTM DE ENSAYO	VALOR MINIMO	Número Mínimo de ensayos
Resistencia a Tensión en la dirección de la fibra	D-3039	552 MPa	50 de 5 lotes diferentes
Módulo de Tensión	D-3039	55.160 MPa	10
Resistencia a la compresión longitudinal	D-6641	276 MPa	10
Modulo en compresión longitudinal	D-6641	55.160 MPa	10
Resistencia de Flexión	D-790	103 MPa	10
Módulo de Flexión	D-790	2413 MPa	10
Resistencia a cizallamiento en plano	D-5378	83 MPa	10
Modulo a cizallamiento en plano	D-5378	2758 MPa	10
Resistencia a cizallamiento entre capas de CFRP	D-2344	28 MPa	10
Resistencia a cizallamiento en solape de CFRP	D-7616	8 MPa	10
Resistencia de adhesión al cizallamiento entre CFRP y acero en ausencia de ausencia de modo de fallo de desprendimiento	D-7616	8 MPa	10
Resistencia de adhesión al cizallamiento entre CFRP y acero cuando se usa CFRP como arnés de unión y cuando es probable el modo de falla de desprendimiento	D-7616	4 MPa	10

- Información requerida de la hoja de datos: El fabricante del sistema CFRP debe proporcionar los siguientes datos de ensayos sobre su sistema CFRP. El método de prueba estándar será el especificado en la norma AWWA C305.
 - lista de todos los materiales constituyentes utilizados en el sistema CFRP y el propósito de cada uno
 - las propiedades físicas y mecánicas del CFRP y de sus materiales constituyentes
 - resistencia a la tracción y módulo del sistema CFRP y sus valores característicos
 - resistencia a la compresión y módulo del sistema CFRP y sus valores característicos
 - coeficiente de Poisson
 - densidad de fibra
 - espesor nominal de la lámina CFRP
 - coeficiente de expansión termal
 - temperatura de transición vítrea (Tg) de resinas curadas
 - compuestos orgánicos volátiles (VOC) de las resinas
 - ratio fibra-resina y tolerancia
 - instrucciones de mezcla de resina
 - rango de tiempos de pot life a temperatura ambiente y condiciones de humedad para las resinas
 - ratio de consumo de resina aproximado



- tiempo de conservación
 - requisitos de almacenamiento
 - instrucciones generales de instalación, incluidos los requisitos de preparación de la superficie
 - información de embalaje
 - información de seguridad
- Las propiedades físicas del sistema CFRP deben cumplir con los requisitos de la siguiente tabla.

PROPIEDAD FÍSICA	REQUISITO	ENSAYO ASTM	Número Mínimo de ensayos
Dureza Shore D del refuerzo	Superior a 50 (producto curado)	D-2240	10
Temperatura de transición vítrea (Tg) de resina	Superior al valor máximo entre la temperatura máxima de exposición + 4,4°C y 79,4°C	D-4065	20
Compuesto Orgánico volátil (VOC)	En cumplimiento con las regulaciones estatales y locales	D-2369	2
Absorción de agua en resina completamente curada.	Inferior a 2% a temperatura ambiente	D-570	5
Espesor de tejido de carbono	Mínimo 1mm* Máximo 2mm†	Espesor nominal listado en hoja de datos del fabricante	10

* Para láminas inferiores a 1mm un mayor número de enlaces interlaminares hace que el refuerzo sea más susceptible a la delaminación.

† Para láminas más gruesas que 2mm, la saturación es más difícil.

2.1.9.2 Datos técnicos de las fibras unidireccionales

La rehabilitación de la tubería mediante sistema CFRP prevé la aplicación de capas de compuesto carbono Tyfo SCH-41-S o similar, en sentido circunferencial y longitudinal. Previamente, se aplicará una capa de composite de vidrio bidireccional Tyfo WEB o similar con el objetivo de realizar una barrera dieléctrica entre el carbono y el acero de la tubería, y evitar así, el desarrollo de corrosión galvánica. Se indican a continuación las fichas técnicas de estos materiales.



TYFO® SCH-41 Composite using Tyfo® S Epoxy

DESCRIPTION

The Tyfo® SCH-41 Composite is comprised of the Tyfo® S Epoxy and Tyfo® SCH-41 reinforcing fabric. Tyfo® SCH-41 is a custom, uni-directional carbon fabric orientated in the 0° direction. The Tyfo® S Epoxy is a two-component epoxy matrix.

USE

The Tyfo® SCH-41 fabric is combined with Tyfo® S Epoxy to provide an ambient-cure, wet-layup, composite system for strengthening bridges, buildings and other structures.

ADVANTAGES

- ICC-ES ESR-2103 listed product
- IAPMO UES ER-595 listed product
- UL listed, fire-rated assembly component
- Tyfo® Systems are NSF/ANSI Standard 61-G certified
- Proven long-term performance and durability
- Excellent wet-out and handling properties
- 100% solids, solvent-free epoxy matrix
- Low viscosity, long working time
- Ambient cure application

PACKAGING

Tyfo® SCH-41: 24" x 300 lineal ft. (600 sq. ft.)
Typically ships in 12" x 13" x 27" boxes.
Tyfo® S Epoxy: Pre-measured 5-gallon units with a combined material volume of 4 gallons or in 55-gallon drums.

COVERAGE

Approximately 3 to 4 units of Tyfo® S Epoxy per roll of the Tyfo® SCH-41 fabric.

CONSUMPTION RATE

Fabric-to-epoxy ratio by weight:
For Tyfo® SCH Fabrics: 1 : 1
For Tyfo® SEH Fabrics: 1 : 0.8

SHELF LIFE

Epoxy - two years in original, unopened and properly stored containers.
Fabric - 10 years in proper storage conditions.

STORAGE CONDITIONS

Store epoxy at 60°F to 100°F (15°C to 38°C). Resin is susceptible to crystallization at temperatures below 50°F. If crystallized, epoxy must be reheated until clear. Store fabric rolls flat, not on ends, and at temperatures below 100°F (38°C). Avoid moisture and water contamination.

Typical Dry Fiber Properties

Material properties are based on standard laboratory conditions (23°C, 50 percent relative humidity.)

Property	Typical Test Value
Tensile Strength	620,000 psi (4.3 GPa)
Tensile Modulus	36.0 x 10 ⁶ psi (250 GPa)
Ultimate Elongation	1.7%
Density	0.064 lbs./in. ³ (1.77g/cm ³)
Minimum weight per sq. yd.	19 oz (644 g/m ²)

Composite Gross Laminate Properties

Property ¹	ASTM Method	ACI 440.2R Properties ²	Design Properties ³
Ultimate Tensile Strength in Primary Fiber Direction	D3039	131,000 psi (903 MPa)	131,000 psi (903 MPa)
Elongation at Break		0.90%	0.90%
Tensile Modulus	D7565	14.6 x 10 ⁶ psi (100 GPa)	12.6 x 10 ⁶ psi (87 GPa)
Tensile Strength per Inch width		5,240 lb/in width (918 N/mm)	5,240 lb/in width (918 N/mm)
Tensile Stiffness per Inch width	D1777	584 x 10 ³ lb/in width (102 kN/mm)	504 x 10 ³ lb/in width (88 kN/mm)
Nominal Laminate Thickness		0.04 in.	0.04 in.

¹Strength is defined as the mean strength (171 ksi) minus 3 standard deviations. Modulus is defined as the reported mean modulus, and elongation is defined as the calculated strain from the design strength and modulus.

²Tensile modulus is defined as the 5th percentile value representing the 80% lower confidence bound of a 2 parameter Weibull distribution (ASTM D7790).

³Design values may require additional reduction factors based on expected exposure conditions, type of application, and design life assumptions.

Additional Composite Properties

Property ⁴	ASTM Method	Typical Test Values	Design Values
Flexural Strength	D790	110,000 psi (758.4 MPa)	82,500 psi (568.8 MPa)
Flexural Modulus		8.5 x 10 ⁶ psi (58.6 GPa)	7.0 x 10 ⁶ psi (48.3 GPa)
Longitudinal Compressive Strength	G8	50,000 psi (344.8 MPa)	42,500 psi (293 MPa)
Longitudinal Compressive Modulus	D149	11.2 x 10 ⁶ psi (77.2 GPa)	9.5 x 10 ⁶ psi (65.5 GPa)
Longitudinal Coefficient of Thermal Expansion		3.6 ppm/°F	
Transverse Coefficient of Thermal Expansion	D570	20.3 ppm/°F	

⁴Contact FYFE® LLC engineers to confirm project specification values and design methodology.



TYFO® WEB COMPOSITE

using Tyfo® S Epoxy

DESCRIPTION

The Tyfo® WEB Composite is comprised of the Tyfo® S Epoxy and Tyfo® WEB reinforcing fabric. Tyfo® WEB is a custom weave, 0°/90° bi-directional glass fabric. The Tyfo® S Epoxy is a two-component epoxy matrix.

USE

Tyfo® WEB Fabric is combined with Tyfo® S Epoxy to provide an ambient-cure, lightweight wet-layup composite. The Tyfo® WEB system can be used as a reinforced coating for spill protection, watertight membrane, and as a reinforced finish application for additional durability.

ADVANTAGES

- ICC-ES ESR-2103 listed product
- Watertight membrane for leak repair
- Proven long-term performance and durability
- Excellent wet-out and handling properties
- 100% solids, solvent-free epoxy matrix
- Low viscosity, long working time
- Ambient cure application

PACKAGING

Tyfo® WEB Fabric: 24" x 375 lineal foot (750 sq. ft.). Typically ships in 10" x 10" x 26" (254 mm x 254 mm x 660 mm) boxes.

Tyfo® S Epoxy: Pre-measured 5-gallon units with combined material volume of 4 gallons or in 55-gallon drums.

COVERAGE

Approximately 1 to 2 units of Tyfo® S Epoxy per roll of the Tyfo® WEB Fabric.

CONSUMPTION RATE

Fabric-to-epoxy ratio by weight:

For Tyfo® SCH Fabrics: 1:1

For Tyfo® SEH Fabrics: 1:0.8

SHELF LIFE

Epoxy - two years in original, unopened and properly stored containers.

Fabric - ten years in proper storage conditions.

STORAGE CONDITIONS

Store epoxy at 60°F to 100°F (15°C to 38°C). Resin is susceptible to crystallization at temperatures below 50°F. If crystallized, epoxy must be reheated until clear. Store fabric rolls flat, not on ends, and at temperatures below 100°F (38°C). Avoid moisture and water contamination.

Typical Dry Fiber Properties

Property	Typical Test Value
Tensile Strength	470,000 psi (3.24 GPa)
Tensile Modulus	10.5 x 10 ⁶ psi (72.4 GPa)
Ultimate Elongation	4.5%
Density	0.092 lbs./in. ³ (2.55 g/cm ³)
Minimum weight per sq. yd.	8.7 oz. (295 g/m ²)
Fabric roll weight	44 lbs

Composite Gross Laminate Properties

Property ¹	ASTM Method	Typical Test Value	Design Value ²
Tensile Strength in Primary Fiber Direction, 0°	D3039	60,000 psi (414 MPa) (0.6 kip/in. width)	35,840 psi (247 MPa) (0.36 kip/in. width)
Tensile Modulus, psi		2.8 x 10 ⁶ psi (19.3 GPa)	2.24 x 10 ⁶ psi (15.4 GPa)
Elongation at Break		2.4%	1.3%
Tensile Strength 90° to Primary Fiber Direction	D1777	60,000 psi (414 MPa) (0.6 kip/in. width)	35,840 psi (247 MPa) (0.36 kip/in. width)
Nominal Laminate Thickness		0.01 in. (0.25 mm)	0.01 in. (0.25 mm)

¹ Contact FyfeFRP LLC for appropriate cure schedule.

² Contact FyfeFRP LLC engineers to confirm project specification values and design methodology (i.e. design values may vary slightly using ACI 440 gross laminate methodology).

Epoxy Material Properties

Cure schedule: 72 hour post-cure at 140°F (60°C)¹

Property	ASTM Method	Typical Test Value
Glass Transition Temperature, T _g	D4065/ E1356	180°F (82°C)
Tensile Strength	D638 Type 1	10,500 psi (72.4 MPa)
Tensile Modulus		461,000 psi (3.18 GPa)
Elongation		5.0%
Compressive Strength	D695	12,500 psi (86.2 MPa)
Compressive Modulus		465,000 psi (3.2 GPa)
Flexural Strength	D790	17,900 psi (123.4 MPa)
Flexural Modulus		452,000 psi (3.12 GPa)
Shore D Hardness	D2240	87±3
Water Absorption (24 hours)	D570	0.33%
Water Absorption (13 weeks)		1.98%
Adhesion Strength ²	D4541	> 400 psi (concrete failure typ.)
> Concrete (ASTM D7522)		> 1200 psi
> Steel		> 1200 psi
> Epoxy		

¹ Testing temperature: 73°F (23°C).

² Adhesion strength dependent on surface preparation and substrate thickness.
Cure schedule: 7 days at 73°F (23°C).

2.1.10 Rehabilitación de tuberías con sistema de aplicación mediante tecnología de infusión y vacío

Esta operación se emplea en las zonas indicadas en los planos de proyecto, así como en las zonas que la Dirección de Obra lo estime necesario, que, según cálculo de MAOP e ISO 24817 y ASME PCC-2, requieren la necesidad de aportación estructural.



La finalidad de las actuaciones descritas es devolver la integridad estructural del Sifón de Maspilza a sus condiciones originales de operación y diseño de la instalación.

La instalación se deberá realizar por personal cualificado y homologado, así como certificado o supervisado por inspectores propios certificados por organismo de reconocido prestigio mundial en el tratamiento superficial y aplicación de materiales compuestos.

2.1.10.1 Características de los Materiales

Se incluyen los siguientes conceptos:

- Diseño de refuerzo estructural in-situ con materiales compuestos, por el exterior o por el interior de la tubería existente en función de necesidad, siguiendo las directrices y recomendaciones de las normativas ISO 24817 y ASME PCC-2, incluyendo todas las operaciones necesarias para la implantación de la solución. Este laminado de aportación estructural será apto para agua potable, cumpliendo con el antiguo RD 3/2023 actualmente traspuesto por el RD3/2023, certificado por laboratorio externo acreditado, siendo los análisis de no migración conformes bajo la regulación para el contacto con agua potable.
- Programa de cálculo según ISO 24817 y ASME PCC-2 verificado, testado y certificado por Organismo de Control Autorizado.
- Recubrimiento de protección grado alimentario, certificado también para agua potable.
- Datos técnicos de refuerzo con fibra de carbono bidireccional:
 - Resistencia a tracción: 4.137 MPa.
 - Módulo de tracción: 242 GPa.
 - Densidad: 1,81 g/cm³.
 - Tipo de tejido: tejido no tejido (non-woven fabric).
- Datos técnicos de la matriz de resina epoxídica:
 - Resistencia a tracción: 73,3 MPa.
 - Módulo de tracción: 3,47 GPa.
 - Densidad: Resina 1,132 g/cm³ / Endurecedor 0,95 g/cm³.
- El número de capas de fibra (espesor de rehabilitación) dependerá del proyecto de rehabilitación presentado por el constructor para asegurar en todo momento que se recupera la integridad estructural perdida por la tubería.

2.1.10.2 Suministro de los materiales

Los materiales suministrados deberán ser adecuados a la solución propuesta y para las exigencias de la instalación.

El proveedor de los materiales preparará y transportará el material paletizado a la zona de acopio designada. Los materiales se prepararán en unidades que puedan ser manipuladas



por los trabajadores a modo de kits para la correcta trazabilidad e implantación de los mismos.

Se deberá realizar un control del envío, recepción y almacenamiento de los materiales de acuerdo a las fichas técnicas de los proveedores.

2.1.10.3 Datos técnicos de las fibras bidireccionales

La rehabilitación estructural de tubería con tecnología de infusión y vacío emplea materiales compuestos (tanto por el interior como por el exterior) de la tubería existente siguiendo las directrices y recomendaciones de las normativas ISO 24817 y ASME PCC-2. Este laminado de aportación estructural será apto para agua potable, cumpliendo con el antiguo RD 140/2003 actualmente traspuesto por el RD3/2023, certificado por laboratorio externo acreditado, siendo los análisis de no migración conformes bajo la regulación para el contacto con agua potable.

Este laminado está compuesto por un sistema de fibras bidireccionales, que deberán cumplir con las siguientes características técnicas:

- Tejido de fibra de carbono ensamblado con configuración bidireccional en ejes 0/90° equilibrado, fabricado a partir de poliacrilonitrilo (PAN) de densidad 1,81 g/cm³ con diámetro de fibra 7,2 µm y gramaje total de ± 1028 g/m². Se recomienda una temperatura máxima de almacenamiento de 30 °C y humedad < 80%.
- Propiedades físicas:

Construcción ¹	Peso/Área ²	Tolerancia	Material / Descripción
0º	500	± 5%	Carbono Zoltek Panex 35 50K
90º	500	± 5%	Carbono Zoltek Panex 35 50K
Glue	15	± 16%	Adhesivo cara inferior
Stitching	13	± 3 g/m ²	PES (Poliéster) 167 Dtex
Pattern			tricot; gauge 5,0

¹ Construcción de acuerdo con EN 13473-1

² Unidades en g/m²

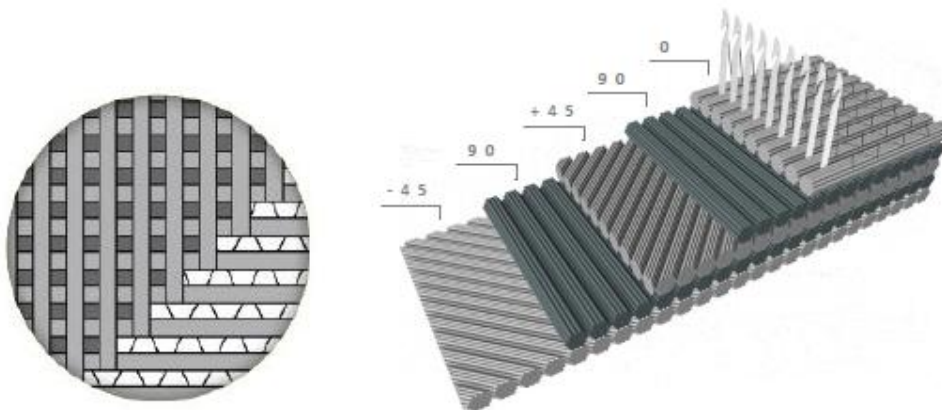
- Propiedades mecánicas:

Descripción	Valor	Unidad
Resistencia a tracción	4.137	MPa
Módulo de tracción	242.000	MPa
Elongación a la rotura, %	1,5	%

- Precauciones de uso y recomendaciones de empleo: Conservar en lugar fresco y seco, evitar la luz solar directa, debe protegerse para minimizar cualquier rozamiento con las fibras, así como la entrada de polvo. En caso de detectar partículas en suspensión, polvo o cualquier sustancia foránea, aspirar con delicadeza antes de su uso. En



contacto o manipulación con el producto, usar guantes de látex, vinilo o similar. Para corte con máquina de disco utilizar máscara de protección buco-nasal tipo FFP2 o FFP3. Combinación con matriz epoxi, siloxano, uretano-acrítica o viniléster. No es recomendable el uso de resinas de poliéster, ortoftálicas o isoftálicas.



2.1.11 Pintura de las infraestructuras de la red primaria de abastecimiento

2.1.11.1 Requisitos de los materiales

Todas las pinturas cumplirán con lo indicado en esta Especificación.

Los sistemas de pintura estarán certificados por un Laboratorio independiente para una categoría de corrosividad C4 H (UNE EN ISO 12944-2).

Las pinturas a aplicar serán sometidas a la aprobación del Director de las Obras, para lo cual se entregarán previamente a la realización de los trabajos las Hojas Técnicas y las Hojas de Seguridad de los productos.

No se admite la utilización de pinturas de distintos fabricantes en un mismo sistema de pintura.

El disolvente y diluyente utilizados con cada pintura serán los recomendados por el fabricante de la pintura, tanto en calidad como en cantidad.

No se podrá utilizar ningún material (abrasivo, pintura, ...) sin la aprobación expresa del Director de las Obras.

2.1.11.2 Recepción y almacenamiento de los materiales

La recepción de las pinturas se realizará tomando nota de:



- Denominación
- Tipo genérico
- Fabricante
- Nº de lote
- Fecha de fabricación
- Fecha de recepción
- Cantidad recepcionada (nº de botes y capacidad)

Su almacenamiento se realizará en un lugar protegido de la radiación solar y de la humedad, por lo que deberá estar a cubierto y seco, y que cumpla con la Normativa vigente aplicable y con las Normas de Seguridad de la Propiedad.

Los disolventes deben de ser los indicados por el fabricante, y su recepción se realizará de la misma manera.

Los envases de pintura hay que almacenarlos en un área segura, en un lugar seco, a una temperatura entre +3°C y 30°C, y no estar expuestos directamente a la luz solar.

Los envases de pintura deben de estar cerrados herméticamente.

Si algún envase se utiliza de forma parcial, debe ser cerrado herméticamente después de su uso.

Cualquier envase que no tenga su etiqueta identificativa, haya superado su fecha de caducidad, que no esté cerrado herméticamente o no esté almacenado de forma correcta, será rechazado.

2.1.12 Tubo dren prefabricado

Debido a la alta pendiente existente en el tramo descendente del sifón de Maspilza, es necesario contar con un sistema de tubo dren prefabricado y bajo peso que facilite su colocación. De esta manera, una sola persona puede manejar cada elemento prefabricado sin gran esfuerzo y colocarlo en el interior de la zanja sin ayuda de ningún otro operario, uniendo las piezas mediante manguitos. Asimismo, estos elementos conforman una estructura cerrada que incorpora la tubería de drenaje, material grueso de grava geosintética y geotextil de protección, por lo que una vez colocado, solo es necesario tapar la zanja.

Se empleará el tubo de infiltración prefabricado tipo IF300SN04ST6 y diámetro 110 mm de drenotube (o similar).

2.1.12.1 Características de los materiales

Los tubos vienen completamente ensamblados de fábrica y estará sujeto a estrictos controles de calidad según sus certificaciones de calidad. Consta de un tubo dren doble capa, totalmente perforado, recubierto con grava geosintética. El conjunto se sujeta mediante una malla de polietileno de alta resistencia con bridas en los extremos. Entre la malla y las partículas geosintéticas se dispone la lámina geotextil de 125g que actúa de



filtro y evita la penetración de las partículas finas del suelo que con el tiempo podrían obturar el sistema de drenaje.

Cada unidad tubo, incluye un manguito de conexión rápida de polietileno traslúcido para poder facilitar la unión entre tubos

La grava geosintética está diseñada para mejorar el rendimiento del drenaje. Tiene una forma que está diseñada para incrementar su eficiencia hidráulica, gracias a su gran ligereza y homogeneidad, que aumentan la capacidad de flujo hidráulico, con una capacidad de retención del 40%.

La profundidad mínima para la instalación del tubo es de 40 cm, sobre la cual podrán transitar peatones u otros objetos livianos utilizando un relleno de tierra con una densidad mínima de 1500 kg/m³.

En caso de usarse en aplicaciones de tráfico liviano, como medida adicional para garantizar que la tubería no colapse bajo presión, hay que utilizar la referencia SN8 (8KN) y dejar una profundidad mínima de 80cm desde la parte superior del tubo.

El tubo dren prefabricado deberá cumplir con las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS ESENCIALES	PRESTACIONES			ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
a/ Capacidad maxima de infiltración bajo presión.		IF300SN04ST6 IF300SN04ST3	IF370SN04ST6 IF370SN04ST3	ETA 15/0201 de 22/4/2015
	KPa	dm ³ /s/m		
	0	>5	9	
	20	>5	8,50	
b/ Deformación bajo presión (en seco)		IF300SN04ST6 IF300SN04ST3	IF370SN04ST6 IF370SN04ST3	ETA 15/0201 de 22/4/2015
	KPa	mm		
	0	0	0	
	10	40	40,00	
	20	50	65,00	
c/ Deformación bajo presión con drenotube® envejecido por oxidación.		mismos valores que b)		ETA 15/0201 de 22/4/2015
d/ Deformación bajo presión con drenotube® envejecido por hidrólisis.		mismos valores que b)		ETA 15/0201 de 22/4/2015
e/ Deformación bajo presión con drenotube® y envejecimiento biológico		mismos valores que b)		ETA 15/0201 de 22/4/2015
f/ Contenido de sustancias peligrosas.		NO, todos los componentes inertes		ETA 15/0201 de 22/4/2015
g/ Índice de espacio hueco.		IF300SN04ST6 IF300SN04ST3	IF370SN04ST6 IF370SN04ST3	ETA 15/0201 de 22/4/2015
		53% - 57 dm ³ /m	55% - 59 dm ³ /m	



2.1.13 Pintura polixilosano antifisuras

Las pinturas atenderán a las siguientes normas:

- UNE-EN 13300. Pinturas y barnices. Materiales y sistemas de recubrimiento en fase acuosa para paredes y techos interiores. Clasificación.
- UNE 48243. Pinturas y barnices. Pintura plástica en dispersión acuosa, mate para interiores.
- UNE-EN 1062-1. Pinturas y barnices. Materiales de recubrimiento y sistemas de recubrimiento para albañilería exterior y hormigón. Parte 1: Clasificación.
- UNE 48312. Pinturas y barnices. Pintura de silicato en base acuosa para hormigón y albañilería en exteriores.

Los envases de pintura se protegerán de heladas, de altas temperaturas y de la exposición directa al sol. En caso de material sobrante, los envases se cerrarán herméticamente y se mantendrán en posición vertical para evitar derrames, guardándolos en un lugar ventilado y seco donde la temperatura no sea inferior a 0 °C ni superior a 25 °C (debe tenerse en cuenta que con el paso del tiempo la calidad del producto puede disminuir). En ningún caso dicho material sobrante se verterá en desagües, eliminándose en un punto autorizado de recogida de residuos.

El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá el control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1 del CTE Parte I (incluso el marcado CE y la Declaración de Prestaciones, cuando sea pertinente); el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2 del CTE Parte I; y el control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3 del CTE Parte I.

Los materiales cumplirán con lo especificado en el Reglamento (UE) n° 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo del 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo.

Se estará igualmente y en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

2.1.14 Mortero para rejunteado de obras de fábrica

El mortero a utilizar será a base de cal hidráulica natural pura y áridos seleccionados. Será plenamente compatible con la fábrica, de modo que se garantice la integridad del conjunto. Tendrá un color similar al de la fábrica, añadiéndose pigmentos compatibles en caso necesario.

Las características que debe presentar serán de acuerdo con la norma europea EN 998-2:

- Fraguado por reacción química de sus propios componentes.



- Elevadas resistencias mecánicas.
- Elevada permeabilidad al vapor de agua.
- Térmico, impermeable y transpirable.
- Reducido contenido en sales solubles.
- Facilidad de aplicación.
- Propiedades fungicidas y bactericidas.
- Elevada adherencia y tixotropía.
- Permite espesores de una sola pasada, sin descuelgues ni rechazos.
- Mortero plástico, graso y untuoso, fácil de extender y trabajar.
- No forma eflorescencias.

2.1.15 Mortero para reparación estructural

Mortero sin retracción, tixotrópico, monocomponente, reforzado con fibras sintéticas, sin cloruros y resistente a los sulfatos y a la abrasión.

Sus características, como mínimo, serán las siguientes, que deberán coincidir con las indicadas por el etiquetado CE del suministrador:

- Clasificación (UNE EN 1504-3): CLASE R4.
- Módulo de elasticidad (UNE EN 13412): ≥ 22400 N/mm².
- Resistencia a compresión (UNE EN 12190): ≥ 500 kg/m² (28 días).
- Resistencia a carbonatación (UNE EN 13295): $dk \leq$ muestra de control MC (0,45).
- Resistencia de unión después de 50 ciclos de hielo-deshielo: 2,2 MPa.
- Contenido de cloruros (UNE EN 1015): $< 0,1\%$.
- Absorción de agua (UNE EN 13057): 0,2 kg/m²min^{0,6}.
- Resistencia al fuego (UNE EN 1504-3): A1.

2.1.16 Mortero de protección de revestimiento anticarbonatación

A las superficies reparadas se aplicará dos manos de protección de revestimiento anticarbonatación con producto SIKAGARD 680 S PT CLEAR o similar.

Sikagard 680 S PT Clear es un revestimiento monocomponente en base disolvente, basado en resinas metacrílicas resistentes a la intemperie, los álcalis y el envejecimiento. Está disponible en transparente para su uso en soportes minerales, incluyendo el hormigón y otras superficies cementosas. Protege el hormigón contra la carbonatación, las inclemencias atmosféricas agresivas y promueve un efecto de autolimpieza en las superficies tratadas. No influye negativamente en la textura característica del hormigón. Además, cumple con los requisitos de la norma EN 1504-2 como revestimiento protector.

Sikagard 680 S PT Clear se utiliza para proteger el hormigón y otros materiales cementosos en elementos de construcción e infraestructuras. Es un material incoloro que se seca hasta obtener una capa brillante, adecuado como revestimiento protector para el hormigón de áridos expuestos.



- Adecuado para la protección contra la penetración (Principio 1, método 1.3 de la norma EN 1504-9).
- Adecuado para el control de la humedad (Principio 2, método 2.3 de la norma EN 1504-9).
- Adecuado para el incremento de la resistividad (Principio 8, método 8.3 de la norma EN 1504-9).

El revestimiento para la protección superficial del hormigón cumplirá la norma EN 1504-2.

2.1.17 Pozos prefabricados de polietileno

Los elementos prefabricados deberán cumplir con el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. Adicionalmente, los pozos prefabricados de materiales termoplásticos de pared estructurada deberán cumplir lo especificado en la UNE-EN 13598: "Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento y evacuación enterrados sin presión. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), polipropileno (PP) y polietileno (PE). Parte 1: Especificaciones para los accesorios auxiliares incluyendo las arquetas de inspección poco profundas."

Este tipo de pozos está formado por elementos montables en obra, como es la base de asiento, el cuerpo del pozo y el cono de reducción para alojar la tapa del pozo normalizada.

La construcción del pozo seguirá el manual del fabricante, y deberá asegurarse que se mantiene estanco para evitar la pérdida de fluidos a través de las juntas del mismo.

2.2 Normas y especificaciones de equipos mecánicos

2.2.1 Condiciones generales

Se tratará en este capítulo de cumplimentar una serie de normas y calidades mínimas que se exigirán a los distintos equipos de instalaciones que constituyen la esencia de la obra proyectada. Resulta de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas indicadas en **Anejo nº13 Equipos electromecánicos e instrumentación** del presente proyecto.

Asimismo, la forma en que se efectuará la medición y abono será por aplicación de los precios de los distintos equipos e instalaciones, que aparecen en el Cuadro de Precios nº 1.

2.2.1.1 Normas y códigos aplicables

Las normas y códigos a tener en cuenta para el diseño de la instalación serán las siguientes:



- ISO

Tuberías y válvulas de PVC.

- IEC

Equipos eléctricos.

- DIN y UNE

Tuberías a presión, válvulas, etc.

2.2.2 Válvulas de corte tipo bola

2.2.2.1 Generalidades

Se instalarán dos (2) válvulas de corte tipo bola en acero inoxidable roscada, uno en cada ramal de salida de cada sifón de 1", para el corte de la entrada al equipo de análisis (turbidímetro o clorímetro).

2.2.2.2 Características técnicas

- Modelo: de corte
- Marca: GAER o equivalente
- Presión de trabajo: PN 10
- Dimensiones: 1"
- Cuerpo y aro de cierre: CF8M
- Bola: SS316
- Eje: SS304/SS316
- Arandela y empaquetadura: PTFE
- Palanca: SS304
- Dispositivo de cierre: SS304
- Tuerca: SS304/SS316
- Revestimiento plástico de la palanca



2.2.3 Analizador de turbidez

2.2.3.1 Generalidades

Se instalará un (1) analizador de turbidez o turbidímetro con sonda de turbidez para montaje en inmersión y cuerpo de plástico con autolimpieza mecánica, para un rango de 0-4000 NTU y conexión a controlador, para el análisis de la turbidez del sifón de Maspilza.

Este tipo de turbidímetro necesita el montaje de la sonda en inmersión y el principio de medición se sustenta en un procedimiento combinado de luz difusa de absorción infrarroja, sin dependencia del color, que determina los valores de turbidez según la norma DIN EN 27027.

2.2.3.2 Características técnicas

- Modelo: SOLITAX SC T-LINE con CONTROLADOR SC4500
- Marca: HACH o equivalente
- Tipo: Analizador de turbidez
- Método de medida: Según DIN ISO EN 27027
- Rango de medición: turbiedad: 0.000.....4000 FNU
- Reproducibilidad: turbiedad <1%
- Longitud del cable: 10 m, máx. 100 m con cable de prolongación
- Temperatura ambiente: > 0°C hasta +40°C
- Rango de presión: ≤ 6 bar o bien ≤ 60 m
- Velocidad del flujo: máx. 3 m/s (burbujas de aire influyen en la medida)
- Tipo de protección: IP 65
- Dimensiones:
 - unidad de visualización A x H x P: 306 mm x 286 mm x 93 mm
 - Sonda de tanque D x L: 60 mm x 200 mm
- Materiales:
 - Portador óptico y manguito Acero fino 1.4571 o PVC Negro.
 - Cables de conexión de sensor (fijamente conectado): 1 Par de cables AWG 22 / 12 V DC, torcido, 1 Par de cables AWG 24 / de datos, trenzado, pantalla conjunta de cables, Semoflex (PUR).
- Pesos:
 - Unidad de visualización: aprox. 3,5 kg
 - Sonda de tanque: t-line: aprox. 0,6 kg



2.2.4 Analizador de cloro

2.2.4.1 Generalidades

Se instalará un (1) medidor amperométrico de Cloro Libre, rango 0.03 a 20 mg/l con compensación interna de pH hasta pH 9, montado sobre panel de acero inoxidable con detector de flujo de muestra, incluyendo el sensor diferencial de pH y conexión a controlador, para el análisis del cloro libre del sifón de Maspilza. Instalación NO intemperie

El método de medición es mediante sistema amperométrico de 3 electrodos, sin reactivos, electroquímico.

2.2.4.2 Características técnicas

- Modelo: CLF10 sc Medidor amperométrico de Cloro Libre con CONTROLADOR SC4500
- Marca: HACH o equivalente
- Tipo: Analizador de cloro
- Rango de medición: cloro libre: 0.03.....20 mg/l
- Resolución: 0.001 ppm
- Repetibilidad: 30 ppb ó 3 %, lo que sea mayor
- Rango de presión: 0,5 bar, sin impulsos de presión y/o vibraciones
- Caudal de muestra: 30 a 50 L/hora, óptimo 40 L/hora
- Rango de pH de muestra: pH de 4 a 9
- Temperatura de muestra: 5 a 45°C
- Requerimientos de alimentación: 12 V CC $\pm$ 10%, 100 mA máximo (suministrada por el controlador sc)
- Dimensiones: panel L x A x P: 48.3 x 49.5 x 15.1 cm
- Material del panel: resistente a la corrosión (ac inox, PVC, silicona y policarbonato)
- Peso: Aprox 5,4 kg (sólo panel y componentes instalados en el panel vacío)
- Garantía: IP65 (NEMA 4X)

El analizador de cloro sin reactivos controla la concentración de cloro residual libre o total en agua, totalmente fiable en concentraciones de cloro residual superiores a 0,1 ppm (mg/l). Gracias a la combinación de un controlador de modelo sc y de un sensor de cloro de tres electrodos, con un sensor de pH opcional y un sensor de flujo, se obtiene la mejor función de control.

Ambos sensores leen la temperatura de las muestras. El sensor de pH transmite la lectura de la temperatura a la pantalla del controlador. El sensor de cloro utiliza su medición de la temperatura de forma interna y no transmite la medición a la pantalla del controlador.

Los sensores de cloro y pH se encuentran en celdas de flujo montadas en el panel y conectadas en serie. Las celdas de flujo mantienen el contacto entre el sensor y la muestra, y ayudan a evitar que los sensores se sequen cuando el sistema no está funcionando.



Cada sensor se conecta al controlador a través del gateway instalado en el panel. El Gateway convierte las señales analógicas de los sensores en señales digitales que utiliza el controlador. El controlador convierte las señales digitales en los valores de medición del cloro, el pH y la temperatura, y muestra las lecturas en la pantalla. El controlador suministra alimentación a los sensores y al gateway digital.

2.2.5 Abrazaderas y soportes

2.2.5.1 Definición

Son el conjunto de elementos a instalar para soporte y guiado de tuberías, en techos, suelos y paredes.

2.2.5.2 Condiciones generales

Se empleará este sistema para sujeción de todas las tuberías, sea cual sea su diámetro y la posición en que deban ir, y serán todos ellos de acero inoxidable AISI 316 L.

Las abrazaderas deberán ir montadas sobre guías, que permitan su desplazamiento a lo largo de las mismas, a fin de que pueda adaptarse fácilmente a cualquier necesidad. El montaje de las abrazaderas sobre las guías será tal, que se pueda realizar sin necesidad de recurrir a tornillos de apriete, y solo a elementos tope contenidos en la propia abrazadera.

La abrazadera deberá llevar un anillo de goma, que se adapte a su superficie interna, e impida que el tubo o conducto se deteriore por el apriete de la misma. Podrá igualmente desplazarse con gran facilidad por el carril guía, y posibilitar su localización exacta en obra, sin que haya necesidad de preparación previa del punto de localización.

La fijación de los carriles guía a la pared se hará de forma directa, o a través de pies de apoyo, según las necesidades que se produzcan en cada caso.

2.2.5.3 Características del montaje

La separación entre soportes del carril guía no será superior a 4,5 m. En el caso de que vaya soportada de tirantes, la separación será como máximo de 1 m. La sección del tirante será como mínimo de 40 x 5 mm.

El carril guía, tendrá una anchura mínima de 50 mm y una altura mínima de 40 mm.

El abarcón se construirá en chapa de espesor mínimo 3 mm para diámetros de tubo hasta 150 mm. Para tuberías de hasta 500 mm, el espesor mínimo será de 5 mm.



2.3 Equipamiento eléctrico, de telemando y telecontrol

Acudir a: “Especificación técnica eléctrica, de control, comunicaciones y visualización de las instalaciones del CABB/BBUP – revisión 8.0.” se adjunta como apéndice 1 del PPTP.



2.4 Gestión de residuos

La gestión de residuos se realizará según los aspectos indicados en **Anejo nº14 Estudio básico de Impacto ambiental, o bien Anejo nº15 Gestión de residuos de construcción y demolición.**

2.4.1 Plan de gestión de residuos

2.4.1.1 Objetivo

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 Ambiental de Obra.

2.4.1.2 Descripción de la medida

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

Puntos limpios

Para la gestión de los residuos sólidos generados durante las obras (maderas, plástico, papel, etc.), se prevé la instalación de puntos limpios tal y como se indica en el proyecto. Se entiende por puntos limpios aquellas zonas de almacenamiento temporal de residuos,



desechos, aguas sucias o similares. Los puntos limpios son diseñados acordes con el objetivo de un almacenamiento selectivo y seguro de materiales sobrantes y aguas residuales.

Para cada punto limpio se define una zona de influencia y, en su caso, se organiza el correspondiente servicio de recogida con periodicidad suficiente (diario, semanal,) y contarán con una señalización propia.

Al final de la vida útil de cada punto limpio o al terminar la ejecución de la obra, se procederá a la restauración de las áreas utilizadas con los criterios establecidos en el apartado correspondiente a la restauración de las zonas de instalaciones.

En el caso de residuos sólidos, el sistema de puntos limpios consiste en un conjunto de contenedores, algunos con capacidad de compactación, distinguibles según el tipo de desecho y contiguos a las áreas más características del proyecto. El correcto funcionamiento de este sistema no descarta una minuciosa limpieza al final de la obra de toda el área afectada, directa o indirectamente, por el presente proyecto.

Contenedores

Los contenedores son seleccionados en función de la clase, tamaño y peso del residuo considerado, las condiciones de aislamiento requeridas y la movilidad prevista del mismo.

En principio se escoge el material de cada contenedor dependiendo de la clase de residuo, el volumen y el peso esperado de los mismos y las condiciones de aislamiento deseables. Probablemente, la mayor parte de los contenedores podrán seleccionarse entre aquellos diseñados para los residuos urbanos.

El correcto funcionamiento del sistema de puntos limpios aconseja la distinción visual de los 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.

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.

Localización de los 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.

Se señala como orientativa la siguiente distribución de contenedores según su localización:



Parque de maquinaria y residuos de metales. Oficinas, almacén, comedor y vestuarios

Depósito estanco preparado para grasas, aceites y otros derivados del petróleo

Contenedor estanco para recipientes metálicos

Contenedor abierto para neumáticos

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.

Zona de construcción de estructuras y obras de fábrica

Contenedor abierto para metales

Contenedor abierto para maderas

Contenedor estanco para embalajes plásticos

Contenedor estanco para embalajes de papel y cartón

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.

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.

Puntos de inspección

Antes del inicio de la obra

Comprobación de la validez del PGR (concordancia con el Estudio de Gestión de Residuos del Proyecto, desarrollo de las medidas establecidas,).

Durante y tras la ejecución de la medida

Comprobación de la segregación y gestión adecuada de los residuos tanto en el aspecto del estado real de la obra, como en el aspecto de documentos acreditativos de la gestión de los residuos.

Comprobación de la existencia de los medios necesarios para la adecuada gestión de los residuos.

2.4.2 Segregación de residuos

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 segregarse en obra los residuos peligrosos de los no peligrosos.

Para favorecer el cumplimiento de estas prescripciones, se deberá aportar por el contratista a la Asistencia Ambiental de Obra, antes de la emisión del acta de replanteo de la obra, un procedimiento específico de segregación de residuos al que se deberá someter el contratista y todas las partes que participen en la obra.

Este procedimiento deberá establecer la siguiente segregación mínima en las siguientes clases:

Clase 1.

Los residuos derivados de la actividad humana en la obra, constituidos por:

- Plástico (envoltorios y envases de productos alimentarios)
- Vidrio (envoltorios y envases de productos alimentarios)
- Restos orgánicos de comida

No se incluye en este grupo ningún residuo de estas características pero que esté manchado con residuos o sustancias peligrosas.

Clase 2.

Los residuos orgánicos procedentes de desbroces y la vegetación existente en la zona.



- Troncos,
- Ramaje derivado de poda,
- Tocones

No se incluye en este grupo ningún residuo de estas características pero que esté manchado con residuos o sustancias peligrosas.

Clase 3.

Los residuos inertes de materiales de construcción, tanto si han sido generados en la propia obra, como si están presentes en el ámbito de trabajo.

No se incluye en este grupo ningún residuo de estas características pero que esté manchado con residuos o sustancias peligrosas.

Clase 4.

Los residuos derivados de la excavación de materiales sin características de tierra vegetal.

No se incluye en este grupo ningún residuo de estas características pero que esté manchado con residuos o sustancias peligrosas.

Clase 5.

Los residuos derivados de la excavación de materiales sin características de tierra vegetal.

No se incluye en este grupo ningún residuo de estas características pero que esté manchado con residuos o sustancias peligrosas.

2.4.3 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 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 Asistencia Ambiental antes del inicio de la obra.

Este procedimiento deberá establecer la segregación de los residuos peligrosos de 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 de la Asistencia 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 Asistencia Ambiental de Obra.

Acopio

El acopio de los residuos peligrosos deberá hacerse en zonas especiales para esto: 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 (conforme al anexo del R.D. 833/1988: nombre, dirección, teléfono del titular de los residuos y fecha de envase de estos) e indicar la naturaleza de los riesgos que presentan los residuos mediante los pictogramas (anexo II del R.D. 833/1988).
- Llevar un registro referente a la generación de residuos en el que consten la cantidad, naturaleza, identificación (según anexo I del R.D. 833/1988), 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 periodo 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.

2.4.4 Residuos de construcción y demolición

Acopio

Los residuos inertes de construcción y demolición deberán segregarse durante su generación, localizando contenedores adecuados para su acopio en diferentes partes de la obra.

Habrà de cumplirse en todo momento 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 contratista deberá establecer en obra los medios necesarios para garantizar la ausencia de mezcla de estos materiales con residuos peligrosos; así como la inaccesibilidad al público de 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.

Gestión

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.

2.4.5 Residuos de tierras sin características de tierra vegetal no contaminada

La ejecución del proyecto implica la extracción de una serie de materiales procedentes de las excavaciones. Estos materiales se reutilizarán en obra en la medida de lo posible, pero el resto pasarán a formar parte de lo que se ha denominado sobrantes de excavación.

Con objeto de minimizar los costes ambientales del transporte de tierras, se primará la reutilización de las tierras en la propia obra o en el ámbito portuario.

En general, para los materiales caracterizados como inertes, se seguirá el siguiente orden para su gestión:

- Reutilización en los rellenos de la propia obra.
- Si los materiales no son aptos para su uso como relleno, transporte en el interior del ámbito portuario para su uso en rellenos de inertes en el ámbito portuario.
- Si no existen rellenos en el Puerto de Bilbao susceptibles de recibir los materiales excavados, transporte y vertido en rellenos de inertes fuera del ámbito portuario. Se



considera la posibilidad de la existencia de obras activas deficitarias en tierras, que coincidan en el tiempo con la ejecución del proyecto, donde pueden ser llevados los excedentes de excavación, previo acuerdo entre contratistas. En cualquier caso, si finalmente se opta por esta opción, deberá demostrarse documentalmente el traslado de sobrantes mediante documentos de aceptación de sobrantes de excavación por parte de la obra receptora.

No obstante, a lo anterior, será la Dirección de Obra la que establezca el destino de los materiales según los intereses de la obra. El contratista deberá presentar una propuesta para la gestión de los residuos que deberá ser aprobada por la DO antes de comenzar los trabajos de movimiento de tierras.

2.4.6 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. EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

3.1 Normas generales para la medición y el abono de las distintas unidades de obra

Este apartado se detalla con carácter general en **capítulo III.1.5 del PPTG** incluido en este documento.

Como resumen, sintético, las unidades de obra, se abonarán a los precios del Cuadro de Precios nº 1 afectados por los coeficientes de Contrata y de adjudicación. Los precios se refieren a unidades totalmente terminadas, ejecutadas de acuerdo con la definición de los Planos y con las condiciones del Pliego y aptas para ser recibidas por la Dirección de las Obras.

Todos los trabajos, medios auxiliares y materiales que sean necesarios para la correcta ejecución y acabado de cualquier unidad de obra, se considerarán incluidos en el precio de la misma, aunque no figuren todos ellos especificados en su descripción.

Todos los gastos que por su concepto sean asimilables a los considerados como gastos indirectos, quedan incluidos en los precios de las unidades de obra del Proyecto cuando no figuren en el Presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas.

Serán de cuenta de la Contrata los gastos de inspección, vigilancia y ensayos de la obra civil y de equipos, incluidos en los precios de las unidades de obra hasta un porcentaje máximo detallado en PPTG.

- Todos los ensayos previos para aceptación de cualquier tipo de material.
- Todos los ensayos correspondientes a la fijación de canteras y préstamos.
- Los ensayos cuyos resultados no cumplan con las condiciones estipuladas en el presente Pliego.
- Las pruebas de estanqueidad y de presión de las tuberías de agua y de saneamiento.
- Las pruebas de mandrilado de las canalizaciones de alumbrado, telefonía y electricidad

Asimismo, serán de cuenta del Contratista las cargas fiscales que se deriven de las disposiciones legales vigentes.

También serán de cuenta de la Contrata y quedan absorbidos en los precios:

- La construcción de accesos de obra, pistas, etc. que no estén expresamente definidos en el Proyecto y valorados en su Presupuesto.
- Los gastos originados al practicar los replanteos y la custodia y reposición de estacas, marcas y señales.
- Las indemnizaciones a la Administración y a terceros por todos los daños que cause con las obras y por la interrupción de los servicios públicos o particulares.
- Los gastos de establecimiento y desmontaje de almacenes, talleres y depósitos, así como las acometidas de energía eléctrica y agua y sus consumos.
- La implantación y conservación de señales de tráfico y elementos para la seguridad del tráfico rodado y peatonal, de acuerdo con la normativa vigente.



- Los gastos de protección de todos los materiales y de la propia obra contra todo deterioro o daño durante el período de construcción y durante el plazo de garantía.
- Los gastos derivados de la más estricta vigilancia para dar cumplimiento a todas las disposiciones relacionadas con la seguridad personal de los obreros en el trabajo.
- La retirada de todas las instalaciones, herramientas, materiales, etc. y la limpieza general final de la Obra para su recepción provisional.
- Los vertederos necesarios para el vertido de sobrantes, incluso habilitación, compra o indemnización y arreglo final del mismo.

En el caso de que el Contratista no cumpliera con alguna de las obligaciones expresadas, la Dirección de Obra, previo aviso, podrá ordenar que se ejecuten las correspondientes labores con cargo a la Contrata.

Para la medición serán válidos los levantamientos topográficos y los datos que hayan sido conformados por la Dirección de Obra.

Las unidades que hayan de quedar ocultas o enterradas, deberán ser medidas antes de su ocultación. Si la medición no se efectuó a su debido tiempo, serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para llevarlas a cabo posteriormente.

La Dirección de Obra, en el momento de la orden de iniciación de las obras, señalará al Contratista el proceso que ha de seguirse para la ordenada toma de datos y siguiente medición de las sucesivas fases de obra.

Sin perjuicio de particularizaciones que se hagan en este Pliego, el sistema a seguir será tal que no se iniciará una nueva fase de obra sin que previamente esté medida y confirmada la fase anterior, y ello para cada uno de los tajos de obra.

El representante del Contratista o persona en quien delegue al efecto, habrá de prestar su conformidad a la medición que en su presencia se haga, antes de iniciar la fase siguiente.

Si por error imputable al Contratista, la obra ejecutada fuere en exceso sobre la fijada en los Planos de Construcción que se hubieran entregado; a efectos de mediciones y consiguiente valoración, el elemento base de medición serán los planos entregados por la Dirección de Obra para la ejecución del tajo respectivo.

Si el Contratista construye mayor volumen de cualquier clase de fábrica que el correspondiente a los dibujos que figuran en los Planos del Proyecto o de sus reformas autorizadas (ya sea por verificar mal la excavación, por error, por su conveniencia, por alguna causa imprevista, o por cualquier otro motivo), no le será de abono el exceso de obra, y si resultase perjudicial, el Contratista tendrá la obligación de demoler la obra a su costa y rehacerla nuevamente con las dimensiones debidas.

En el caso de que se trate de un aumento excesivo de excavación que no pueda subsanarse con la demolición de la obra ejecutada, el Contratista quedará obligado a corregir ese defecto de acuerdo con las normas que dicte la Dirección de Obra (relleno con hormigón, inyecciones de lechada de cemento, etc.), sin que tenga derecho a exigir indemnización alguna por estos trabajos.

Sin embargo, los excesos de obra que la Dirección de Obra defina por escrito como inevitables, se abonarán a los precios que para las unidades realizadas figuren en el Contrato.



3.2 Sostenimiento de excavaciones a cielo abierto

3.2.1 Conceptos generales

Se entenderá por sostenimiento el conjunto de elementos de contención y apuntalamiento a colocar en los taludes o pantallas de la zona excavada, para garantizar su estabilidad. Se emplearán para ello los elementos habituales en este tipo de obras: carriles hincados, micropilotes, mallas de triple torsión, bulones pasivos, etc.

3.2.2 Sistemas de Sostenimiento

3.2.2.1 Malla metálica triple torsión reforzada

3.2.2.1.1 Definición y alcance

Se trata de mallas de acero con una resistencia a la tracción longitudinal mínima de 50 kN/m. que son habitualmente de triple torsión y que se refuerzan con bulones y cables de acero, de forma que retengan los bloques rocosos desprendidos en la cara del talud. Su empleo está indicado para retener bloques de hasta 0,3 m³, movilizados debido a procesos de degradación superficial de macizos rocosos muy fracturados, caída de bloques por erosión diferencial, pandeos o voladizos. No son adecuadas para tratar problemas de formación de cuñas y bloques inestables de tamaño métrico o cualquier proceso que movilice volúmenes de material más importantes. Tampoco para inestabilidades en taludes constituidos por suelos.

La unidad denominada “una sola línea de cables”, se refuerza con un patrón de líneas de cable de acero horizontales o diagonales que pasan por todos los bulones de una cuadrícula de 4 x 4 m. En este caso el máximo tamaño de bloque a retener será de 75 cm.

La unidad denominada “doble línea de cables” se refuerza con un patrón de líneas de cables en horizontales y otro de líneas diagonales que pasan por todos los bulones de una cuadrícula de 3 x 3 m. El máximo tamaño de bloque a retener en este caso es de 0,3 m³.

3.2.2.1.2 Ejecución de las obras

La malla debe quedar anclada en cabecera de talud mediante perforación y posterior colocación de anclajes de acero corrugado separados entre 2 y 3 m entre sí, de 1 m de longitud total y Ø 20 mm en forma de "J", unidos por un cable de acero galvanizado Ø 12 mm. El pie de la malla también debe rematarse con cable de acero Ø 12 mm.



Los diferentes paños de malla deben quedar cosidos mediante puntos de unión con un punto de doble torsión de los hilos guía cada 30-40 cm, con cable o con grapas.

Los cables de acero, en la opción simple o de doble cable, deben pasar por todos los bulones y quedar unidos mediante placas que permitan que el cable corra pero que impidan su salida.

La longitud mínima de dos metros, marcada en la definición de la unidad, podrá incrementarse, en función de las características del terreno a tratar, debiendo justificarse con cálculos específicos para cada talud. Su diámetro mínimo será de 25 mm. en obra nueva y 20 mm. en mantenimiento de taludes.

3.2.2.1.3 Medición y abono

Se medirá y abonará por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1

El precio incluye:

- Todos los medios necesarios para su instalación incluido los necesarios para trabajos en altura y los cálculos para su justificación y dimensionamiento.
- El cable de acero de refuerzo.
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

No incluye los bulones empleados que se certificarán con su unidad específica de la base de precios. Se certificará la medición de malla colocada, incluyendo su adaptación a las irregularidades del talud.

3.2.2.2 Bulón pasivo con barra de acero roscada continua

3.2.2.2.1 Definición y alcance

Bulones realizados a partir de una barra de acero con rosca continua de forma que la tuerca y la placa se puedan situar en cualquier punto a lo largo de la barra para adaptarse a la perforación disponible. En ningún caso se emplearán como bulones activos, tesables, ya que esta unidad no incluye bulbo ni longitud libre.

La longitud del bulón, grosor y diámetro de perforación deben estar justificadas en Proyecto de Construcción del desmonte o en una nota técnica, si se trata de aplicaciones de mantenimiento de taludes. En general, deben seguirse las indicaciones y normativa incluidas en la "Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera" del Ministerio de Fomento, ed. 2003 o ediciones posteriores.

Se emplearán bulones de anclaje pasivo conformados por barras de acero de rosca continua con Le= 500 MPa, de diámetro de 25 mm.



3.2.2.2 Ejecución de las obras

Pueden ejecutarse con carro de perforación de alto rendimiento según se va excavando el talud, considerándose que el carro puede trabajar hasta una altura de 6 m. sobre el fondo del desmonte. También pueden ejecutarse por encima de esos 6 m. empleando medios de elevación desde el fondo de la excavación o de descuelgue desde la cabeza del talud.

No se admite en ningún caso la inyección por gravedad desde la boca. El bulón debe llevar un tubo de inyección que irá enrollado ligeramente a lo largo de la barra, junto a los centradores y llegará hasta la punta. La inyección se hará hasta que la lechada rebose por la boca y en una segunda fase, se rellenará la zona del cuello del bulón que hubiera podido quedar al descubierto por la infiltración de la lechada. La lechada debe tener una dosificación agua/cemento comprendida entre 0,4 y 0,6. Si se emplean resinas debe garantizarse que toda la longitud de la barra queda cubierta por resina o rellenarse posteriormente con lechada.

Debe tratarse con pintura o aerosol anticorrosión la placa del bulón, la tuerca, así como todo el tramo de la barra desde el punto donde está cubierta con lechada.

Debe darse un apriete a la tuerca hasta comprobar que la placa toma el máximo contacto con la superficie del terreno sin llegar a deformarse.

3.2.2.3 Medición y abono

Se medirá y abonará por metro lineal (m) realmente ejecutados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- Todos los medios necesarios para la perforación, inyección y apriete,
- Los medios de elevación para trabajos en altura.
- La placa, centradores y los medios de protección contra la corrosión y los ensayos de recepción marcados por el pliego.
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

3.3 Refino y perfilado de cunetas

3.3.1 Generalidades

Además de lo indicado en el correspondiente apartado del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales relativos a las excavaciones y rellenos, se deberá tener en cuenta lo indicado en el presente apartado.



3.3.2 Definición y condiciones generales

La unidad consiste en las operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico de las cunetas.

Para el refino de cunetas, se refiere a la regularización de la superficie excavada, empleando medios manuales o mecánicos, para eliminar salientes, irregularidades o eliminar el nivel de material alterado superficialmente.

3.3.3 Ejecución de las obras

Las obras de refino de cunetas se ejecutarán con posterioridad a la construcción de drenes y obras de fábrica que impidan o dificulten su realización. Asimismo, en general y cuando así sea posible, se ejecutarán con posterioridad a la explanación.

Cuando la explanación se halle muy avanzada y el Director de las Obras lo ordene, se procederá a la eliminación de la superficie de la cuneta de cualquier material blando, inadecuado o inestable, que no se pueda compactar debidamente o no sirva a los fines previstos. Los huecos resultantes se rellenarán con materiales adecuados, de acuerdo con las indicaciones del Director de las Obras.

Los perfiles de cunetas deberán quedar, en toda su extensión, conformados de acuerdo con el Proyecto y las órdenes complementarias del Director de las Obras, debiendo mantenerse en perfecto estado hasta la recepción de las obras, tanto en lo que se refiere a los aspectos funcionales como a los estéticos.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción

3.3.4 Medición y abono

Se medirá y abonará por metros lineales (ml) realmente ejecutados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1

Se certificará la totalidad de los ml de cuneta sobre los que se hayan hecho labores de regularización, refino y perfilado. La estimación de la medición debe hacerse previamente a las labores de perfilado y debe ser aprobada por la Dirección de Obra. Se incluyen los medios de elevación o descuelgue del talud o zanja, necesarios para realizar el perfilado, así como el transporte del material hasta un punto de acopio, fuera de la plataforma ferroviaria.

No está incluido en este precio el transporte a vertedero del material resultante del saneo, ni tampoco el canon de vertido.

El precio incluye el transporte de la maquinaria a pie de obra.



3.4 Instalación de tuberías

3.4.1 Generalidades

Además de lo citado en el correspondiente apartado del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales se considerarán las siguientes cuestiones:

- No se permitirá la colocación de los apoyos de nivelación de los tubos para su nivelación mientras no se haya producido el fraguado del hormigón. En el caso de existencia de agua en la zanja, se eliminará antes del vertido de dicha capa de hormigón. Si no pudiera asegurarse la ausencia de agua, al hormigón de limpieza se le añadirán los aditivos necesarios para el correcto fraguado del mismo en un período de tiempo que no afecte a sus características mecánicas.
- Los trabajos de desvío de la red de lixiviados deberán realizarse exclusivamente en ausencia de lluvias (tiempo seco), debiendo planificarse con tiempo y aprobación expresa de la Dirección de Obra de dichos trabajos, no pudiendo cursar reclamaciones económicas la contrata por retrasos derivados de este condicionante.
- Se realizarán pruebas de presión por tramos y total. Los tramos mínimos a comprobar serán los correspondientes al tramo descendente, intermedio y ascendente.
- Una vez instalada y probada la conducción se procederá a la limpieza general de la misma mediante presión de agua para procederse a continuación a la inspección por televisión de todo el colector según se especifica en el PPTG.

3.4.2 Conceptos de abono

- Las precauciones o modificaciones en los materiales necesarios para el aseguramiento de las condiciones adecuadas de la base de hormigón se consideran incluidos en las unidades de obra de excavación y hormigón, no admitiéndose ninguna reclamación al respecto.
- Las pruebas de infiltración, la limpieza de la tubería y la inspección por televisión se consideran incluidas en los precios unitarios de las tuberías correspondientes, no siendo objeto de abono independiente.
- Las pruebas de inspección y control de calidad de las tuberías de acero marcadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales se consideran incluidas en los precios unitarios de las tuberías correspondientes, no siendo objeto de abono independiente.
- El transporte de la tubería al punto de colocación, así como las operaciones de izado/descarga para su colocación se encuentran incluidos en el precio, no siendo objeto de abono independiente.



3.4.3 Tuberías de acero helicosoldada por arco sumergido

3.4.3.1 Definición

Se entiende por tubería de acero helicosoldada a la tubería fabricada según las normas de fabricación UNE-EN 10224 de tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos (incluida agua para consumo humano) con chapa de acero tipo S275JR (o equivalente) de acuerdo a la norma EN 10025:2004, y que está soldada helicoidalmente por arco sumergido (S.A.W.).

3.4.3.2 Fabricación

Las tuberías deben construirse en fábrica o taller debiendo realizar en obra el menor número posible de soldaduras. Por tanto, deberán ser de la mayor longitud transportable posible. La chapa para la ejecución de la tubería se curvará en frío. Dado los radios de curvatura en los caminos y pistas de acceso a las obras, la longitud máxima de la tubería estará limitada a 5m.

La preparación de bordes se efectuará siguiendo las indicaciones en los Planos del Proyecto, o en su defecto, ateniéndose a las instrucciones contenidas en la Propuesta de Norma UNE 14.036.

Las soldaduras helicoidales se efectuarán siempre antes que las transversales se crucen con ellas. No obstante, se podrán dejar sin soldar hasta el momento de ejecutar las uniones transversales, trozos de diez (10) centímetros de aquellas, con objeto de facilitar el debido acoplamiento de las virolas contiguas.

El sobreespesor total de las soldaduras a tope no será superior al diez por ciento (10%).

No podrá comenzar la fabricación sin la aprobación previa de la Dirección de Obra, y está obligado a adoptar cuantas modificaciones se le impongan.

La tubería deberá venir pintada de fábrica de acuerdo al proceso de pintado descrito en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

3.4.4 Medición y abono

Se medirá y abonará por metros lineales (ml) realmente ejecutados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- Todos los medios necesarios para su ejecución incluido los necesarios para trabajos en altura.
- El corte y soldadura de las piezas con equipo especializado.



- Traslado de las piezas al punto de colocación.
- Protección y vigilancia de las piezas.
- Protección anticorrosiva de las soldaduras realizadas in situ.

3.5 Protección anticorrosiva de tuberías

3.5.1 Generalidades

Renovación exterior o interior completa del sistema de protección anticorrosiva. Esta operación se emplea en las zonas indicadas en los planos, así como en las zonas que la Dirección de Obra lo estime conveniente.

La finalidad de las actuaciones descritas es detener la patología de corrosión externa e interna que afecta a la tubería debido a las condiciones ambientales y de operación a las que está expuesta.

- Preparación de medios y acondicionamiento de la zona de trabajo.
- La tubería deberá estar sin condensación y libre de obstáculos para aplicar el tratamiento en todo el perímetro de la tubería. Las virolas deberán estar completamente libres de cualquier escombros, soporte y/o material para posibilitar el completo acceso a todo el perímetro de la tubería.
- En caso necesario, se instalarán ventiladores y calentadores para favorecer el secado de la tubería en las distintas zonas de actuación.
- Se deberá comprobar que las condiciones ambientales, temperatura del sustrato, temperatura ambiente y humedad relativa son las adecuadas. Deberán respetarse los siguientes límites:
 - Humedad relativa < 85%.
 - Punto de rocío, DT > 3°C
- Limpieza y descontaminación de la superficie mediante los sistemas más adecuados compatibles con el estado actual de la tubería para no afectar su integridad estructural (chorreado, manual, laser...). En el caso de preparación de superficie mediante chorreado abrasivo en seco se aplicará hasta alcanzar un grado SA 2 ½ según la norma ISO 8501-1, con una rugosidad de 50-125 micras según ISO 8503.
- Limpieza de la superficie, eliminación de polvo y partículas sueltas con el fin de preparar la superficie para asegurar la adhesión de los materiales.
- Reconstrucción de zonas dañadas con epoxi tixotrópico con carga metálica y/o carga de sílice coloidal u otro material compatible con el conjunto de la rehabilitación, para uniformizar la superficie y favorecer la transmisión de cargas.
- Imprimación del sustrato mediante resina de matriz epoxi y colocación de tejido de protección temporal. Este tejido evita la contaminación del sustrato en el exterior debido a las condiciones ambientales, y en el interior debido al tránsito de los trabajadores. Se retirará el tejido de protección de la zona en la que se está trabajando en el día, justo antes de la aplicación del recubrimiento final. El ciclo de curado se realizará a temperatura ambiente.



- -Aplicación del esquema de recubrimiento de acabado interior:
 - Aplicación de primera capa de recubrimiento de base epoxi con carga cerámica en un espesor de película seca de $\pm 150 - 175 \mu$.
 - En fase de tack, aplicación de segunda capa de recubrimiento de base epoxi con carga cerámica y espesor de película seca de $\pm 150 - 175 \mu$. Recubrimiento de protección grado alimentario, certificado para agua potable de acuerdo al RD 3/2023 de criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro.
- -Aplicación del esquema de recubrimiento de acabado exterior:
 - Aplicación de primera capa de epoxi curado con poliamida en un espesor de película seca de $\pm 100 \mu$.
 - Aplicación de segunda capa de esmalte de acabado poliuretano alifático con espesor de película seca de $\pm 50 \mu$. Color RAL 6021 (o a elegir por la Dirección de Obra).
- El ciclo de curado se realizará a temperatura ambiente.
- Inspección final de la aplicación.

3.5.2 Control de calidad

- Preparación superficial:
 - Comprobación de las condiciones ambientales debiendo contar con una humedad relativa menor al 85% y una temperatura inferior a 38°C.
 - Comprobación de dimensiones, longitud y profundidad de repicado en extremos según el procedimiento AWWA C305.
 - Comprobación de que la tubería se encuentra seca y limpia debiendo tener una humedad superficial menor del 6% y estar en ausencia de lodos.
 - La tubería de acero deberá mantenerse con una limpieza grado SA 2 1/2 según la norma ISO 8501-1 o SSPC SP10.
 - El perfil de anclaje deberá cumplir la norma ISO 8503 con una rugosidad de 50-120 μ .
 - Uniformidad de la imprimación con ausencia de rebabas o de zonas no impregnadas.
- Aplicación de recubrimiento de protección:
 - Comprobación de las condiciones ambientales debiendo contar con una humedad relativa menor al 85% y una temperatura inferior a 38°C.
 - Aplicación de recubrimiento de protección mediante película húmeda EPH según procedimiento AWWA C305.
 - Curado de la aplicación comprobando las condiciones ambientales según procedimiento AWWA C305.
 - Inspección final del recubrimiento de protección de agua potable según procedimiento AWWA C305.



- Supervisión de trabajos con inspectores certificados.
- Registro del personal cualificado durante los trabajos.
- Preparación de un dossier de calidad reflejando el cumplimiento de todos los requisitos de calidad de la rehabilitación de la tubería.

3.5.3 Medición y abono

Se medirá y abonará por metros lineal (ml) realmente ejecutados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1 tanto para la renovación de la protección anticorrosiva interior como exterior.

El precio incluye:

- Todos los trabajos descritos en el proceso de ejecución
- Control de calidad del proceso constructivo.
- Suministro de los materiales, herramientas y consumibles necesarios para llevar a cabo los trabajos.
- En caso necesario, apertura y cierre de bocas de acceso al interior del tubo en las zonas de los apoyos y en el resto de las zonas señaladas en el proyecto constructivo.
- Medios auxiliares necesarios para desarrollar los trabajos como grúas de elevación, andamios, líneas de vida, grupo electrógeno, herramientas manuales, etc.
- Transporte a punto limpio de los materiales sobrantes para su correcta gestión de residuos.
- El transporte de la maquinaria a pie de obra.

3.6 Rehabilitación estructural de tuberías

Previo comienzo de los trabajos, el contratista adjudicatario de la obra, realizará un proyecto de ejecución del refuerzo, adaptando la solución propuesta en este proyecto a su propio sistema de refuerzo y determinando el espesor a instalar en la rehabilitación estructural propuesta, en función de los datos de proyecto y resultados de ensayos e inspecciones realizados en obra.

3.6.1 Rehabilitación estructural de tuberías con sistema de aplicación según la norma AWWA C305

3.6.1.1 Generalidades

Los sistemas CFRP a aplicar cumplirán con las especificaciones de las normativas internacionales AWWA C305, ASME PCC-2 e ISO24817. Constan de dos componentes principales, que son la fibra de refuerzo y el sistema de resina. La fibra de refuerzo es un tejido exclusivo, muy ligero, de carbono, que se satura con el sistema de resina. Tras el curado se obtiene el material laminado endurecido. El tejido de refuerzo proporciona las



propiedades estructurales para el sistema en la dirección de las fibras, mientras que la matriz de polímero proporciona propiedades estructurales nominales para el sistema en la dirección perpendicular a las fibras de refuerzo y también mantiene la durabilidad del sistema compuesto y la adherencia al sustrato.

La matriz de resina protege la fibra y permite la transmisión de esfuerzos entre cada filamento de fibra, además mantiene las fibras entre sí, haciendo que el material compuesto tenga flexibilidad y trabaje como un todo.

Los refuerzos CFRP están diseñados para resistir los efectos combinados de la presión interna y las cargas externas, así como el vacío interno y la presión externa del agua subterránea.

El alcance de la norma AWWA C305 se limita a la aplicación por método húmedo de CFRP; por lo que no se aplica a los laminados curados previamente adheridos a la pared de la tubería, a la aplicación por método en seco o a los métodos de instalación de CFRP automatizados.

Dependiendo del nivel de degradación de la tubería principal en el momento de la reparación, el revestimiento de CFRP debe diseñarse para resistir las cargas de diseño a través de una acción conjunta con una parte de la pared de la tubería o como un sistema independiente.

Enfoque del diseño

Este método se basa en un diseño por estados límites y ha adoptado el formato de diseño de factor de carga y resistencia (LRFD). Los estados límites de resistencia están asociados a la seguridad estructural bajo condiciones de carga máxima que ocurren durante la esperada vida útil restante de la tubería. Los estados límites de servicio se relacionan con el comportamiento estructural en condiciones normales de servicio.

Este enfoque hace referencia al método de cálculo que detalla la norma AWWA C305, desarrollado para aplicaciones internas, aunque mecánicamente podría ser aplicable en caso de aplicaciones externas de tubería metálica, en este último caso el cálculo para el diseño puede seguir norma ASME PCC2, desarrollado para aplicaciones externas en tuberías metálicas (pero para más corto plazo que la norma AWWA).

Se realizan cálculos de diseño para combinación de presión interna y cargas externas en dirección circunferencial, para pandeo, y para combinación de presión interna y cargas externas en dirección longitudinal.

Las cargas de dimensionamiento aplicadas consideran todos los esfuerzos a los que está sometida la estructura.

Cargas para el diseño longitudinal. El sistema CFRP se diseña para las siguientes cargas:

- Presión de servicio (carga a largo plazo).
- Presión transitoria (carga a corto plazo con magnitud seleccionada de valor máximo).
- Presión negativa / vacío (carga a corto plazo con magnitud seleccionada de valor máximo).
- Presión hidrostática externa de nivel freático (carga a largo plazo).



- Peso de tierras (carga a largo plazo).
- Cargas vivas de tráfico (carga a corto plazo).
- Peso del agua (carga a largo plazo).
- Peso del tubo de hormigón pretensado más el del refuerzo CFRP (carga a largo plazo).

Cargas para el diseño longitudinal. El sistema CFRP debe diseñarse para las siguientes cargas longitudinales impuestas:

- Fuerza de empuje inducida por la presión y momentos de flexión (según AWWA Manual M9).
- Tensión longitudinal proveniente de la diferencia de temperatura entre las condiciones de operación y de instalación (no menos de $\pm 4,4^{\circ}\text{C}$).
- Tensión longitudinal resultante del efecto de Poisson.
- Flexión longitudinal del refuerzo CFRP resultante de la presión interna de diseño que actúa sobre un tubo reforzado con un diferencial de rigidez radial existente en la frontera de la zona de cables de pretensado rotos.
- Esfuerzo de flexión del tubo debido el efecto viga debido a la variación en la rigidez del soporte del tubo.

Requisitos de Solape

El solape en la dirección de las fibras debe tener la longitud suficiente para desarrollar toda la resistencia de la lámina CFRP. No habrá espacio entre la lámina en la dirección transversal a las fibras. Cualquier espacio de este tipo se cubrirá con una lámina adicional con una longitud de desarrollo adecuada en la dirección paralela a las fibras que se extienden más allá del espacio en cualquier dirección.

El diseño debe proporcionar una superposición mínima en la dirección de las fibras de 200 mm, pero no menos de la longitud de solape recomendada por el fabricante, según lo establecido a través de las pruebas de acuerdo con ASTM D7616.

3.6.1.2 DISEÑO DE LA SOLUCIÓN CON SISTEMA CFRP

Para el sistema CFRP de aplicación según la norma AWWA C305, el método de diseño aplicable será ASME PCC2/ISO2481.

El sistema carbono CFRP a aplicar será Tyfo SCH41 o similar. Consiste en un tejido de fibra de carbono unidireccional saturado con sistema de resina epoxi Tyfo S o similar, de adherencia estructural (según norma EN 1504-4), con espesor nominal de 1,0mm (Tyfo SCH-41 o similar) o de 2,0mm (tyfo SCH-41-2X o similar) y resistencia a tracción > 900MPa.

Tyfo® S Epoxy o similar, es una resina de matriz epoxi de dos componentes con excelentes características de adherencia y desarrolladas especialmente para aplicaciones de reparación y refuerzo estructural sobre todo tipo de estructuras.

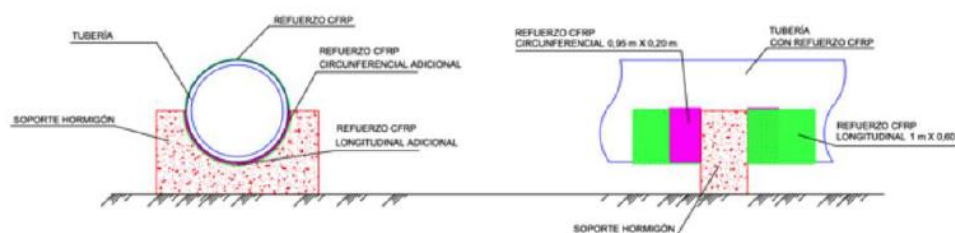
Los resultados del dimensionamiento previo del sistema CFRP se ha obtenido por cálculos según la norma ASME PCC2 y con los datos de obra disponibles en las inspecciones realizadas previamente.

SIFÓN	Tipo de diseño ASME PCC-2	Presión hidrostática (Kg/cm ²) de diseño	Longitud max entre apoyos (m)	Capas composite SCH41-S en sentido Circunferencial	Capas composite SCH41-S en sentido Longitudinal
Maspilza	STANDALONE	10,01	12	2	1

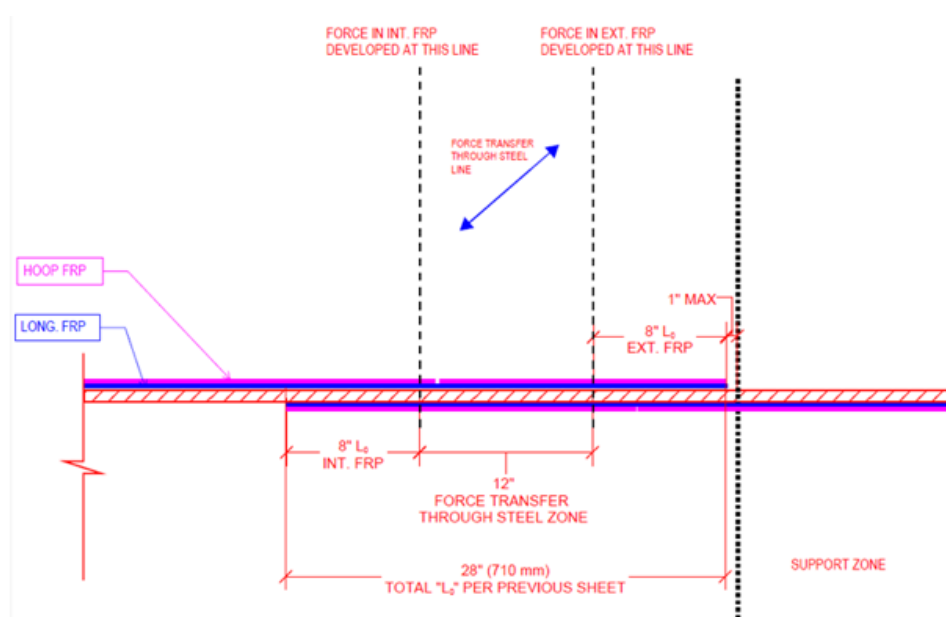
En la zona de codos se prevé añadir compuesto en sentido longitudinal con una capa adicional en estas zonas

Tratamiento de las zonas de apoyos:

En los apoyos en los que no fuera posible la rehabilitación exterior, se procede a realizar rehabilitación estructural interior con solape de refuerzo adicional exterior para asegurar resistencia y continuidad.



Adicionalmente se considera la aplicación interna del mismo refuerzo en los 13 apoyos identificados aplicando un solape de 70cm en ambos extremos de cada apoyo. La entrada a la tubería se realizará desde cada extremo, añadiendo si fuese necesario acceso por apertura de ventana provisional en la tubería. Estas ventanas se cierran con soldadura de chapa y posteriormente se aplica el refuerzo exterior que incluye la zona de la ventana.





3.6.1.3 Proceso de ejecución

Todos los equipos de trabajo deben disponer de la formación necesaria para trabajos en condiciones de espacio confinado, trabajos en altura y manejo de productos químicos. Y específicamente, deben disponer de formación acreditada por el proveedor del sistema CFRP que cumple con los requisitos de norma AWWA C305.

El proceso de instalación, de manera general, se ejecuta siguiendo las instrucciones de la normativa AWWA C305.

Requisitos previos a la instalación

- Inspección de la conducción: La superficie del núcleo interno de hormigón de la tubería que se renovará se inspeccionará para confirmar las condiciones, las hipótesis de diseño y para confirmar qué preparación de superficie.
- Planificación y disposición del sitio de trabajo: La disposición de la implantación del área de trabajo se organizará de acuerdo con el plan presentado por el contratista que será revisado y aprobado por la Dirección Facultativa. El plan debe incluir el control del tráfico y la gestión de los servicios públicos existentes. Se ubicarán en particular el equipo de instalación del sistema CFRP, el sistema de ventilación forzada, el área de almacenamiento de material del sistema CFRP. El espacio de trabajo está compuesto por el pozo de entrada del trabajador y el área alrededor del pozo. Estas áreas deben proporcionar un espacio adecuado para la operación segura de los equipos de trabajo. Todas las áreas deben estar bien organizadas para proporcionar un espacio de trabajo seguro y productivo.
Las condiciones técnicas del proyecto deben abordar o asignar la responsabilidad de lo siguiente:
 - Un plan de control de tráfico si el sitio de construcción se ve afectado por el tráfico.
 - Acceso al sitio de construcción para todas las condiciones climáticas.
 - Identificación de áreas para el montaje de equipos utilizados por el Contratista.
 - Identificación de fuentes de disponibilidad de energía temporal para uso del Contratista.
 - Información y evaluación del procedimiento de entrada seguro de personal en interior de la conducción mediante el cierre de válvulas de la línea.
 - El CABB deberá indicar el diámetro mínimo de registro que permita el acceso al sitio de trabajo. Cualquier diámetro de boca de inspección menor de 600 mm puede afectar el tipo de equipo utilizado y, por lo tanto, debe informarse al Contratista.
 - El CABB debe proporcionar información sobre la ubicación de los accesos en relación con los segmentos de tubería que requieren refuerzo. Así mismo, las ubicaciones de las tuberías que se van a reforzar por sistema CFRP deben ser verificadas en campo y marcadas por la Dirección de Obra y atestiguadas por el Contratista antes del comienzo del trabajo.
 - El CABB debe proporcionar planos y planos de perfil e identificar los puntos bajos de la tubería donde el agua puede estar estancada cuando la conducción está fuera de servicio.
- Almacenamiento de materiales: Los materiales se entregarán en obra en contenedores sellados y etiquetados originalmente que lleven el nombre del fabricante, la identificación del producto, la designación del componente, el número de lote, la fecha



de fabricación y la vida de almacenamiento. Los productos que hayan excedido su vida útil de almacenamiento no se utilizarán y se retirarán del sitio de trabajo inmediatamente después de su descubrimiento. Los tejidos de refuerzo se entregarán y almacenarán en sus envases originales sin abrir y sellados.

- Los componentes de las resinas epoxi (partes A y B) se dividirán en contenedores individuales de manera que un solo lote de resina catalizada que use un contenedor de resina (Parte A) y un contenedor de catalizador (Parte B) produzca un solo lote de material. La vida útil de las resinas mezcladas seguirá las instrucciones del fabricante. Los materiales deben almacenarse y mezclarse solo en áreas designadas para ese propósito.
- Los productos deben almacenarse de acuerdo con las recomendaciones escritas del fabricante en un lugar fresco y seco, protegido de la luz solar directa, en un área bien ventilada, con medidas de precaución tomadas para evitar riesgos de incendio. Las áreas de almacenamiento y mezcla deben mantenerse limpias y libres de trapos, desperdicios y raspaduras. Los recipientes deben mantenerse bien cerrados después de cada mezcla o uso, y los recipientes vacíos deben retirarse rápidamente del área. No se permitirá el uso de materiales que no cumplan con los requisitos de esta sección en el trabajo.
- Plan de seguridad. El contratista preparará un plan de seguridad específico que deberá incluir los siguientes componentes:
 - Un protocolo de espacio confinado. El plan de seguridad del constructor que deberá cumplir con la Norma 29 CFR 1910.146 de OSHA, las regulaciones de espacios confinados y las regulaciones estatales o provinciales y locales apropiados.
 - Un plan de ventilación específico de cada zona de aplicación en interiores. Todos los espacios confinados deberán estar ventilados antes y durante la entrada sin interrupción. El plan de seguridad debe incluir la presencia de detectores de gas calibrados en el lugar de trabajo en todo momento.
 - Uso de equipos de detección de gas debidamente calibrados que aporten un monitoreo continuo de la calidad del aire en todo momento cuando el personal esté dentro de la tubería.
 - Un plan de gestión del tráfico para garantizar la seguridad de los equipos en todas las zonas con tráfico en las proximidades del lugar de trabajo. Debe incluir la señalización necesaria, conos de seguridad, barricadas u otros mecanismos de control de tráfico, incluida la ropa de protección visible para garantizar la protección de los trabajadores contra los riesgos del tráfico.

Requisitos de instalación del sistema CFRP

La instalación de CFRP se realizará de acuerdo con el procedimiento especificado por el fabricante, que ha sido validado a través de referencias de ejecución en servicio según establecido en sección 3 de la norma AWWA C305. El procedimiento de instalación de CFRP también debe cumplir con los siguientes criterios mínimos:

- Requisitos de preparación de la superficie: La superficie del núcleo interno debe estar preparada para lograr una adhesión adecuada entre el sistema CFRP y el sustrato. El procedimiento de preparación de la superficie para el sustrato debe incluir lo siguiente:
 - La superficie del sustrato se inspeccionará en busca de evidencia de degradación y se reparará si es necesario.



- Preparación de superficies metálicas. Las superficies metálicas deben estar preparados para lograr una adhesión adecuada entre el sistema CFRP y el sustrato de acero. El procedimiento de preparación de la superficie para el sustrato de acero debe ser un mínimo SA 2,5 según norma ISO 8501. Se debe usar chorro abrasivo u otro método adecuado para asegurar que se logre el perfil de superficie requerido. La superficie de acero preparada debe estar libre de materiales, incluyendo mortero epóxico, hormigón, polvo, suciedad y aceite al momento de la instalación de CFRP. Se debe aplicar una imprimación que puede ser la misma masilla de resina epoxi a la superficie de acero preparada, antes de la instalación de la capa inicial de lámina de fibra de vidrio que sirve de barrera dieléctrica del sistema.
- Saturación de capas de tejido de fibra de carbono: El tejido de fibra de carbono se saturará con un saturador mecánico de manera que el tejido esté completamente impregnado con resina antes de la aplicación en la tubería. La calibración del equipo se realizará al inicio del trabajo antes del comienzo de cualquier ejecución de producción; al comienzo de cada turno donde se realiza la aplicación de CFRP; después de cada vez que el equipo de saturación se reubica o restablece después de ser puesto fuera de servicio; si no ha sido operado por un período prolongado de tiempo; o como lo indique la Propiedad.
La resistencia de adhesión del sistema de fibra de carbono se debería realizar sobre la superficie metálica. Sobre acero la referencia de ensayo de pull off es la ASTM D4541, con un valor mínimo de 4,8 MPA según establece norma AWWA C305.
- Aplicación de tejido de fibra impregnado: La capa de fibra de carbono saturada se aplicará a la superficie interior de la tubería de acogida por método húmedo. No se permitirá la aplicación del procedimiento de colocación en seco o el uso de laminados precurados. El tejido saturado se debe presionar contra la superficie interior de la tubería de acogida o hacia una capa anterior para lograr un contacto óptimo. Cualquier aire atrapado entre las capas se liberará o extenderá sin arrugar las fibras de carbono. No se permiten pliegues de tejido, ondulaciones severas. Es recomendable usar una capa fina de masilla epoxi entre las capas de tejidos de CFRP saturadas.
El tejido de fibra de carbono debe estar orientado en la dirección indicada en el diseño y la eventual desalineación no debe exceder los 5° fuera del eje en relación con la dirección especificada. Cuando el laminado CFRP no está correctamente alineado, la capa afectada del sistema CFRP se debe quitar y reemplazar antes del curado. Si no es posible, se superpondrá una capa adicional sobre las fibras desalineadas para restaurar la estructura del laminado a sus requisitos de resistencia axial previstos.
Los solapes que realizar serán las indicados en las prescripciones de proyecto. Cuando no se da ninguna precisión, los solapes serán realizados según instrucciones del fabricante de CFRP con un mínimo de 20cm.
- Requisitos de acabado y coating final: Es factible aplicar un coating final al refuerzo CFRP para proporcionar una capa de desgaste por abrasión, una superficie de fricción o un revestimiento tipo poliuretano. La superficie del sistema CFRP curado puede ser resbaladiza. Esta capa superior final debe cumplir con los siguientes criterios:
 - La capa superior o coating final cubrirá completamente el sistema CFRP y no se expondrán hebras de fibra. Debe estar libre de suciedad y sólidos de cualquier tipo. Se aplicará en capas simples o múltiples.
 - La capa superior se debe aplicar respetando las condiciones especificadas por el fabricante. para asegurar una adhesión adecuada al compuesto CFRP instalado. Si las condiciones impiden la aplicación, se aplica en otro momento. En este caso, la superficie de aplicación debe estar limpia y con la rugosidad necesaria.



- No se deben aceptar burbujas individuales de más de 5cm de diámetro o burbujas múltiples cuya superficie excede el 5% en cualquier área de 0,1 m². En estos puntos, se elimina por completo y se reapplica el coating.
 - Otras burbujas localizadas y pequeñas se deben lijar aplicando a continuación material de coating según las instrucciones del fabricante.
-
- **Reparación de defectos:** Es responsabilidad del contratista inspeccionar la instalación del sistema CFRP en todo momento. Durante la inspección se deben detectar en especial huecos de aire y reparar los mismos. Se debe extraer el aire atrapado para establecer un contacto óptimo entre el refuerzo CFRP y el núcleo interno. Siempre que sea posible, las inspecciones deben realizarse temprano en el proceso para que puedan corregirse sin requerir parches o rellenos. Los huecos o burbujas de aire se detectan por golpeteo, o manteniendo una luz contra la superficie del refuerzo e iluminando la superficie paralela a la tubería.
Como mínimo, se inyectarán huecos de aire de más de 1,290 mm² por inyección de masilla de resina epoxi de saturación. Esto se puede lograr perforando agujeros de 6 mm en el refuerzo CFRP en la parte superior e inferior del vacío de aire detectado y llenando el espacio vacío con la masilla de resina.
Otros defectos serán reparados siguiendo los requisitos de la Dirección Facultativa.
Como mínimo, cualquier defecto que requiera un parche deberá ser parcheado con un número equivalente de capas en las que el defecto penetra. La aplicación en seco no está permitida para la reparación de parches. Si la superficie CFRP es pegajosa (curado no completado), la superficie CFRP se imprimará y luego se aplicará el parche. Si la superficie ya no es pegajosa (curado cuasi completado), la superficie se preparará con un lijado manual ligero o un cepillado con brocha para fisurar el coating sin dañar las fibras. Después de esta preparación, la superficie de CFRP se imprimará y luego se aplicará el parche. Después de instalar los parches, los parches se inspeccionarán para confirmar la correcta aplicación del material. La masilla epoxi se aplicará sobre el parche y sus bordes dejando una aplicación nivelada y graduada hasta las capas circundantes de CFRP.
 - **Requisitos de curado del sistema CFRP:** El sistema CFRP debe tener un mínimo de curado del 85% antes de que la tubería vuelva a estar en servicio. La durabilidad y la impermeabilidad del CFRP se ven afectadas por el grado de cura del CFRP. El tiempo de curado de CFRP varía entre productos y se acorta significativamente por la aplicación de aire caliente.
El porcentaje de curado logrado se probará mediante ensayo según ASTM E2160 en muestras recuperadas de la superficie después del ciclo de curado y antes de llenar la tubería y volver a ponerla en servicio. Otra opción aceptada consiste en estimar este porcentaje de curado a partir de los datos de tiempo-temperatura-porcentaje de curado proveniente de pruebas realizadas previamente sobre el sistema CFRP en laboratorio independiente, que deberán ser revisados y aprobados por la Dirección Facultativa.
 - **Requisitos de condiciones ambientales de aplicación:** Las condiciones atmosféricas durante el tiempo de aplicación deberán estar dentro de los límites establecidos por las hojas de datos técnicos del fabricante del material. Como mínimo, la temperatura de la superficie de la tubería debe ser al menos 2.8 °C mayor que el punto de rocío según lo determinado por los procedimientos descritos en ASTM E337 u otros medios aceptables. El aire será deshumidificado para evitar la humedad presente en el sustrato durante la instalación. La temperatura del aire ambiente durante el tiempo de aplicación no debe ser inferior a 4 °C o superior a 38 °C.
 - El recubrimiento en el interior de la tubería deberá tener protección de grado alimentario, certificado para agua potable de acuerdo al RD 3/2023 de criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro.



3.6.1.4 Control de calidad

Pruebas de adhesión: ASTM D4541 para adhesión al acero.

Con el objetivo de validar la idoneidad de la preparación de la superficie y la adhesión del sistema de refuerzo de fibra de carbono, el contratista deberá realizar pruebas de adhesión (o pruebas de arrancamiento) al azar en segmentos de tubería adyacentes a las tuberías de reparación, o directamente sobre los segmentos de tubería que va a ser reforzados, según indicaciones de la Dirección Facultativa, que informará de los puntos de ensayos elegidos de antes de las actividades de preparación de la superficie. Estas áreas deben limpiarse, prepararse y cubrirse con parches de prueba del sistema CFRP de dos capas con dimensiones mínimas 0.6 m × 0.6 m para la prueba de adhesión al sustrato de hormigón y dimensiones mínimas de 0.1 m × 0.1 m para prueba de adhesión al sustrato de acero. El parche consistirá en dos capas ortogonales de capas de CFRP, con una capa de GFRP aplicada primero en caso de sustrato de acero.

Ensayos laboratorios de tracción unidireccional- ASTM D3039.

Las muestras de prueba se fabricarán en la misma obra con los mismos materiales (tejido de fibra de carbono y resinas) y el mismo equipo de saturación utilizados en la ejecución del trabajo de refuerzo con CFRP. Los paneles de prueba de tracción deben ser no menos de aproximadamente 305 mm × 360 mm con una o dos capas de fibra de carbono orientada en la misma dirección. El panel de prueba se preparará sobre una superficie lisa y plana superpuesta con láminas de plástico (polietileno o vinilo). La resina saturante se utilizará para imprimir la superficie, seguida del sistema de CFRP saturado, y finalmente se cubrirá con más resina saturante. Se colocará una cubierta de láminas de plástico sobre el panel y se apretará el panel para eliminar las burbujas y otras irregularidades de la superficie para asegurar una superficie plana y lisa. El panel se etiquetará con hora, fecha y número de panel de muestra, números de lote de tela y números de lote de resina, y se almacenará en un entorno representativo de la condición interna de la tubería para curar hasta que se recoja para pruebas de laboratorio.

Se fabricará un panel de prueba para cada turno de construcción en el que se instale CFRP, o según instrucciones de la Dirección Facultativa. Cada panel de prueba se dividirá por la mitad bisecando el lado largo del panel. La mitad de cada panel de prueba etiquetado se entregará a la Dirección de Obra, y la segunda mitad se podrá enviar a un laboratorio de pruebas acreditado para realizar las pruebas específicas de tracción unidireccional.

Requisitos de inspección

El contratista debe tener un inspector de control de calidad, denominado inspector instalador, en la obra para verificar que el trabajo se está llevando a cabo de acuerdo con el diseño y las especificaciones del proyecto. El CABB podrá optar por tener su propio inspector o un inspector externo a tiempo completo en el sitio, denominado inspector de la Propiedad.

Tanto el inspector del instalador y como el inspector de la Propiedad deberán estar adecuadamente capacitados para la aplicación de refuerzo CFRP en espacios confinados. El proceso de aplicación del refuerzo CFRP incluye la verificación de los documentos aprobados, preparación y manejo de materiales, instalación del sistema CFRP, curado, ensayos y uso de equipos de prueba. El inspector del instalador deberá estar calificado



por educación específica en este campo o por certificado de capacitación emitido por fabricante que tenga materiales que estén calificados de acuerdo con la sección 3 de la norma AWWA C305.

El inspector del instalador deberá estar completamente familiarizado con los detalles contenidos en el manual de control de calidad de contratista, incluidos, entre otros, los procedimientos de control de calidad del contratista, las pruebas de calidad requeridas y los métodos de prueba asociados, los procedimientos de muestreo y prueba, la frecuencia de las pruebas requeridas y los procedimientos de documentación.

Los inspectores revisarán las especificaciones, los planos, las hojas de datos técnicos del fabricante del material y las instrucciones escritas para cada material utilizado en el proyecto, las hojas de datos de seguridad del material, el manual de control de calidad del contratista y cualquier información escrita pertinente necesaria para completar con éxito el trabajo.

Los inspectores deberán confirmar que todos los materiales que se utilizarán en el proceso de instalación se almacenen de acuerdo con los requisitos del fabricante y la sección 4 de la norma AWWA C305.

Se realizará una reunión previa a la instalación con la Propiedad, la Dirección facultativa y el contratista para comentar los detalles de la instalación antes del comienzo de las actividades de ejecución.

- Inspección durante proceso: El Contratista deberá facilitar puntos de control para permitir la inspección de la instalación en proceso. Los puntos de control de inspección deben ser establecidos en fases críticas de la ejecución que permitan verificar la calidad de la construcción. Las inspecciones en puntos de control no alivian al inspector de la Propiedad de realizar inspecciones continuas en el proceso de ejecución. El inspector de la Propiedad debe anticipar el momento de los puntos de control y estar en el sitio para la inspección. Los retrasos en las actividades pueden afectar la calidad del trabajo. El inspector de la Propiedad debe aprobar el trabajo como satisfactorio en los puntos de control antes de que se permita que continúe el trabajo de construcción. El inspector de la Propiedad también debe documentar la inspección en el punto de control y su aprobación.
En su caso, las inspecciones que realizar por el inspector de la Propiedad incluyen:

- Control de la limpieza: la superficie debe estar libre de polvo, escombros y humedad.
- Control de la preparación de superficie
- Control de saturación de tejido de fibra de carbono, confirmando que el contratista realiza una medición de peso unitario del tejido seco y lo compara con la medición del peso unitario del tejido saturado para garantizar que los dos pesos se alineen con los ratios establecidos por el fabricante. Se recomienda igualmente que el inspector de la Propiedad sea testigo de los controles de calibración del saturador y documente los mismos.
- Control de alineación de fibras.
- Control visual al finalizar la colocación de los tejidos de compuesto de CFRP saturados, con particular atención en identificar detalles como cortes, pliegues, burbujas y cualquier otro defecto aparente e inmediatamente alertar al Contratista sobre trabajos y reparaciones adicionales. En especial, una vez que el material tiene suficiente tiempo para gelificarse, pero antes de que el material haya curado



completamente, se debe inspeccionar la instalación en busca de huecos de aire, que pueden haberse formado durante el proceso de curado, y ordenar al Contratista que repare los mismos. Las ubicaciones de burbujas de aire se pueden verificar utilizando el método de prueba de golpeo. El método de prueba de golpeo consiste en correr una llave o golpear con un pequeño martillo sobre la superficie y escuchar la diferencia de tono. Cuando se sospecha que existe un vacío de aire, el cambio en el tono proporciona la confirmación de un hueco. Una vez que el sistema este lo suficientemente endurecido, se debe realizar una inspección visual de toda la superficie del laminado y señalar al Contratista cualquier defecto que requiera reparación.

La inspección que pueda realizar la Propiedad no exime la responsabilidad del contratista de proporcionar una instalación de CFRP de acuerdo con las especificaciones del proyecto y con esta normativa aplicable.

3.6.1.5 Control de documentación

Requisitos de documentación por parte del fabricante de materiales CFRP.

El Contratista aplicador deberá obtener del fabricante de CFRP y, como mínimo, deberá proporcionar los siguientes documentos:

- Documentos que indiquen que el fabricante del sistema CFRP cumple con los requisitos de experiencia requeridos.
- Hojas de datos del producto para todos los materiales que se utilizarán en los sistemas CFRP y GFRP, incluidos todos los datos de propiedades del material de acuerdo con la sección 3 de la norma AWWA C305.
- Todos los resultados de las pruebas de propiedades mecánicas para el sistema CFRP realizados por un laboratorio independiente y conforme a los requisitos de la sección 3 de la norma AWWA C305.
- Resultados de la prueba de durabilidad ambiental realizados por un laboratorio independiente y conforme a los requisitos de la sección 3 de la norma AWWA C305.
- Todos los resultados de las pruebas de características físicas que indican conformidad con los requisitos de la sección 3 de la norma AWWA C305.
- Documentos de aplicaciones anteriores satisfactorias o resultados de pruebas térmicas que indican un rendimiento satisfactorio de curado de la resina epoxi según los tiempos recomendados por el fabricante.
- Recomendación de ratio de resina (peso) por tejido de fibra CFRP.
- Tiempos permitidos entre la aplicación de imprimación/masilla de resina, entre cada capa del sistema CFRP, y entre la última capa de CFRP y la aplicación de la coating final, teniendo en cuenta las temperaturas probables en la tubería durante la construcción.
- Hojas de datos de seguridad de materiales para todos los materiales que se utilizarán.
- Certificado de uso alimentario del sistema CFRP.
- Recomendaciones de entrega, almacenamiento, manipulación, instrucciones de aplicación y recomendaciones generales para cada material a utilizar.



Requisitos de documentación por parte del Contratista.

El aplicador del sistema CFRP como mínimo deberá proporcionar los siguientes documentos:

- Documentos que indiquen que el aplicador cumple con los requisitos de experiencia.
- Documentos que indiquen el acuerdo del constructor de tener al menos dos responsables en obra en cargo del control de calidad durante la ejecución del proyecto. Un representante estará a cargo del control de calidad para las mezclas de resina y la saturación del tejido de refuerzo. El otro representante estará a cargo del control de la aplicación en la tubería del tejido saturado.
- Un plan de seguridad específico para el sitio que cumpla con las normas de seguridad vigentes.
- Documentos que indiquen la certificación del fabricante del sistema CFRP de que el personal del constructor para realizar el trabajo ha recibido la formación y las certificaciones necesarias.

3.6.1.6 Medición y abono

Se medirá y abonará por metros lineal (ml) realmente colocados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- Realización de proyecto de ejecución del refuerzo por parte del contratista adaptando la solución propuesta al sistema de refuerzo y determinando el espesor a instalar en la rehabilitación en función de los datos de proyecto y resultados de ensayos e inspecciones realizados en obra.
- Medios auxiliares necesarios para desarrollar los trabajos como andamios, líneas de vida, protecciones para espacios confinados, grupo electrógeno, herramientas manuales, etc.
- En los apoyos se incluye la apertura de ventana con corte del tubo y posterior cerrado de las mismas con chapa soldada.
- Traslado y acopio de materiales y piezas al punto de acopio, y traslado posterior al punto de colocación.
- Transporte a punto limpio de los materiales sobrantes para su correcta gestión de residuos.
- Control de calidad de los trabajos realizados y de los materiales empleados.
- En general, todos los elementos descritos en el presente artículo.



3.6.2 Rehabilitación estructural de tuberías con sistema de aplicación mediante tecnología de infusión y vacío

3.6.2.1 Generalidades

Rehabilitación estructural exterior o interior mediante refuerzo estructural con materiales compuestos y protección anticorrosiva. Esta operación se emplea en las zonas indicadas en los planos de proyecto, así como en las zonas que la Dirección de Obra lo estime necesario, que, según cálculo de MAOP e ISO 24817 y ASME PCC-2, requieren la necesidad de aportación estructural.

La finalidad de las actuaciones descritas es devolver la integridad estructural del Sifón de Maspilza a sus condiciones originales de operación y diseño de la instalación.

El diseño del refuerzo estructural in situ con materiales compuestos, tanto por el exterior como por el interior, deben seguir las directrices y recomendaciones de las normativas ISO 24817 y ASME PCC-2, incluyendo todas las operaciones necesarias para la implantación de la solución. Este laminado de aportación estructural será apto para agua potable, cumpliendo con el antiguo RD 140/2003 actualmente traspuesto por el RD3/2023, certificado por laboratorio externo acreditado, siendo los análisis de no migración conformes bajo la regulación para el contacto con agua potable.

El programa de cálculo se realizará según las normas ISO 24817 y ASME PCC-2 verificado, testado y certificado por organismo de control autorizado.

La instalación se deberá realizar por personal cualificado y homologado, así como certificado o supervisado por inspectores propios certificados por organismo de reconocido prestigio mundial en el tratamiento superficial y aplicación de materiales compuestos.

- El delegado del trabajo deberá estar en posesión de una titulación de grado medio o superior en las ramas técnicas con competencias legalmente reconocidas. Se requiere también una experiencia mínima probada de 8 años en la ejecución de trabajos de instalación y reparación de tubos en obras hidráulicos.
- El encargado de los trabajos deberá tener una titulación CFGM o superior de las ramas de la familia de fabricación mecánica, instalación y mantenimiento (o similares) con competencias legalmente reconocidas, así como una experiencia mínima probada de 8 años en la ejecución de trabajos de instalación y reparación de tubos en obras hidráulicos.
- El oficial de 1ª montador deberá tener una titulación de formación de grado medio o superior en la rama de la energía y agua, mecánica o edificación, con competencias legalmente reconocidas, así como una experiencia mínima probada de 8 años en la ejecución de trabajos de similar responsabilidad.

3.6.2.2 Proceso de ejecución en rehabilitación estructural de tuberías

Se deberá seguir el siguiente procedimiento en el orden que se indica a continuación:



- Preparación de medios y acondicionamiento de la zona de trabajo.
- La tubería deberá estar sin condensación y libre de obstáculos para aplicar el tratamiento en todo el perímetro de la tubería. Las virolas deberán estar completamente libres de cualquier escombros, soporte y/o material para posibilitar el completo acceso a todo el perímetro de la tubería.
- En caso necesario, se instalarán ventiladores y calentadores para favorecer el secado de la tubería en las distintas zonas de actuación.
- Se deberá comprobar que las condiciones ambientales, temperatura del sustrato, temperatura ambiente y humedad relativa son las adecuadas. Deberán respetarse los siguientes límites:
 - Humedad relativa < 85%.
 - Punto de rocío, DT > 3°C
- Una vez comprobada que la superficie está seca, se deberá preparar la superficie mediante un chorreado abrasivo en seco hasta alcanzar un grado de limpieza SA 2 ½ según la norma ISO 8501-1, con una rugosidad de 50-125 micras según ISO 8503.
- Limpieza de la superficie, eliminación de polvo y partículas sueltas con el fin de preparar la superficie para asegurar la adhesión de los materiales.
- Reconstrucción de zonas dañadas con epoxi tixotrópico con carga metálica y/o carga de sílice coloidal u otro material compatible con el conjunto de la rehabilitación, para uniformizar la superficie y favorecer la transmisión de cargas.
- Imprimación del sustrato mediante resina de matriz epoxi y colocación de tejido de protección temporal. Este tejido evita la contaminación del sustrato en el exterior debido a las condiciones ambientales, y en el interior debido al tránsito de los trabajadores. Se retirará el tejido de protección de la zona en la que se está trabajando en el día, justo antes de la aplicación del recubrimiento final. El ciclo de curado se realizará a temperatura ambiente.
- Realización in-situ de refuerzo estructural, mediante fibra de carbono y matriz epoxídica empleando tecnología de infusión y vacío en varias capas. Se debe mantener una presión de vacío homogénea y constante hasta la finalización del ciclo de curado, obteniendo así las mismas propiedades mecánicas a lo largo de todo el sistema u en cualquier punto de la superficie. Se debe garantizar la correcta impregnación y compactación por vía húmeda de las fibras eliminando burbujas de aire, así como los excesos de resina que dan lugar a la fragilización del laminado y su consecuente pérdida de propiedades mecánicas.

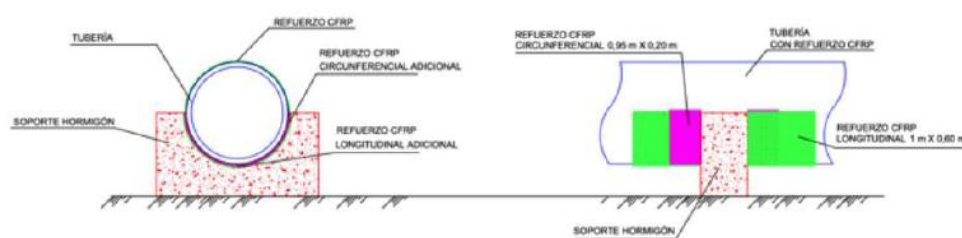
El número de capas a aplicar dependerá de los resultados obtenidos por el proyecto del contratista para garantizar que se recupera la integridad estructural de la tubería.

- La continuidad de la fibra se garantizará aplicando un solape longitudinal de ± 50 mm y un solape circunferencial de ± 205 mm.
- Curado de la aplicación estructural a temperatura ambiente y presión de vacío constante.
- Inspecciones del laminado:
 - Comprobación de la correcta orientación de fibras.
 - Ausencia de fibras no impregnadas o expuestas.
 - Ausencia de imperfecciones o sustancias foráneas al sistema.
 - Ausencia de delaminaciones y oclusiones de aire.

- Comprobación de dureza Shore D con durómetro para comprobar la correcta consolidación.
- -Aplicación del esquema de recubrimiento de acabado interior:
 - Aplicación de primera capa de recubrimiento de base epoxi con carga cerámica en un espesor de película seca de $\pm 150 - 175 \mu$.
 - En fase de tack, aplicación de segunda capa de recubrimiento de base epoxi con carga cerámica y espesor de película seca de $\pm 150 - 175 \mu$. Recubrimiento de protección grado alimentario, certificado para agua potable de acuerdo al RD 3/2023 de criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro.
- -Aplicación del esquema de recubrimiento de acabado exterior:
 - Aplicación de primera capa de epoxi curado con poliamida en un espesor de película seca de $\pm 100 \mu$.
 - Aplicación de segunda capa de esmalte de acabado poliuretano alifático con espesor de película seca de $\pm 50 \mu$. Color RAL 6021 (o a elegir por la Dirección de Obra).
- El ciclo de curado se realizará a temperatura ambiente.
- Inspección final de la aplicación.

Tratamiento de las zonas de apoyos:

En los apoyos en los que no fuera posible la rehabilitación exterior, se procede a realizar rehabilitación estructural interior con solape de refuerzo adicional exterior para asegurar resistencia y continuidad.



Adicionalmente se considera la aplicación interna del mismo refuerzo en los 13 apoyos identificados aplicando un solape de 70cm en ambos extremos de cada apoyo. La entrada a la tubería se realizará desde cada extremo, añadiendo si fuese necesario acceso por apertura de ventana provisional en la tubería. Estas ventanas se cierran con soldadura de chapa y posteriormente se aplica el refuerzo exterior que incluye la zona de la ventana.



3.6.2.3 Control de calidad

Se deberá realizar un control de calidad de los trabajos desarrollados de acuerdo a los siguientes aspectos:

- Preparación superficial:
 - Comprobación de las condiciones ambientales debiendo contar con una humedad relativa menor al 85% y una temperatura inferior a 38°C.
 - Comprobación de dimensiones, longitud y profundidad de repicado en extremos.
 - Comprobación de que la tubería se encuentra seca y limpia debiendo tener una humedad superficial menor del 6% y estar en ausencia de lodos.
 - La tubería de acero deberá mantenerse con una limpieza grado SA 2 1/2 según la norma ISO 8501-1 o SSPC SP10.
 - El perfil de anclaje deberá cumplir la norma ISO 8503 con una rugosidad de 50-120 µ.
 - Uniformidad de la imprimación con ausencia de rebabas o de zonas no impregnadas.
- Implantación de la fibra de carbono mediante infusión y vacío:
 - Comprobación de las condiciones ambientales debiendo contar con una humedad relativa menor al 85% y una temperatura inferior a 38°C.
 - Comprobación de la orientación y espesor de las fibras.
 - Comprobación del solape y continuidad de las fibras manteniendo un mínimo longitudinal de 50mm y circunferencial de 205mm.
 - Comprobación de la correcta instalación de consumibles del sistema de infusión y vacío según proceso constructivo de la empresa instaladora.
 - La presión de vacío durante la fase de infusión y durante la fase de ciclo de curado será de al menos -0,7bar.
 - Comprobación del curado de la aplicación y realización de inspección visual del laminado y mediante taqueado con maza de goma (o similar).
 - Comprobación de la dureza Shore D con un valor mínimo de 72.
- Aplicación de recubrimiento de protección:
 - Comprobación de las condiciones ambientales debiendo contar con una humedad relativa menor al 85% y una temperatura inferior a 38°C.
 - Aplicación de recubrimiento de protección mediante película húmeda EPH.
 - Curado de la aplicación comprobando las condiciones ambientales.
 - Inspección final del recubrimiento de protección de agua potable.
- Supervisión de trabajos con inspectores certificados.
- Registro del personal cualificado durante los trabajos.
- Preparación de un dossier de calidad reflejando el cumplimiento de todos los requisitos de calidad de la rehabilitación de la tubería.



3.6.2.4 Informe final de los trabajos realizados

Se deberá entregar a la Dirección de Obra un informe final de los trabajos de rehabilitación efectuados donde conste, al menos, los siguientes documentos:

- Planos,
- Informe de resultados de los ensayos realizados.
- Fichas técnicas y certificados de los materiales utilizados.
- Reportaje fotográfico.

3.6.2.5 Medición y abono

Se medirá y abonará por metros lineal (ml) realmente ejecutados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1 tanto para la rehabilitación estructural exterior como interior.

El precio incluye:

- Antes del comienzo de los trabajos, toma de muestras en campo y trabajos de ingeniería y cálculo del dimensionamiento estructural definitivo.
- Todos los trabajos y materiales descritos en el proceso constructivo.
- Control de calidad del proceso constructivo.
- Suministro de los materiales, herramientas y consumibles necesarios para el desarrollo de los trabajos.
- Apertura y cierre de bocas de acceso al interior del tubo en las zonas señaladas en el proyecto constructivo.
- Medios auxiliares necesarios para desarrollar los trabajos como grúas de elevación, andamios, líneas de vida, grupo electrógeno, herramientas manuales, etc.
- Transporte a punto limpio de los materiales sobrantes para su correcta gestión de residuos.
- El transporte de la maquinaria a pie de obra.

3.7 DESMONTAJE Y MONTAJE DE TUBERÍA EXISTENTE

3.7.1 Generalidades

El tramo del colector existente inmediatamente posterior a la salida de la torreta 126 se deberá desmontar pieza por pieza con medios manuales, trasladar a lugar de acopio y volver a montar posteriormente manteniendo las mismas condiciones previas al desmontaje.

Este tramo tiene una longitud aproximada de 6,70m, y se encuentra justo antes de la fuerte pendiente del tramo descendente. Asimismo, contará con una pista de trabajo para poder realizar las tareas en las máximas condiciones de seguridad.



3.7.2 Proceso de ejecución

Al tratarse de una tubería de acero soldada helicoidalmente, en primer lugar, se deberá marcar los puntos de comienzo y final del tramo a desmontar, para después poder cortar con equipo de oxicorte el tramo de tubería a desmontar.

Se apeará adecuadamente para evitar su caída durante las operaciones de corte y se trasladará a lugar de acopio hasta su reutilización debiendo quedar protegido de la intemperie.

El proceso de corte y de traslado de materiales se regirá de acuerdo a lo marcado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

Una vez que sea necesario realizar el montaje del tramo, se trasladará la pieza de vuelta a la pista de trabajo junto a la torreta 126 y se realizará la unión de la tubería con soldadura siguiendo los criterios ya marcados de uniones de tuberías soldadas.

3.7.3 Medición y abono

Se medirá y abonará por metros lineal (ml) realmente colocados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- Realización de proyecto de ejecución del refuerzo por parte del contratista adaptando la solución propuesta al sistema de refuerzo y determinando el espesor a instalar en la rehabilitación en función de los datos de proyecto y resultados de ensayos e inspecciones realizados en obra.
- Medios auxiliares necesarios para desarrollar los trabajos como andamios, líneas de vida, protecciones para espacios confinados, grupo electrógeno, herramientas manuales, etc.
- En los apoyos se incluye la apertura de ventana con corte del tubo y posterior cerrado de las mismas con chapa soldada.
- Traslado y acopio de materiales y piezas al punto de acopio, y traslado posterior al punto de colocación.
- Transporte a punto limpio de los materiales sobrantes para su correcta gestión de residuos.
- Control de calidad de los trabajos realizados y de los materiales empleados.
- En general, todos los elementos descritos en el presente artículo.



3.8 PINTURA DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE LA RED PRIMARIA DE ABASTECIMIENTO

3.8.1 Generalidades

Este apartado pretende describir los sistemas de pintura de mantenimiento de los elementos del CABB para prevenir la corrosión y aumentar su durabilidad, manteniendo un aspecto estético adecuado al entorno.

Se aplicará a todas las superficies metálicas y superficies de hormigón que se deben recubrir en Obra, en todo lo relativo a repintados de mantenimiento, tanto reparcho como repintado parcial o total.

Se deberán tener en cuenta las siguientes normas:

- Norma UNE-EN ISO 12944:
 - Parte 1: Introducción general (ISO 12944-1)
 - Parte 2: Clasificación de ambientes (ISO 12944-2)
 - Parte 4: Tipos y preparación de superficies (ISO 12944-4)
 - Parte 5: Sistemas de pintura protectores (ISO 12944-5)
 - Parte 7: Ejecución y supervisión de trabajos de pintado (ISO 12944-7)
 - Parte 8: Desarrollo de especificaciones para trabajos nuevos y mantenimiento (ISO 12944-8)
- Norma UNE-EN ISO 2178. Medición de espesores. Método magnético
- Norma UNE-EN ISO 2409. Pinturas y barnices. Ensayo de corte por enrejado.
- Norma UNE-EN ISO 2462. Ensayo de adherencia
- Norma UNE-EN ISO 2808. Pinturas y barnices. Determinación del espesor de película.
- Norma UNE-EN ISO 4624. Ensayo de adherencia por tracción ("pull off")
- Norma UNE-EN ISO 4628. Evaluación de la degradación de los recubrimientos de Pintura:
 - UNE-EN ISO 4628-2. Grado de ampollamiento.
 - UNE-EN ISO 4628-3. Grado de oxidación Ri.
 - UNE-EN ISO 4628-4. Grado de agrietamiento.
 - UNE-EN ISO 4628-5. Grado de descamación.
- Norma UNE-EN ISO 8501-1. Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos afines.
- Norma UNE-EN ISO 8503-1. Muestras ISO de comparación táctil-visual para evaluación de superficies por chorro abrasivo.
- Norma UNE-EN ISO 8503-2. Utilización de muestras ISO de comparación táctil-visual.
- Norma UNE-EN ISO 8504-2. Limpieza por chorreado abrasivo
- Norma UNE-EN ISO 8504-3. Limpieza manual y mecánica
- UNE EN ISO 11126 Especificaciones para materiales abrasivos no metálicos destinados a la preparación de superficies por chorreado (Parte 3)



- Norma UNE-EN ISO 16276-2. Evaluación y criterios de aceptación de la adherencia/cohesión de un recubrimiento. Ensayo de corte por enejado y ensayo de corte en X.
- Norma ISO 19840. Medición y criterio de aceptación de espesor de película seca
- Grados de preparación de superficies según la SSPC:
 - SP1: Limpieza con disolvente
- Carta de colores: RAL 840 HR y NCS

3.8.2 Preparación de superficies

Se realizará de acuerdo con la Norma UNE EN ISO 8501-1.

Antes de aplicar cualquier tipo de pintura el sustrato estará limpio y seco, es decir, exento de aceite, grasa, polvo, sales, salpicaduras de cemento u hormigón, y de otros contaminantes. Esto es aplicable a todas y cada una de las capas a aplicar del sistema anticorrosivo.

Antes de la preparación superficial se deberán realizar las siguientes operaciones previas de acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 12944-3:

- Desmontaje de los elementos que puedan sufrir daños, o se enmascararán de forma que no sufran deterioro durante la operación.
- Una vez concluido el trabajo se montarán los elementos desmontados, y se quitarán las protecciones, repasando los posibles daños que se puedan ocasionar.
- Todas las aristas vivas serán redondeadas mediante amolado, con un radio > 2 mm.
- Las soldaduras serán alisadas corrigiendo cualquier tipo de imperfecciones.
- Se eliminarán las proyecciones de soldadura, hojas de laminación y otros defectos mecánicos.

La limpieza de manchas de aceite, grasa y otros materiales no solubles se realizará mediante trapos limpios embebidos en disolvente, de acuerdo con la SSPC SP1. Los valores admisibles de sales solubles dependen del sistema, pero se puede considerar un máximo de 66 mg/m² equivalente Cl (conductividad 27,5 μ S/cm). Si se supera este valor se realizará una limpieza con agua dulce a presión de 200 kg/cm² y luego se secará la superficie antes de la aplicación de la capa de pintura correspondiente.

Para eliminar restos de pintura, óxido, cascarilla, contaminantes, etc., se deberá seguir el siguiente procedimiento:

- Limpieza por chorro abrasivo, siempre que se pueda y que no haya ningún impedimento. La granulometría del abrasivo utilizado será la necesaria para alcanzar el perfil de rugosidad especificado.
- Limpieza manual y mecánica, para zonas pequeñas y en donde haya interferencias con los procesos de producción.
- Limpieza mediante chorro de agua a presión de 1000-2000 bares, en los lugares en que no sea posible otro método. La presión en boquilla de chorro debe ser 7 kg/cm², y el aire empleado debe ser limpio y seco, para lo cual la línea de aire a presión contará con filtros y deshumidificadores.



- Limpieza mediante Vapor Blasting.

Las superficies chorreadas, una vez que se ha comprobado que se ha alcanzado el grado de limpieza y rugosidad especificados, deben ser pintadas, como mucho, en el mismo día para evitar la corrosión de la superficie preparada y su contaminación. Si el trabajo de chorreado es parcial se dejará una franja de 200 mm mínimo chorreada y sin pintar.

Al reanudar el trabajo esa zona de 200 mm se chorreará con la boquilla de chorro en sentido opuesto a la zona pintada.

Cuando se pinte se solapará una zona de 100 mm de la zona anteriormente pintada.

Después del chorreado se limpiará la zona para evitar que queden adheridas partículas de abrasivo, mediante soplado con aire limpio y seco, aspirado, barrido, cepillado, agua a presión o un conjunto de todos ellos, hasta dejar la superficie totalmente libre de restos de abrasivo, polvo u otros restos sueltos.

3.8.3 Aplicación de pinturas y métodos

Para preparar la pintura se deberá seguir el siguiente procedimiento:

- Toda preparación de la mezcla de pintura será supervisada por el encargado del Contratista.
- Toda pintura sobrante será desechada una vez pasado el “pot life” o “de un día para otro”.
- Todas las capas serán de tonalidad distinta, para facilitar la aplicación al pintor y la inspección al Inspector, y del mismo Fabricante.
- No se aplicará la capa siguiente hasta no haber comprobado el secado correcto de la capa precedente y superado el periodo mínimo de repintado según indica la Hoja Técnica del Fabricante, en función de las condiciones ambientales.
- En todo momento se seguirán las recomendaciones del Fabricante indicadas en la Hoja Técnica del producto.
- Se respetará el periodo de inducción, en su caso.
- Los disolventes a utilizar serán los especificados por el Fabricante que están indicadas en la Hoja Técnica del producto.
- Nunca se añadirá más cantidad de disolvente superior al indicado. Lo ideal es evitar su uso, tanto por calidad de la capa como por consideraciones medioambientales.
- El disolvente sólo se añadirá durante el proceso de mezcla y homogeneización de la pintura.
- Preferentemente las mezclas se realizarán con botes enteros. En caso de necesidad, se permitirán mezclas parciales, siempre y cuando se disponga de los útiles necesarios para ello.
- La mezcla y homogeneización de las pinturas se realizará utilizando agitadores mecánicos.
- Para la aplicación de la pintura se seguirán las condiciones de la buena práctica y las recomendaciones del Fabricante, prevaleciendo las de este sobre cualquier otra.

La pintura se aplicará siguiendo el siguiente procedimiento:



- Pasadas paralelas y perpendiculares a la superficie, a la distancia adecuada, solapadas al 50 %.
- La silueta de proyección será la correcta.
- Los descuelgues, goterones, etc., producidos durante la aplicación, se corregirán de forma inmediata extendiéndolos con una brocha o una paletina.
- Los pintores deben de disponer de galga calibrada para la medición de espesores en fresco y utilizarla de forma periódica, para comprobar que el espesor de película húmeda es el correspondiente al espesor de película seca especificado.
- En el caso de reparaciones o repintados, biselado de la capa de pintura en buen estado.
- La reparación debe alcanzar 3-4 veces la superficie aparente.

Se seguirán los siguientes métodos de aplicación de la pintura:

- Preferentemente se realizará la aplicación mediante proyección a pistola.
- Los recortes previos de esquinas, bordes, cantos, soldaduras, remaches, zonas de ranuras, agujeros, huecos ciegos, zonas inaccesibles o zonas de difícil acceso se realizarán a brocha.
- La imprimación se aplicará a pistola, excepto para pequeñas zonas que también se permite la utilización de brocha.
- El Fabricante indica en la Hoja Técnica del producto el método más apropiado de aplicación.
- El aspecto de la capa debe ser continuo y uniforme, sin fallos visuales (descuelgues, ampollas, burbujas, ...) y sin poros.
- Se respetarán los tiempos de repintado indicados en la Hoja Técnica del producto (en función de su espesor de película seca y la temperatura de secado). No se aplicará la capa siguiente hasta haber superado el periodo mínimo de repintado.
- No se puede pasar a la operación siguiente sin la autorización expresa del Inspector designado.

Si se observa alguna anomalía en la forma de ejecutar el trabajo de un operario, se rechazará todo el trabajo realizado por él en ese día, eliminándolo y rehaciéndolo a cargo del Contratista.

3.8.4 Condiciones ambientales

No se realizarán los trabajos de preparación superficial y pintado, cuando concurren alguna de las situaciones siguientes:

- Condiciones climáticas adversas: lluvia, nieve, niebla, etc.
- Previsión de lluvia, nieve.
- Iluminación deficiente.
- Condensación inminente.
- Si se prevé gran descenso de la Tª ambiente.
- Viento excesivo (> 20 Km/h).
- Superficie sin limpiar y mojada.

Temperatura ambiente mínima/máxima	0 °C/ 35 °C



Humedad relativa mínima/máxima	-/ 85%
Temperatura de Superficie mínima/ máxima	Punto rocío+3 °C/ 40 °C
Temperatura pintura mínima/ máxima	4 °C/ 45 °C

Todas las mediciones se realizarán en el punto más desfavorable.

3.8.5 Condiciones de pintado en obra

El Contratista es responsable de la protección de elementos y equipos antes de su pintado para evitar su deterioro, así como de las zonas adyacentes (suelos, paramentos, otro elemento y equipos) para evitar que se manchen. Asimismo, se sellarán las soldaduras discontinuas, ranuras, grietas... con masilla compatible con las pinturas (tipo Sikaflex 11 o equivalente).

El Contratista es responsable del aviso, señalización y protección de la zona de trabajo, y de la reparación de posibles daños causados por la pintura.

Sólo podrán trabajar en obra las personas autorizadas y desempeñando la función (chorreador, pintor, jefe de equipo, encargado...) para la que está homologado.

Todas las capas de pintura tendrán un color diferenciado para poderla identificar claramente.

3.8.6 Sistemas de protección de la infraestructura de la red primaria de abastecimiento

El tratamiento y pintado de las infraestructuras dependerá del tipo y estado de las superficies de las mismas pudiéndose distinguir los diferentes sistemas que se describen a continuación.

3.8.6.1 Superficies con pintura de poliuretano

Certificado ISO 12944-5 para C4 H:

- Limpieza con trapos embebidos en disolvente según SP1 de la SSPC de todas las manchas de grasa y aceite.
- Limpieza por chorreado hasta alcanzar el grado de limpieza Sa 2 ½ de la ISO 8501-1 (rugosidad BN9a Rugotest nº 3; grado G de la ISO 8503: 50-100µ).
- Si la superficie tiene picaduras de óxido o está cercana al mar (o con vientos predominantes), se hará un ensayo de sales (método Bresle ISO 8502-9). Si el valor es > 27,5 us/cm (= 66 mg/m2): Limpieza con agua dulce a presión 200 kg/cm2 con inhibidor de corrosión.



- Suministro y aplicación de una capa de Epoxi rico en zinc (contenido en zinc metálico > 80% en película seca) Avantguard 750 (Hempadur 1736G) o equivalente, con un espesor medio de película seca de 60µ.
- Sellado de soldaduras discontinuas, ranuras, grietas, etc., con masilla compatible con las pinturas (Sikaflex 11 o equivalente).
- Suministro y aplicación de una capa de pintura Epoxi Hempadur 47300 gris claro 12170 o equivalente, con un espesor medio de película seca de 120µ.
- Suministro y aplicación de una capa de Poliuretano alifático brillante, Hempel's Polyenamel 55102 o equivalente, color correspondiente, con un espesor medio de película seca de 60µ.
- Espesor total de película seca total: 240µ (60+120+60).

3.8.6.2 Repintado de superficies de acero con poliuretano

- Limpieza con trapos embebidos en disolvente según SP1 de la SSPC de todas las manchas de grasa y aceite.
- Zonas oxidadas:
 - Limpieza por chorreado hasta alcanzar el grado de limpieza Sa2 ½ de la ISO 8501-1 (rugosidad BN9a Rugotest nº 3; grado G de la ISO 8503: 50-100µ) y doble parcheo con 80x2 (160µ) de Hempadur 4515/1 Al o equivalente.
- Aplicación de una capa general:
 - Limpieza con agua dulce a presión 200 kg/cm².
 - Suministro y aplicación de una capa de Poliuretano alifático brillante, Hempel's Polyenamel 55102o equivalente, color correspondiente, con un espesor medio de película seca de 60µ.

3.8.6.3 Tratamiento y pintado de superficies metálicas pintadas con pintura acrílica

- Limpieza con trapos embebidos en disolvente según SP1 de la SSPC de todas las manchas de grasa y aceite.
- Zonas oxidadas:
 - Limpieza por chorreado hasta alcanzar el grado de limpieza Sa 2 ½ de la ISO 8501-1 (rugosidad BN9a Rugotest nº 3; grado G de la ISO 8503: 50-100µ) y doble parcheo con 80x2 (160µ) de Hempadur 4515/1 Al o equivalente.
- General:
 - Limpieza con agua dulce a presión 200 kg/cm².
 - Sellado de soldaduras discontinuas, ranuras, grietas, etc., con masilla compatible con las pinturas (Sikaflex 11 o equivalente).



- Suministro y aplicación de una capa de Clorocaucho capa gruesa Hempatex 46330 gris claro 12170 o equivalente, con un espesor medio de película seca de 80µ.
- Suministro y aplicación de una capa de pintura Acrílica Hempatex 56360 o equivalente, color correspondiente, con un espesor medio de película seca de 40µ.
- Espesor total de película seca total: 120µ (80+40).

3.8.6.4 Tratamiento y pintado de superficies metálicas con condiciones de humedad alta

- Limpieza con trapos embebidos en disolvente según SP1 de la SSPC de todas las manchas de grasa y aceite.
- Zonas con óxido:
 - Limpieza mediante cepillado mecánico hasta alcanzar el grado de limpieza St3 o limpieza mediante chorreado hasta alcanzar el grado de limpieza Sa2 ½, de la ISO 8501-1. Secado mediante trapos limpios y secos, etc., y doble parcheo con 80x2 (160µ) de MCU Miozinc o equivalente.
- General:
 - Limpieza con agua dulce a presión 200 kg/cm².
 - Sellado de soldaduras discontinuas, ranuras, grietas, etc., con masilla compatible con las pinturas (Sikaflex 11 o equivalente).
- Suministro y aplicación de una capa de Poliurea, MCU Mastic o equivalente, con un espesor medio de película seca de 100µ.
- Suministro y aplicación de una capa de Poliurea alifática, MCU Topcoat o equivalente, color correspondiente, con un espesor medio de película seca de 100µ.
- Espesor total de película seca total: 200µ (100+100).

3.8.6.5 Tratamiento y pintado de paredes y techos de cemento, hormigón y ladrillo caravista

- Limpieza mediante cepillado/rascado para eliminar materiales mal adheridos, polvo y suciedad.
- Nivelación de irregularidades superficiales mediante plaste al agua o masilla, y lijado.
- Limpieza general de la superficie, según su estado.
- Suministro y aplicación de una capa de pintura selladora acrílica al agua, Hempel's Sellador opaco 28830 blanco o equivalente.
- Suministro y aplicación de dos capas de pintura acrílica al agua, Hempacryl Advance 59910 o equivalente, color correspondiente. La primera capa diluida al 15%, y la segunda capa diluida al 5%.



3.8.6.6 Tratamiento y pintado de superficies galvanizadas

Superficies galvanizadas nuevas sin pintar:

- Limpieza con trapos embebidos en disolvente según SP1 de la SSPC de todas las manchas de grasa y aceite.
- Lijado basto (Gr 80) para dotar de rugosidad a la superficie.
- Suministro y aplicación de una capa de imprimación adherente Epoxi, Hempel's Epoxi HV 15410 o equivalente, con un espesor medio de película seca de 30μ.
- Sellado de soldaduras discontinuas, ranuras, grietas, etc., con masilla compatible con las pinturas (Sikaflex 11 o equivalente).
- Suministro y aplicación de dos capas de acabado Poliuretano Alifático, Hempel's Polyenamel 55102 o equivalente, color correspondiente, con un espesor medio de película seca por capa de 40μ (40x2= 80μ).
- Espesor total de película seca total, sin incluir galvanizado: 110μ (30+80).

Superficies ya galvanizadas, pintado con poliuretano:

- Limpieza con trapos embebidos en disolvente según SP1 de la SSPC de todas las manchas de grasa y aceite.
- Zonas con recubrimiento deteriorado:
 - Limpieza por Cepillado, y Suministro y aplicación de una capa de imprimación adherente Epoxi, Hempel's Epoxi HV 15410 o equivalente, con un espesor medio de película seca de 30μ.
- General:
 - Lijado (Gr 120) para abrir el poro de la pintura vieja.
 - Lavado con agua dulce a presión de 200 kg/cm².
 - Sellado de soldaduras discontinuas, ranuras, grietas, etc., con masilla compatible con las pinturas (Sikaflex 11 o equivalente).
- Suministro y aplicación de dos capas de acabado Poliuretano Alifático, Hempel's Polyenamel 55102 o equivalente, color correspondiente, con un espesor medio de película seca por capa de 40μ (40x2= 80μ).
- Espesor total de película seca total, sin incluir galvanizado + pintura: 240μ (30+80).

Superficies ya galvanizadas, pintado con acrílico:

- Limpieza con trapos embebidos en disolvente según SP1 de la SSPC de todas las manchas de grasa y aceite.
- Zonas con recubrimiento deteriorado:
 - Limpieza por Cepillado, y Suministro y aplicación de una capa de Epoxi, Hempadur 45880 o equivalente, con un espesor medio de película seca de 80μ.
- General:



- Lijado (Gr 120) para abrir el poro.
- Lavado con agua dulce a presión de 200 kg/cm².
- Suministro y aplicación de una capa de Epoxi Mastic, Hempadur 45880o equivalente, color correspondiente, con un espesor medio de película seca de 80μ.
- Sellado de soldaduras discontinuas, ranuras, grietas, etc., con masilla compatible con las pinturas (Sikaflex 11 o equivalente).
- Suministro y aplicación de una capa de acabado Poliuretano Alifático, Hempel's Polyenamell 55102 o equivalente, color correspondiente, con un espesor medio de película seca de 40μ.
- Espesor total de película seca total, sin incluir galvanizado+ pintura: 110μ (80+30).

3.8.6.7 Chorreado de fachadas con arena

Limpieza mediante chorreado con aire a presión limpio (exento de humedad y aceite) y seco, utilizando abrasivo mineral limpio, clasificado y seco, no reciclable, a una presión mínima de 6 kg/cm² y con la boquilla de chorro a una distancia de la superficie de hormigón suficiente para no deteriorarlo, o Vapor Blasting, hasta eliminación de pintadas, partículas sueltas o extrañas, y/o humedades existentes en fachadas exteriores.

Eliminación del polvo residual mediante soplado/ aspirado con aire limpio y seco.

Una vez limpia, la fachada debe presentar una superficie dura y con aspecto uniforme.

3.8.6.8 Tratamiento y pintado de puertas, ventanas, barandillas y similares

- Limpieza con trapos embebidos en disolvente según SP1 de la SSPC de todas las manchas de grasa y aceite.
- Zonas oxidadas:
 - Limpieza mediante Cepillado mecánico hasta alcanzar el grado de limpieza St3 de la ISO 8501-1 y parcheo con 80μ de Pintura Acrílica modificada (fosfato de zinc) Hempatex 46410 o equivalente.
- General:
 - Limpieza del polvo residual mediante soplado/ aspirado.
 - Sellado de soldaduras discontinuas, ranuras, grietas, etc., con masilla compatible con las pinturas (Sikaflex 11 o equivalente).
- Suministro y aplicación de una capa de pintura Acrílica modificada, Hempatex 46410, o equivalente, en color correspondiente, con un espesor de película seca de 60μ.
- Espesor total de película seca total: 60μ.



3.8.7 Inspección y control de calidad

El Control de Calidad aplica a todo el proceso de Obra.

El contratista realizará todos los controles necesarios para velar por el cumplimiento de la especificación correspondiente, con independencia de los controles del fabricante y del Director de las Obras.

La presencia e informes de otras inspecciones no exime al Contratista de sus responsabilidades y garantías aplicables.

Los inspectores de la Propiedad tendrán libre acceso a la zona de trabajo, sin interferir en su proceso productivo.

El fabricante de la pintura debe de realizar inspecciones periódicas para verificar que el Contratista cumple con sus indicaciones, realizando un informe escrito de cada visita realizada, que entregará a la Propiedad.

El Programa de Puntos de Inspección (PPI) y la planificación serán cumplidos a rajatabla, informando por escrito a la Propiedad en caso contrario de las desviaciones, causas, medios a poner para que no vuelva a ocurrir y soluciones propuestas para corregirlas

El Contratista debe de disponer en Obra de los equipos de inspección necesarios y con su certificado de calibración correspondiente.

En el caso que se detecte una zona recubierta con una preparación superficial que no se ajusta a lo especificado, se eliminará toda la pintura aplicada en ese elemento y se realizará el tratamiento de nuevo.

Controles de calidad:

- Preparación superficial:
 - Registro diario (cada 4h) de las condiciones ambientales en cada tajo (T^aa, T^as, Hr, Pr).
 - Comprobar la ausencia de agua y aceite en el circuito de aire comprimido.
 - Comprobación de que se ha alcanzado el grado de limpieza especificado en cada caso.
 - Comprobación de que la rugosidad es la especificada en cada caso.
 - Medición de la presencia de sales, en su caso.
- Película fresca:
 - Registro diario (cada 4h) de las condiciones ambientales en cada tajo (T^aa, T^as, Hr, Pr).
 - Comprobar la ausencia de agua y aceite en el circuito de aire comprimido.
 - Disponibilidad en Obra de Ficha Técnica y Ficha de Seguridad de todas las pinturas a utilizar.
 - Registro de nº de lote de cada pintura, y cuándo y dónde ha sido aplicada.
 - Medición con peine metálico del espesor de capa fresca.



- Película aplicada:

- Inspección visual de la capa de pintura, aspecto continuo, liso, uniforme y sin defectos (descuelgues, pájaros, poros, burbujas,...).
- Criterios de medición de espesor de película seca:

~ Las mediciones se realizarán según la Norma UNE EN ISO 2808.

~ Medición del espesor de capa seca (individual por capa) de acuerdo con ISO 19840, criterio de aceptación 80/20: Media aritmética $\geq$ valor especificado. Ningún valor $< 80\%$ y no más del 20% de las mediciones entre el valor especificado y el 80% del valor especificado.

~ Se admiten valores a los máximos especificados siempre que no exista evidencia de defectos en el recubrimiento.

~ Corrección de rugosidad s/ISO 8503-1 (a sumar al espesor nominal de película seca):

RUGOSIDAD CON ABRASIVO ANGULAR	RUGOSIDAD (μ)	MICRAS
Fina	25 a 55	10
Media	55 a 100	25
Gruesa	100 a 150	40

~ Número de mediciones a realizar:

SUPERFICIE m2 o ml	Mínimo de medidas	Número máximo de medidas que se pueden repetir
Hasta 1	5	1
De 1 a 3	10	2
De 3 a 10	15	3
De 10 a 30	20	4
De 30 a 100	30	6
>100	30, más 10 por cada 100 m2 o 100 ml adicionales o parte de ellos	20% del número mínimo de medidas

- Ensayo de adherencia:

- Ensayo de tracción (Pull off) según UNE EN ISO 4624 Ensayo de adherencia por tracción. Ensayo de corte en X según UNE EN ISO 2409. Ensayo de corte por enrejado y corte en X.



NORMA UNE EN ISO	VÁLIDO PARA
	ESPESOR TOTAL PELÍCULA SECA SISTEMA
16276-1. Evaluación y criterios de aceptación. Ensayo de tracción	Cualquier espesor
16276-2. Evaluación y criterios de aceptación. Ensayo de corte en X	Cualquier espesor

- Norma UNE EN ISO 16276-1. Ensayo de tracción:

- Número mínimo de mediciones a realizar:

M2 a INSPECCIONAR	Nº de MEDICIONES VÁLIDAS
≤ 1.000	3 por cada superficie de 250 m2, o parte de ella
>1.000	12, mas 1 por cada superficie adicional o parte de ella

- CRITERIO DE ACEPTACIÓN: MÍNIMO 4 MPA (medido con equipo mecánico, no hidráulico).
- Clasificación de los resultados del ensayo de corte en X:

Nivel 0	El recubrimiento no ha sufrido ningún grado de descamación o desprendimiento
Nivel 1	Trazas de descamación o desprendimiento del recubrimiento a lo largo de las incisiones o en el punto de intersección de ambas
Nivel 2	Desprendimiento irregular del recubrimiento a lo largo de cualquiera de los lados de las incisiones, igual o inferior a 1,5 mm
Nivel 3	Desprendimiento irregular del recubrimiento a lo largo de la mayor parte de las incisiones, igual o inferior a 3,0 mm, en cualquiera de los lados
Nivel 4	Desprendimiento del recubrimiento en la mayor parte de la superficie del corte en X bajo la cinta adhesiva
Nivel 5	Desprendimiento del recubrimiento sobrepasando la superficie del corte en X



- Número mínimo de mediciones a realizar:

M2 a INSPECCIONAR	Nº de MEDICIONES VÁLIDAS
≤ 1.000	1 por cada superficie de 200 m2, o parte de ella
>1.000	5, mas 1 por cada superficie adicional de 1.000 m2 o parte de ella

- CRITERIO DE ACEPTACIÓN:

- Si se realizan menos de 5 ensayos todas las medidas deben ser igual o mayor al valor especificado.
- Si se realizan 5 o más ensayos, el 80% de las clasificaciones deben ser iguales o mayores que la clasificación exigida en la especificación. El 20% restante sólo se admite los que superan en una unidad a la clasificación especificada.
- Por cada superficie de 1.000 m2 o menos, sólo se permite repetir un ensayo que haya dado fallo.
- Criterio de aceptación: MÁXIMO NIVEL 2.

3.8.8 Medición y abono

Se medirá y abonará por metros cuadrados (m2) realmente pintados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1. El precio incluye todas las tareas de preparación y limpieza descritos en el proceso de ejecución, así como el control de calidad de los elementos pintados.

3.9 Tubo dren prefabricado

3.9.1 Generalidades

El sistema prefabricado de tubo de drenaje permite agilizar la instalación de los tubos, y siendo un material liviano, permite su instalación en entornos más desfavorables, como en el tramo descendente del sifón de Maspilza. Este sistema cuenta con las siguientes ventajas:

- Capacidad drenante 30% más eficiente que el drenaje tradicional con grava.
- Calidad industrial 100% constante en sus etapas de fabricación y controles.
- El mismo concepto de prefabricado, desde 1991 usado y certificado en USA y en Canadá con miles de instalaciones en servicio.
- Certificado en Europa, por la Evaluación Técnica Europea ETE 15/0201 desde 2015
- Más económico que el sistema tradicional al reduce tiempo de instalación y la mano de obra necesaria.
- Transporte más económico y fácil al ser un elemento mucho más ligero.



- Reduce el volumen de excavación de tierras gracias a su forma compacta.
- No necesita grava al tenerlo ya incorporado en su sistema prefabricado.

3.9.2 Proceso de ejecución

Se deberá seguir con lo indicado en lo marcado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales teniendo en cuenta las siguientes particularidades.

Una que se ha abierto la zanja, se deberá colocar la tubería prefabricada en el fondo de la zanja y se unirán los tubos entre sí mediante manguitos de unión. Por último, se tapará la zanja hasta la cota de pavimento terminado.

La profundidad mínima para la instalación del tubo es de 40 cm cuando se instale en zonas frecuentadas por peatones u otros objetos livianos utilizando un relleno de tierra con una densidad de 1500 kg/m³. También puede usarse en aplicaciones de tráfico ligero, teniendo en cuenta que debe utilizarse la referencia de tubo SN8 (8KN) y dejar una profundidad mínima de 80cm desde la parte superior del tubo.

Características de los tubos prefabricados:

- Se instala fácilmente conectando los tubos entre si mediante el manguito de unión.
- Rápida instalación con un rendimiento medio de 10 metros / minuto en condiciones favorables.
- 100 veces más ligero que la grava y se instala manualmente sin necesidad de medios mecánicos.
- Sistema prefabricado que asegura que no pasen los finos del terreno.
- Los tubos prefabricados son flexibles y se adaptan a las formas y obstáculos del terreno (pendientes, edificios, etc.)

3.9.3 Medición y abono

Se medirá y abonará por metros lineal (ml) realmente colocados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1. El precio incluye:

- El suministro del material.
- Traslado del material al punto de uso.
- Medios auxiliares necesarios para su colocación.
- Piezas especiales como manguitos para la unión entre elementos.
- Colocación de los tubos en zanja con una pendiente adecuada.

El precio no incluye la excavación de la zanja ni el relleno de la misma.



3.10 Pintura polixilosano antifisuras

3.10.1 Generalidades

Esta unidad de obra consta de pintura al polisiloxano liso antifisuras en fase acuosa de resina acrílica de polisiloxano y arena fina de cuarzo en acabado mate.

Las pinturas atenderán a las siguientes normas:

- UNE-EN 13300. Pinturas y barnices. Materiales y sistemas de recubrimiento en fase acuosa para paredes y techos interiores. Clasificación.
- UNE 48243. Pinturas y barnices. Pintura plástica en dispersión acuosa, mate para interiores.
- UNE-EN 1062-1. Pinturas y barnices. Materiales de recubrimiento y sistemas de recubrimiento para albañilería exterior y hormigón. Parte 1: Clasificación.
- UNE 48312. Pinturas y barnices. Pintura de silicato en base acuosa para hormigón y albañilería en exteriores.

Los envases de pintura se protegerán de heladas, de altas temperaturas y de la exposición directa al sol. En caso de material sobrante, los envases se cerrarán herméticamente y se mantendrán en posición vertical para evitar derrames, guardándolos en un lugar ventilado y seco donde la temperatura no sea inferior a 0 °C ni superior a 25 °C (debe tenerse en cuenta que con el paso del tiempo la calidad del producto puede disminuir). En ningún caso dicho material sobrante se verterá en desagües, eliminándose en un punto autorizado de recogida de residuos autorizado.

El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá el control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1 del CTE Parte I (incluso el marcado CE y la Declaración de Prestaciones, cuando sea pertinente); el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2 del CTE Parte I; y el control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3 del CTE Parte I.

Los materiales cumplirán con lo especificado en el Reglamento (UE) n° 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo del 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo.

Se estará igualmente y en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

3.10.2 Proceso de ejecución

La superficie del paramento se preparará conforme a las instrucciones del fabricante de la pintura.



En cualquier caso, las superficies a pintar serán consistentes y estarán niveladas y lisas, encontrándose limpias, secas y libres de eflorescencias, mohos y algas.

Las zonas que no se vayan a pintar (enchufes, rodapiés, marcos y tapajuntas de puertas y ventanas, etc.) estarán protegidas con cinta de pintor y papel.

La temperatura ambiente no será menor de 6 °C ni mayor de 28 °C, y la superficie del paramento no tendrá una humedad mayor del 6%, habiéndose secado ésta de forma natural.

Salvo indicaciones del fabricante, no se pintará cuando el soporte esté helado, haya viento fuerte cálido o seco, y, cuando no esté protegido, llueva, haya niebla o la humedad ambiental supere el 80%. Asimismo, el soleamiento no incidirá directamente sobre el soporte.

En las zonas próximas a los paramentos que vayan a ser pintados no se manipularán elementos ni se realizarán trabajos que desprendan polvo o dejen partículas en suspensión.

La pintura se aplicará atendiendo en todo momento a las instrucciones de su ficha técnica.

Los trabajos se suspenderán cuando la temperatura ambiente sea menor de 6 °C o mayor de 28 °C a la sombra.

Las manchas producidas en otras superficies se limpiarán inmediatamente.

Al finalizar la jornada se taparán y protegerán los envases, limpiándose convenientemente los útiles de trabajo (brocha, rodillo, pistola aerográfica y/o pistola sin aire o airless) sin verter el agua de limpieza a la red de saneamiento.

La superficie pintada presentará un aspecto adecuado y uniforme, no existiendo descolgamientos, cuarteamientos, desconchados ni bolsas.

Una vez terminados los trabajos, se retirará la cinta de protección antes de que se seque completamente la pintura para evitar que ésta se levante.

No se manipularán elementos ni se realizarán trabajos que desprendan polvo o dejen partículas en suspensión en las zonas próximas a los paramentos pintados.

Se dejará transcurrir el tiempo de secado indicado por el fabricante de la pintura, no utilizándose medios artificiales de secado.

Se realizarán las pruebas de servicio y comprobaciones previstas en el proyecto u ordenadas por la Dirección Facultativa, así como las exigidas por la legislación aplicable, y las que puedan establecerse con carácter voluntario.

3.10.3 Medición y abono

Se medirá y abonará por metro cuadrado pintado en verdadera magnitud (m²) y se abonará al precio indicado en el Cuadro de precios nº 1.



La unidad incluye:

- Trabajos previos de limpieza y preparación de la superficie de pintado.
- Preparación con 1 mano de imprimación de polisiloxanos y 2 manos de acabado a rodillo, brocha o pistola en las partidas que refiera.
- Emulsión fijadora, plastecido y acabado en las que no refiera la anterior.
- Pequeño material auxiliar para pinturas.

3.11 Reconstrucción de muro de mampostería

3.11.1 Generalidades

Reconstrucción de muro de mampostería en revestimientos de diferentes elementos, mediante la sustitución y reposición de piezas necesarias del muro.

3.11.2 Proceso de ejecución

Las piezas del muro que necesiten ser sustituidas deberán ser repuestas por otras de idénticas características a las del muro original, y con un aspecto y acabado similar a las piezas que formen el revestimiento del túnel.

Las juntas se rellenarán con mortero, cuyo tipo y características deberán ser aprobadas previamente por el director de Obra.

Los elementos reparados, serán capaces de resistir las cargas a las que estén sometidos, sin deformaciones.

En el paramento no habrá restos de mortero o lechada.

Se tomarán las medidas de seguridad y protección necesarias para garantizar en todo momento la seguridad de los trabajos.

3.11.3 Medición y abono

Se medirá y abonará por metro cúbico (m³) de volumen de muro y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- Suministro del material a pie de obra.
- Limpieza y retirada de los elementos dañados.
- Trabajos de reconstrucción del muro.
- Andamiaje.



- Limpieza del lugar de trabajo.
- Todas las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad.
- El transporte de la maquinaria a pie de obra.

3.12 Rejunteado en obras de fábrica

3.12.1 Generalidades

Consiste esta unidad en la ejecución de los rejuntados perdidos, así como el relleno de huecos menores en los paramentos de fábrica utilizando un mortero de cal natural hidratada.

A la llegada del material a la obra se comprobarán y anotarán los siguientes aspectos:

- Cómputo de las cantidades recibidas.
- Comprobación de la denominación de los mismos y de la correcta identificación de la totalidad de envases.
- Inspección visual del estado de los envases, descartando aquellos que presenten roturas con pérdida de material.
- Comprobación de la fecha límite de uso de los materiales, que deberá estar claramente indicada en cada uno de los envases.

Se comprobará que los materiales se almacenan a cubierto (protegidos del sol y de fuentes de calor), en lugar fresco y seco, y en sus envases originales cerrados, agrupando los materiales según su identificación. Los materiales hidráulicos se acopiarán separados del terreno mediante listones de madera y protegidos de la lluvia y el rocío.

No se extraerán los envases de las cajas de envío hasta el momento de su empleo.

Al final de la jornada se realizará un cómputo del material acopiado, a fin de comprobar los materiales consumidos durante la jornada. En los materiales bicomponentes se asegurará especialmente la concordancia entre el número de componentes I y II.

3.12.2 Proceso de ejecución

En primer lugar y previo a la ejecución del rejuntado, se procederá a la limpieza de las zonas afectadas mediante el picado y cepillado de las juntas a tratar hasta una profundidad no inferior a 5 cm. Se eliminarán las posibles partes sueltas, así como eflorescencias u otras sustancias que puedan perjudicar la adherencia del soporte. Las fábricas deben estar limpias y exentas de polvo. Según el tamaño de las juntas, se podrán realizar los trabajos en una sola carga o se tendrá que realizar en varias capas. En grandes juntas, según procedan, se rellenarán con piedra o ladrillo machacado.



Antes de la aplicación del mortero deberá limpiarse el soporte y se saturará con agua a baja presión con objeto de impedir que el soporte substraiga agua a la mezcla. Una saturación insuficiente podría dar lugar a pérdidas de adherencia y aparición de grietas en el mortero.

La colocación del mortero se realizará a mano, siguiendo los métodos y herramientas tradicionales, mediante llana, paleta y espátulas planas o dentadas.

Una vez aplicado el mortero en capas de 2 cm, se apretará con una esponja húmeda para evitar la aparición de grietas y asegurar que penetre la carga en todas las cavidades. Si se trabaja en varias capas se deberá esperar 2 días entre una y otra y humedecer la superficie antes de la siguiente aplicación.

En el caso de la última capa, cuando se haya secado la capa anterior, se podrá dar la de acabado. Ésta debe quedar 1 cm por debajo de la piedra y tendrá un color similar al de la fábrica existente, añadiéndose pigmentos compatibles en caso necesario.

En el caso de que las juntas se inyecten en profundidad, se instalarán las boquillas de inyección en el rejuntado.

La mezcla se realizará en hormigonera o en el recipiente de la mezcladora, al menos durante 5 minutos y, en todo caso, hasta obtener una pasta plástica, homogénea y sin grumos. Se desaconseja realizar la mezcla con taladro y agitador o a mano ya que no se generaría la cantidad adecuada de aire atrapado para lograr una mezcla fácil de trabajar.

Durante la aplicación del mortero de reparación se comprobará:

- Que se emplea una cantidad de agua de amasado que no supera en más de un 10% la indicada por la ficha técnica del producto en caso de morteros hidráulicos.
- Que se permite el tiempo de maduración necesario durante la mezcla según lo especificado en la ficha técnica de cada producto.
- La concordancia entre espesor aplicado y el especificado para el material.
- Se asegurará un correcto curado del mortero, según las instrucciones del fabricante.

El mortero se podrá aplicar a temperatura entre +5° C y +35° C. En el caso de que la temperatura en el momento de la aplicación se encuentre entre +5° C y +10° C, el desarrollo de la resistencia mecánica del compuesto será lento. En este caso se recomienda utilizar agua caliente (entre +30° C y +50° C) para realizar la mezcla, saturar el soporte con agua caliente y aplicar el mortero durante las horas centrales del día. No se aplicará a temperaturas inferiores a +5° C. Con temperatura entre +30° C y +35° C en el momento de la aplicación, se recomienda utilizar agua a baja temperatura para la mezcla (entre +10° C y +20° C), saturar el soporte con agua fría y aplicar el mortero en las horas más frescas del día.

3.12.3 Medición y abono

Se medirá y valorará por los metros cuadrados (m²) realmente ejecutados, independientemente de la concentración de juntas por metro cuadrado (m²) de fábrica y según las instrucciones de la Dirección de Obra. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.



El precio incluye el suministro, manipulación y colocación de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y equipos necesarios para su correcta y total ejecución.

No serán objeto de medición ni abono las cantidades de obra que sean producto de excesos no justificables.

3.13 Recrecido en formación de pendientes en cubierta

3.13.1 Generalidades

Esta unidad de obra consiste en recrecido para formación de pendientes en cubiertas planas o similares, realizado con mortero de cemento M-5, con un espesor medio de 5-7 cm. Totalmente terminado.

Tanto en cubiertas planas como en inclinadas, si su soporte resistente no tiene la pendiente adecuada al tipo de protección e impermeabilización a utilizar, se deberá disponer un sistema de formación de pendientes.

En los acopios de cada tipo de material se evitará la segregación y contaminación formando los acopios sobre superficies que no estén contaminadas, evitando mezclar materiales de distintos tipos y acortando el tiempo de exposición a la intemperie.

El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá el control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1 del CTE Parte I (incluso el marcado CE y la Declaración de Prestaciones, cuando sea pertinente); el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2 del CTE Parte I; y el control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3 del CTE Parte I.

Los materiales cumplirán con lo especificado en el Reglamento (UE) nº 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo del 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo.

3.13.2 Proceso de ejecución

Antes de iniciar el replanteo, se verificará que el soporte reúne las condiciones pertinentes de estabilidad, resistencia y planeidad, así como que su superficie es uniforme y se encuentra limpia y libre de cuerpos extraños.

El sistema de formación de pendientes cumplirá las condiciones expuestas en el apartado 2.4.3.1 del CTE DB-HS-1.

Su ejecución se realizará conforme al proyecto, a las normas de la buena práctica constructiva y a las instrucciones del director de obra y del director de ejecución de la obra.



El control de la ejecución del sistema de formación de pendientes se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anejos y modificaciones autorizados por el director de obra, y las instrucciones del director de la ejecución de la obra; conforme a lo indicado en el artículo 7.3 del CTE parte I y demás normativa vigente de aplicación.

Se realizarán las pruebas de servicio y comprobaciones previstas en el proyecto u ordenadas por la Dirección Facultativa, así como las exigidas por la legislación aplicable, y las que puedan establecerse con carácter voluntario.

3.13.3 Medición y abono

Se medirá y abonará por metro cuadrado (m²) de formación de pendientes, medido sobre superficie de cubierta ejecutada y se abonará al precio indicado en el Cuadro de precios nº 1. La unidad incluye:

- Replanteo.
- Suministro y colocación de listones de materiales necesarios.
- Nivelado y aplomado.
- Roturas y mermas.
- Medios auxiliares, herramientas y maquinaria.

3.14 Proceso de saneo y reposición de volúmenes perdidos de hormigón armado con protección de armaduras contra la corrosión

3.14.1 Generalidades

Además de lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la reparación de fisuras y aplicación de morteros, se tendrán en cuenta los siguientes procedimientos para la reparación de volúmenes perdidos de hormigón armado con protección de las armaduras contra la corrosión.

3.14.2 Proceso de ejecución

- Localización de las superficies deterioradas.
- Picado y saneo por medios manuales y/o mecánicos eliminando partes de hormigón mal adheridas, débiles o deterioradas.
- Eliminación del hormigón alrededor de todo el perímetro de las armaduras afectadas hasta una profundidad equivalente al diámetro de las armaduras, descubriendo toda la longitud oxidada de armaduras hasta dejar expuestos al menos 50 mm de armadura sana y libre de corrosión en cada extremo.
- Sería preciso serrar los bordes cortados en ángulo recto alrededor del área afectada hasta una profundidad mínima de 15 mm.
- Geometría final de las zonas a reparar deberá:



- Poseer formas geométricas sencillas, para facilitar la aplicación del mortero de reparación. se tenderá a la formación de ángulos rectos en los huecos obtenidos.
 - Garantizar las profundidades de las zonas de actuación (especialmente en los bordes de la reparación) de modo que se evite la aplicación del mortero de reparación en espesores inferiores a los especificados en fichas técnicas para cada producto.
-
- Limpieza de las superficies afectadas con chorro de arena de sílice a presión.
 - Limpieza mediante chorreado abrasivo a fondo sobre armaduras hasta alcanzar grado sa 2.5 según norma une-iso 8501-1. se deberá comprobar que las pérdidas de sección del armado causadas por corrosión son inferiores al:
 - 10% para armaduras principales
 - 20% para armaduras secundarias
 - En el caso contrario, deberá evaluarse la necesidad de refuerzo estructural.
 - Limpieza final de todas las superficies con aire a presión.
 - Aplicación de inhibidor de corrosión que además actúa como puente de unión sobre hormigón saneado y las armaduras pasivas.
 - Reposición de los volúmenes perdidos con mortero tixotrópico de alta resistencia y retracción controlada, hasta completar la geometría primitiva del elemento restaurado. se emplearán los morteros de clase r3 o r4 según la norma une en 1504-3 en función de características y espesores de reparación.
 - Durante el primer periodo de fraguado y endurecimiento del mortero deberá asegurarse un adecuado curado según las indicaciones del fabricante.
 - A las superficies reparadas se aplicará la protección y el acabado según la actuación: regularización de superficies.

3.14.3 Medición y abono

Se medirá cada actuación de acuerdo al cuadro de precios N°1 del proyecto. El precio incluye el suministro y aplicación de los productos y procesos indicados, así como las herramientas y medios auxiliares necesarios para ello, incluso la limpieza y preparación de las superficies.

3.15 Saneamiento y reparación de zonas afectadas con coque y nidos de grava

3.15.1 Generalidades

Además de lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la reparación de fisuras y aplicación de morteros, se tendrán en cuenta los siguientes procedimientos para el saneamiento y reparación de zonas afectadas con coque y nidos de grava.



3.15.2 Proceso de ejecución

- Localización de las superficies deterioradas.
- Limpieza de las superficies afectadas con chorro de arena de sílice a presión.
- Limpieza final con aire a presión.
- Aplicación de inhibidor de corrosión activo, a la superficie de las reparaciones y a las áreas circundantes.
- Relleno de coqueras y reposición del volumen de recubrimiento en nidos de grava mediante mortero tixotrópico con retracción compensada que incorpore polímeros en su composición, hasta enrasar con la superficie del elemento.
- A las superficies reparadas se aplicará la protección y el acabado según la actuación: regularización de superficies.

3.15.3 Medición y abono

Se medirá cada actuación de acuerdo al cuadro de precios N°1 del proyecto. El precio incluye el suministro y aplicación de los productos y procesos indicados, así como las herramientas y medios auxiliares necesarios para ello, incluso la limpieza y preparación de las superficies.

3.16 Saneamiento y reparación de zonas afectadas por fisuras debidas a retracción plástica

3.16.1 Generalidades

Además de lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la reparación de fisuras y aplicación de morteros, se tendrán en cuenta los siguientes procedimientos para el saneo y reparación de zonas afectadas por fisuras debidas a retracción plástica.

3.16.2 Proceso de ejecución

- Localización de las superficies deterioradas.
- Limpieza de las superficies afectadas con chorro de arena de sílice a presión.
- Limpieza final con aire a presión.
- Se deberá comprobar que las aberturas de las fisuras son inferiores al:
 - 0,30 mm
 - En el caso contrario, deberá evaluarse la necesidad de reparación mediante inyección de fisuras.



- Aplicación de inhibidor de corrosión activo sika ferrogard-903 plus o similar, a la superficie de las reparaciones y a las áreas circundantes.
- A las superficies reparadas se aplicará la protección y el acabado según la actuación: regularización de superficies.

3.16.3 Medición y abono

Se medirá cada actuación de acuerdo al cuadro de precios N°1 del proyecto. El precio incluye el suministro y aplicación de los productos y procesos indicados, así como las herramientas y medios auxiliares necesarios para ello, incluso la limpieza y preparación de las superficies.

3.17 Inyección de fisuras y grietas

3.17.1 Generalidades

Además de lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la reparación de fisuras y aplicación de morteros, se tendrán en cuenta los siguientes procedimientos para el saneo y reparación por inyección en fisuras y grietas.

3.17.2 Proceso de ejecución

- Localización de todas las fisuras en los paramentos de hormigón cuya abertura es superior a 0,3 mm.
- Deberá evaluarse la necesidad de refuerzo estructural antes de proceder a sanear la fisura.
- Preparación del borde de fisura realizando una abertura en forma de “v” mediante sierra mecánica de corte, con una anchura i profundidad de 10 mm aproximadamente.
- Realización de taladros de 20 mm de diámetro a lo largo del recorrido de la fisura cada 20-30 cm en puntos donde se colocarán los inyectores.
- Limpieza de la ranura y el interior de la fisura con agua a baja presión, dejándola libre de polvo o cualquier otra contaminación. la limpieza se realizará conforme a las especificaciones de la une en 1504-10.
- Aplicación de inhibidor de corrosión activo a la superficie y a las áreas circundantes de la fisura.
- Colocación de inyectores externos con adhesivo tixotrópico según une-en 1504-7, respetando la separación entre ellos indicada por el fabricante del material de inyección.
- Sellado superficial del recorrido de la fisura con mortero tixotrópico a fin de evitar la fuga del material durante el proceso de inyección.
- Inyección de la fisura según une-en 1504-5, con:



- Lechada de cemento de retracción compensada y ligeramente expansivo para fisuras estabilizadas con aberturas: $0,5 \text{ mm} < w \leq 10,0 \text{ mm}$.
 - Resina epoxi de baja viscosidad para fisuras estabilizadas con aberturas: $0,3 \text{ mm} \leq w \leq 5,0 \text{ mm}$.
 - Resina de poliuretano de baja viscosidad para fisuras activas con aberturas: $0,3 \text{ mm} \leq w \leq 5,0 \text{ mm}$.
-
- Presión de inyección, orden de inyección (ascendente en juntas verticales y de un extremo a otro en horizontales), tiempo de retirada de inyectores, etc. serán definidas por el fabricante del sistema de inyección.
 - Cada operación de inyección se dará por finalizada cuando el material de inyección rebose por los inyectores colindantes.
 - Retirada de los inyectores (en el caso de inyectores internos que se colocan perforando el hormigón es necesario rellenar perforaciones) y posterior relleno de los orificios.
 - Eliminación del material de sellado sobrante.
 - El contratista aplicará un procedimiento de inspección para comprobar la calidad del sistema de reparación aplicado.
 - A las superficies reparadas se aplicará la protección y el acabado según la actuación: regularización de superficies.

3.17.3 Medición y abono

Se medirá cada actuación de acuerdo al cuadro de precios Nº1 del proyecto. El precio incluye el suministro y aplicación de los productos y procesos indicados, así como las herramientas y medios auxiliares necesarios para ello, incluso la limpieza y preparación de las superficies.

3.18 Pozo prefabricado de polietileno

Los elementos prefabricados deberán cumplir con el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. Adicionalmente, los pozos prefabricados de materiales termoplásticos de pared estructurada deberán cumplir lo especificado en la UNE-EN 13598: "Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento y evacuación enterrados sin presión. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), polipropileno (PP) y polietileno (PE). Parte 1: Especificaciones para los accesorios auxiliares incluyendo las arquetas de inspección poco profundas."

Este tipo de pozos está formado por elementos montables en obra, como es la base de asiento, el cuerpo del pozo y el cono de reducción para alojar la tapa del pozo normalizada.

La construcción del pozo seguirá el manual del fabricante, y deberá asegurarse que se mantiene estanco para evitar la pérdida de fluidos a través de las juntas del mismo.

Se medirá la unidad (ud) de pozo totalmente instalado y colocado de acuerdo al cuadro de precios Nº1. El precio incluye:

- Replanteo de las medidas necesarias in-situ antes de la compra del pozo.



- El suministro de los materiales del pozo.
- Colocación y montaje en obra de los diferentes elementos que lo componen, así como juntas de unión, patés y piezas especiales.
- Embocadura de los tubos en el pozo de acuerdo al manual del fabricante.
- Relleno del trasdós del pozo una vez colocado.
- Suministro y colocación a cota de tapa de registro D-400 de fundición nodular de diámetro 600mm.
- Medios auxiliares para su colocación y montaje.

El precio no incluye la excavación del pozo ni el sostenimiento del terreno que pudiera ser necesario.

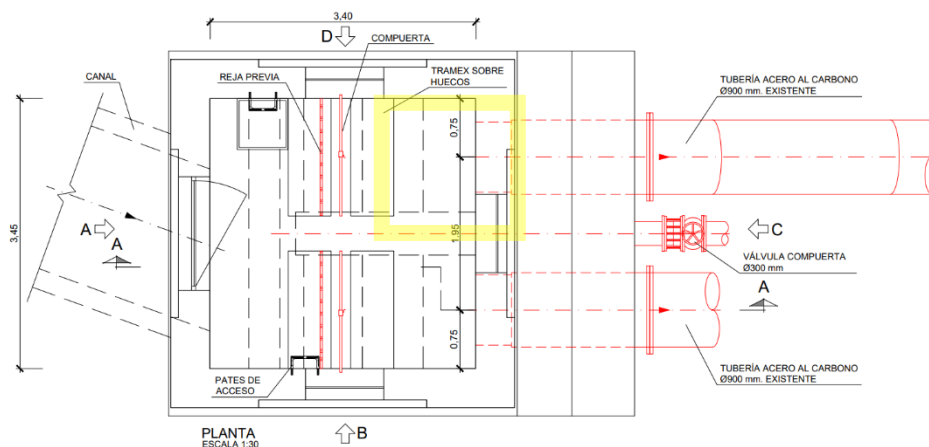
3.19 Impermeabilización del vaso interior izquierdo de la torreta 126

Además de los trabajos arquitectónicos en la torreta 126, descritos en el *Anejo nº10 - diseño arquitectónico*, se prevé la impermeabilización del recinto de agua interior izquierdo, comprendido entre la compuerta y la tubería de 900mm del ramal izquierdo. Para la ejecución de estos trabajos se propone previamente la instalación de una barrera anti-inundación como medida de seguridad en caso de que la compuerta existente en la torreta no sea estanca.

El objeto de esta actuación es impedir las filtraciones que afloran exteriormente por las fisuras existentes en la base de la torreta, se ha descartado cerrar dichas fisuras mediante inyección de lechadas de fraguado rápido porque se desconoce la orientación y longitud interior de las mismas que podrían estar comunicadas entre ambos cuencos (izquierdo y derecho). Si se optara por reparar las fisuras de los dos cuencos con lechadas, sería necesario interrumpir el servicio mientras se ejecutan los trabajos, para evitar la contaminación del agua de la tubería en servicio. En caso de corte del servicio la maniobra no podrá superar las 2-3 horas.

La impermeabilización del interior del vaso interior de la torreta 126 será completa empleando el sistema de rehabilitación estructural interior como el empleado en las tuberías, incluso instalación de barrera antiinundación o formación de murete separador con ladrillo y mortero tipo prompt o de fraguado rápido en caso necesario.

El Contratista deberá informar previamente del procedimiento a la Dirección de Obra y a los servicios de explotación del CABB para su aprobación y coordinación de los trabajos.



La unidad se ha definido como partida alzada a justificar (PA) debido a los condicionantes ya mencionados. Esta partida incluirá todos los trabajos necesarios para completar la impermeabilización del cuenco de la torreta de acuerdo a la justificación aportada por el contratista a la Dirección de Obra, y previa aprobación de ésta.

3.20 Servicios afectados

3.20.1 Consideraciones Generales

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

Comprenden en general los elementos de obra siguientes:

- Líneas de energía eléctrica.
- Tuberías de gas y oleoductos.
- Tuberías de lixiviados.
- Superficies pavimentadas (viales, aceras, etc.)
- Casetas, muros y otros elementos de obra

3.20.2 Normas de ejecución

En la confección del proyecto se han detectado y situado en planta una serie de servicios afectados, y para cada uno de ellos, en función de la información disponible, se ha realizado una propuesta de actuación.

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 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.

El contratista deberá analizar la información recopilada, localizar definitivamente las interferencias y tomar las medidas necesarias que conlleven a la correcta ejecución de todos los trabajos, todo ello con anterioridad al inicio de los trabajos en cada zona de la obra.

En cualquier caso, en los cruces y paralelismos con los diferentes servicios en la ejecución de zanjas y excavaciones, se realizarán catas para la localización exacta de las conducciones y se apearán o protegerán adecuadamente los mismos durante el tiempo que permanezca abierta la excavación, con el fin de tratar de mantener, en todos los casos, el servicio correspondiente durante la realización de los trabajos. 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.

3.20.3 Reposición de infraestructuras afectadas

En el caso de que por la realización de la obra fuera necesario reponer infraestructuras que se ven afectadas, éstas se realizarán de acuerdo con las especificaciones aquí reseñadas y las especificaciones de las compañías propietarias.

3.20.3.1 Reposición de canalización de energía eléctrica

La acometida de energía eléctrica a la sala de válvulas se encuentra en construcción en el momento en el que se redacta este proyecto. La actividad es llevada a cabo por el equipo de gestión de activos del CABB bajo el expediente 2805 Lote 1. El número de expediente eléctrico de i-DE sobre el que se trabaja es 9040370429.

El camino de acceso sur discurre junto a una torre de distribución aérea, y debido a los movimientos de tierras necesarios para la rehabilitación de la pista de trabajo, se deberá reforzar dicho apoyo mediante la construcción de unos micropilotes.

3.20.3.2 Reposición de canalización de gas

Las posibles reposiciones y afecciones en la canalización de gas existente se realizarán de acuerdo con las normas que la compañía de gas señaladas en el anejo correspondiente.



De acuerdo a los datos obtenidos, no se ve afectada directamente ninguna canalización de gas, pero se realizan varios cruces y paralelismos durante la rehabilitación del camino de acceso sur. Por ello se deberá proteger la tubería con una losa de hormigón de acuerdo a los criterios establecidos por la compañía suministradora.

3.20.3.3 Reposición de canalización de lixiviados

Debido a la ampliación de la sala de válvulas, la red de lixiviados existente tras el centro de Interpretación Ambiental de Artigas se deberá desviar. Para ello se deberá construir dos nuevos pozos (uno in situ y otro de polietileno) y se colocará una tubería de PVC de diámetro 500mm que permita dar continuidad a la canalización en el tramo afectado.

Debido a la naturaleza de los lixiviados, estos trabajos deberán desarrollarse en tiempo seco para evitar carga en la tubería y que por lo tanto la reposición se pueda realizar sin flujo. Asimismo, es necesario realizar la reposición de esta canalización antes de poder realizar la ampliación de sala de válvulas, siendo ésta una tarea crítica.

Tanto el en Pliego de Prescripciones Técnicas Generales como Particulares quedan definidas las características de las unidades necesarias para llevar a cabo la reposición de la red de lixiviados.

3.20.4 Medición y abono

La gestión de los servicios afectados durante las obras se abonará mediante las unidades correspondiente de proyecto, según se establece en el cuadro de precios nº1.

Dichas unidades incluyen la localización de los servicios, protección, apeo, desvíos provisionales si fueran necesarios, así como todos los trabajos necesarios para el restablecimiento del servicio. Incluye asimismo la adaptación de los trazados en caso necesario, tanto en planta como en alzado, para la minimización de afecciones y la gestión de los residuos, en su caso.

Cada servicio afectado se compone de una serie de partidas económicas en función de los diferentes trabajos a desarrollar, tal y como viene recogido en el presupuesto del proyecto.

3.21 Cierres y vallas

3.21.1 Retirada y reposición de cierres de fincas

Consistirá en la retirada y posterior reposición de cierres de fincas, con postes de madera o de hormigón tal y como sean antes de comenzar las obras.



3.21.2 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.

3.21.3 Medición y abono

La retirada y reposición de cierres se medirán y abonarán por metros (m) realmente ejecutado.

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.

3.22 Pruebas de la tubería instalada en tuberías a presión

Una vez instalada la tubería y previo a su puesta en servicio, se deberán realizar las pruebas de presión y estanqueidad indicadas hasta lograr un resultado positivo.

- Prueba de presión interior. Se realizará de forma preceptiva.
- Prueba de estanqueidad. Se realizará en aquellos casos en los que la Dirección de Obra o Asistencia Técnica de CABB, en su caso, considere oportunos.

Para poder certificar que la prueba ha sido superada, se deberá avisar al CABB, con 48 horas de antelación de la pretensión de realizar la misma con el fin de que personal del CABB esté presente el día de la prueba.

El Contratista o entidad solicitante proporcionará todos los elementos precisos, así como el personal necesario para efectuar estas pruebas. El CABB comprobará los manómetros o equipos medidores suministrados por el contratista mediante el correspondiente certificado de calibración de los mismos.

La presión de prueba, STP, se calculará a partir de la presión máxima de diseño, MDP, considerando los siguientes dos casos:

- Golpe de ariete calculado en detalle:
 - $STP = MDP + 0,1 \text{ (MPa)}$
- Golpe de ariete estimado: el menor valor de los valores siguientes:
 - $STP = MDP + 0,5 \text{ (MPa)}$



- STP = 1,5 MDP (MPa)

En los casos de impulsiones y grandes conducciones, debe siempre calcularse en detalle el valor del golpe de ariete. Sólo en el caso de redes de distribución puede ser estimado.

El valor mínimo obligatorio para la realización de la prueba de presión, será de 1,2 MPa.

La prueba de la tubería instalada recomendada es la que figura en la norma UNE-EN 805:2000, cuyo procedimiento puede llevarse a cabo en dos fases:

- Etapa preliminar
- Etapa principal o de puesta en carga

Estas pruebas se efectuarán siempre en las tuberías antes de realizar los injertos para acometidas domiciliarias o para otros servicios públicos.

Las pruebas de estas acometidas y servicios se podrán realizar por muestreo sobre las existentes en los diversos tramos de que conste la instalación.

La longitud de los tramos de prueba podrá oscilar entre 500 y 1.000 o incluso 2.000 metros.

Etapas 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. Una vez llena de agua se debe mantener en esta situación al menos 24 horas.

A continuación, se aumenta 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 MPa por minuto.

Esta presión debe mantenerse entre dichos límites durante un tiempo razonable (fijado por CABB a la vista de las circunstancias particulares de cada caso) para lograr los objetivos de esta etapa preliminar. De todo ello es especialmente importante la tipología de la tubería. Basándose en los ensayos realizados por el CEDEX al respecto, 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 fibrocemento la duración de la etapa preliminar deberá ser de 24 o incluso 48 horas.

Durante este período de tiempo no debe haber pérdidas apreciables de agua, ni movimientos aparentes de la tubería.

Etapas 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, mediante bombeo, hasta alcanzar el valor de STP de forma que el incremento de presión no supere 0,1 MPa por minuto.

Alcanzado el valor de STP, se desconecta el bombeo, no admitiéndose la entrada de agua, al menos, en una hora. Posteriormente, mediante manómetro, se mide el descenso de presión durante dicho intervalo, debiendo ser inferior a los siguientes valores:



- 0,02 MPa para tubos de fundición, acero, hormigón con camisa de chapa, PVC-U, PRFV y PE, en su caso.
- 0,04 MPa 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 de agua y midiendo el volumen final suministrado, debiendo ser éste inferior al valor dado por la expresión siguiente:

$$\Delta v \leq \Delta v_{\max} = 1,2 \cdot \Delta_p \cdot \left[\frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \cdot E} \right] \cdot v = \mu v$$

Δv	volumen final suministrado, en litros
$\Delta v_{\max}$	pérdida admisible, en litros
μ	variable en función del diámetro y material de la tubería
V	volumen del tramo de tubería en prueba, en litros
Δ_p	caída admisible de presión durante la prueba = 0,02 MPa
E_w	módulo de compresibilidad del agua = $2,1 \times 10^3$ MPa
E	módulo de elasticidad del material del tubo, en MPa
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

Material	E (MPa)
Fundición	$1,70 \times 10^5$
Acero	$2,10 \times 10^5$
Hormigón	$2,00 \times 10^4 - 4,00 \times 10^4$
PVC-O	3.500
PE	1.000 (corto plazo) / 150 (largo plazo)
PRFV	$1,0 \times 10^4 - 3,9 \times 10^4$



Valores de μ para tubería de fundición dúctil K-9 (UNE-EN 545:2002)		
ID (mm)	e (mm)	μ
80	6	1,331E-05
100	6	1,378E-05
150	6	1,496E-05
200	6,3	1,591E-05
250	6,8	1,662E-05
300	7,2	1,731E-05
400	8,1	1,840E-05
500	9	1,927E-05
600	9,9	1,998E-05
800	11,7	2,108E-05
1.000	13,5	2,189E-05

Valores de μ para tubería de polietileno PE 100 - SDR11/S5 (UNE 12201:2003)			
DN (mm)	ID (mm)	e (mm)	μ
90	73,6	8,2	2,268E-04
110	90,0	10,0	2,274E-04
125	102,2	11,4	2,266E-04
140	114,6	12,7	2,280E-04
160	130,8	14,6	2,264E-04
180	147,2	16,4	2,268E-04
200	163,6	18,2	2,272E-04
225	184,0	20,5	2,268E-04
250	204,6	22,7	2,277E-04



Valores de μ para tubería de acero espesor/diámetro $\geq 8\%$ (DIN 2458:1981)			
DN (mm)	ID (mm)	e (mm)	μ
800	785,8	7,1	2,408E-05
1.000	980,0	10	2,263E-05
1.200	1178,0	11	2,367E-05
1.400	1375,0	12,5	2,400E-05
1.600	1571,6	14,2	2,408E-05
1.800	1768,0	16	2,406E-05
2.000	1965,0	17,5	2,426E-05

Valores de μ para tubería de PVC-O Clase 500 (ISO DIS 16422:2003)			
DN (mm)	ID (mm)	e (mm)	μ
110	104,0	3,0	2,491E-04
140	133,8	3,1	3,074E-04
160	153,0	3,5	3,112E-04
200	191,2	4,4	3,094E-04
250	239,0	5,5	3,094E-04
315	301,2	6,9	3,108E-04

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.

Para las actas de las pruebas se utilizarán formularios similares a el que se incluye a continuación:



 Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia		PARTE PRUEBA DE PRESIÓN UNE-EN 805:2000		Fecha:	
				Hora:	
DATOS DE LA OBRA	PROYECTO:				
	CONTRATISTA:			TESTIGO:	
	TUBERÍA. MATERIAL Y DIÁMETRO:				
	LONGITUD DEL TRAMO DE PRUEBA:				
	Nº DERIVACIONES:			Nº ACOMETIDAS:	
	PRUEBA Nº:			FOTOS:	
DATOS DE LA PRUEBA	Presión de Diseño de la Tubería (DP) (Kp/cm²)				
	Presión Máxima de Diseño de la Tubería (MDP) (Kp/cm²)				
	Presión de Prueba (STP) (Kp/cm²)				
	ETAPA PRELIMINAR				
	Presión Suministrada ≥ Presión de Servicio (SP) (Kp/cm²)				
	Duración 24 HORAS				
	Presión de Estabilización $MDP \leq P \leq STP$ (Kp/cm²)				
	Duración 1-2 HORAS (FD y PEAD)				
	ETAPA PRINCIPAL PUESTA EN CARGA				
	Tiempo mínimo de la Prueba (min) 60 min				
	Tiempo real de la Prueba (min)				
	Descenso de presión máximo permitido $\leq 0,2$ (Kp/cm²) (FD y PEAD)				
	Descenso de presión Real (Kp/cm²)				
	ACEPTACIÓN/ RECHAZO				
OBSERVACIONES:					



3.23 Limpieza, pruebas de desinfección y puesta en servicio de la tubería

Una vez realizada la instalación de la tubería y ejecutadas las pruebas de la tubería instalada, y previo a la puesta en servicio de la misma, debe procederse a su limpieza general y desinfección.

Limpieza general

La limpieza previa a la puesta en servicio de la red se efectuará por sectores, mediante el cierre de las válvulas de seccionamiento adecuadas.

El llenado de la conducción se realiza, en general, por el punto más bajo de la misma, y a una velocidad de aproximadamente 0,05 m/s.

Se abrirán las válvulas de desagüe del sector aislado y se hará circular el agua alternativamente desde cada una de las conexiones del sector con la red general. Se recomienda que la velocidad de circulación del agua este comprendida entre 1 m/s y 3 m/s.

La limpieza general no podrá en modo alguno sustituir a la desinfección indicada en el siguiente apartado, que deberá realizarse previamente a la puesta en servicio.

Desinfección

Una vez realizada la instalación de la tubería y ejecutadas las pruebas de presión de manera satisfactoria, y previo a la puesta en servicio de la misma se procederá a la desinfección de la conducción. Se deberá avisar a CABB, con 48 horas de antelación de la pretensión de realizar la misma con el fin de que la dirección técnica de la obra esté presente el día en la prueba. En el proceso de desinfección se rellenará el documento D7.4-37 parte prueba de desinfección.

El Contratista o entidad solicitante proporcionará todos los elementos precisos para efectuar estas pruebas, así como el personal necesario; El CABB comprobará la calibración de los fotómetros o equipos medidores suministrados por el contratista in situ.

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 éste último, sería suficiente con la utilización de una toma de ½" para salida del agua clorada.

La prueba de desinfección se realizará siguiendo los pasos descritos a continuación:

- Vaciado de la conducción. Tras la realización de manera satisfactoria de la prueba de presión.
- Cerrar todas las acometidas y comprobar que cierran bien las válvulas.
- Llenado de la conducción con hipoclorito. Se hace entrar agua con una disolución de hipoclorito sódico al 15% en cloro activo (150g/L de cloro activo), a fin de llenar el tramo



y conseguir una concentración final de cloro libre de 5 ppm. 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 5° 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.
- Toma de datos. Transcurridas 24h, se analiza el nivel de cloro residual con un medidor de cloro (fotómetro). La dirección técnica revisa la toma de datos.
 - Si el resultado ≥ 2 ppm: La prueba se da por satisfactoria. Se vacía el tramo y se puede proceder a la conexión del tramo en el sistema de distribución.
 - Si el resultado < 2 ppm: La prueba no es satisfactoria y debe repetirse.

En cualquier caso, el vaciado de la conducción debe efectuarse asegurando que la concentración de cloro residual del vertido sea inferior a 1 ppm. Para lo que será necesario efectuar una neutralización previa al vertido en el sistema de drenaje existente. Se toma constancia de cómo se produce el vertido.

La neutralización del agua con una concentración ≥ 1 ppm, se podrá elaborar de la siguiente manera:

Tabla de productos neutralizantes	
Neutralizante	Dosis (en gramos) de producto puro por cada ppm de cloro libre y por cada m ³ de agua almacenada
Bisulfito sódico puro (NaHSO ₃)	2,0
Tiosulfato sódico puro (Na ₂ O ₃ S)	2,8
Sulfito Sódico puro (Na ₂ O ₃ S)	2,3
Agua oxigenada de 200 volúmenes (H ₂ O ₂)	5,0
Las dosis depende de otras reacciones que se produzcan en el agua, especialmente con el agua oxigenada, así como de la temperatura y del pH	

Una vez finalizado todo el proceso de desinfección y posterior análisis, para realizar las conexiones a la red existente de los distintos tramos de conducción ejecutada, así como las acometidas domiciliarias, es decir, para la puesta en servicio definitiva de la nueva red, se programará con antelación un corte de agua con el Departamento de Explotación, de manera que sean mínimas las molestias a los vecinos y los perjuicios en el suministro.

Una vez realizadas dichas conexiones, se restituirá en los distintos casos el acabado superficial con el que se contaba antes del comienzo de los trabajos.



Después de la puesta en marcha de la nueva conducción, Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia avisará al Servicio encargado del Control de Calidad para que tomen una muestra de agua de la red y realicen el análisis necesario.

Esa toma de muestras se realizará transcurridas 24 horas, 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.

Para las actas de las pruebas se utilizarán formularios similares al que se incluye a continuación:

OBRA	PROYECTO:	
	CONTRATISTA:	
	TUBERÍA. MATERIAL Y DIÁMETRO:	
	LONGITUD DEL TRAMO DE PRUEBA:	
DESINFECCIÓN	Responsable de contrata:	
	Medidor de cloro (FOTO 1): calibrado SI NO ☐ ☐	
	Fecha y hora de desinfección:	
	Concentración 5 ppm hipoclorito añadido (FOTO 2):	
	Observaciones: FOTO 1: FOTO 2:	
TOMA DE DATOS	Responsable Asistencia técnica:	
	Fecha y hora de toma de datos:	
	Tiempo real de prueba > 24 horas	SI
	Concentración $\geq$ 2 ppm hipoclorito (FOTO 3):	SI



	Observaciones:FOTO 3:
NEUTRALIZAR	Modo de neutralizar (FOTO 4):

3.24 Carga, transporte y canon de vertido de productos procedentes de excavación y/o demolición

3.24.1 Definición y clasificación

Se entienden como tales las operaciones de carga, transporte y vertido de materiales procedentes de excavación y/o demoliciones

- 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.
- Desde la zona de demolición hasta el vertedero o escombrera si fueran productos de demolición.

3.24.2 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.

3.24.3 Medición y abono

Si en los precios unitarios de excavación y/o demolición 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 (m³) 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 o desprendimientos inevitables no aprobados por el Director de Obra.

3.25 Control del ruido y vibraciones

3.25.1 Generalidades

El Contratista adoptará las medidas adecuadas para minimizar los ruidos y vibraciones.

Las mediciones del nivel de ruido en las zonas urbanas permanecerán por debajo de los límites que se indican en el apartado correspondiente del P.P.T.G.

Toda la maquinaria situada al aire libre se organizará de forma que se reduzca al mínimo la generación de ruidos.

En general, el Contratista deberá cumplir lo prescrito en las Normas Vigentes, sean de ámbito nacional ("Reglamento de Seguridad y Salud") o de uso municipal. En caso de contradicción se aplicará la más restrictiva.

El Director de Obra podrá ordenar la paralización de la maquinaria o actividades que incumplan las limitaciones respecto a ruido o vibraciones hasta que se subsanen las deficiencias observadas sin que ello dé derecho al Contratista a percibir cantidad alguna por merma de rendimiento ni por ningún otro concepto.

3.25.2 Ruidos

Además de lo ya especificado en el P.P.T.G., se tendrán en cuenta las limitaciones siguientes, en el uso de compresores móviles y herramientas neumáticas:

En todos los compresores que se utilicen al aire libre, el nivel de ruido no excederá a los valores especificados en la siguiente tabla:



Caudal del aire m ³ /min.	Máximo nivel en dB(A)	Máximo nivel en 7 m. en dB(A)
< 10	100	75
10-30	104	79
> 30	106	81

Los compresores, que a una distancia de siete metros (7,00 m.) produzcan niveles de sonido superiores a 75 dB (A) o más, no serán situados a menos de ocho metros (8,00 m.) de viviendas o locales ocupados.

Los compresores que a una distancia de siete metros (7,00 m.), produzcan niveles superiores a 70 dB (A), no serán situados a menos de cuatro metros (4,00 m.) de viviendas o locales ocupados.

Los compresores móviles funcionarán y serán mantenidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante para minimizar los ruidos.

Se evitará el funcionamiento innecesario de los compresores.

Las herramientas neumáticas se equiparán con silenciadores.

3.26 Plan de vigilancia y seguimiento ambiental

3.26.1.1 Consideraciones generales

El Plan de Vigilancia Ambiental (en adelante PVA) define un sistema que garantiza el cumplimiento de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias contenidas en el proyecto. El PVA abarca la fase de ejecución y puede extenderse a la fase de explotación.

Los objetivos del PVA son la vigilancia ambiental durante la fase de obras, que consiste en:

- Detectar y corregir desviaciones de lo proyectado con relevancia ambiental,
- Supervisar la correcta ejecución de las medidas ambientales,
- Determinar la necesidad de suprimir, modificar o introducir nuevas medidas,
- Seguimiento de la evolución de los elementos ambientales relevantes.

La necesidad de seguimiento ambiental durante la fase de explotación se determinará a la vista de los resultados del seguimiento en fase de obras.

En su caso, el seguimiento en fase de explotación tendrá los siguientes objetivos:

- Comprobación de la correcta evolución de las medidas aplicadas en la fase de obras,



- Seguimiento de la respuesta y evolución ambiental del entorno a la implantación de la actividad.

Los resultados del PVA deberán servir como fuente de información para futuros estudios ambientales, fomentando la mejora continua por parte del CABB en gestión ambiental de proyectos y obras.

3.26.1.2 Responsabilidades del cumplimiento del PVA

Hasta la finalización de la obra la Dirección de Obra (D.O.) contará con un **Técnico de Seguimiento Ambiental (TSA)** y en su caso dispondrá de un equipo cualificado en diferentes materias ambientales que se tratan en este proyecto (por ejemplo: aguas, fauna, flora, patrimonio cultural, residuos, ruido, paisaje, etc.).

Las principales tareas del TSA serán:

- Revisar y aprobar el Plan Ambiental de Obra (PAO) y el Plan de Gestión de Residuos (PGR).
- Comprobar la correcta ejecución y cumplimiento por el contratista de los requisitos ambientales del proyecto y el PAO.
- Revisar la evolución del medio, comprobando el grado de ajuste con las previsiones descritas en el documento ambiental.
- Estudiar e informar en su caso sobre todas las cuestiones ambientales que se susciten a lo largo de la obra (modificaciones o ajustes del proyecto, aparición de elementos del entorno que pueden ser afectados, no identificados previamente o insuficientemente valorados, ...).
- Llevar un **“Registro de Eventualidades”** de índole ambiental, surgidas durante el desarrollo de las obras.
- Emitir los siguientes informes:
 - **Informe preoperacional** de revisión ambiental del proyecto y estado inicial del ámbito del proyecto,
 - **Informes mensuales** de seguimiento ambiental,
 - **Informes finales** de seguimiento ambiental de obra,
 - **Informes de seguimiento en explotación**, en su caso.

El Contratista definirá un **Responsable de Medio Ambiente (RMA)**, que será el interlocutor con la Dirección de Obra para la ejecución de las medidas correctoras, y la vigilancia ambiental.

Las principales tareas del RMA serán:

- Conocer y aplicar:
 - La legislación ambiental a la obra, autorizaciones e informes ambientales,
 - Las medidas de integración ambiental y ejecutar las actuaciones de seguimiento establecidas en el estudio ambiental y en el proyecto,
 - Lo establecido en el PAO.



- Redactar y adecuar de acuerdo con la D.O. los siguientes documentos:
 - Plan Ambiental de Obra (PAO),
 - Plan de Gestión de Residuos (PGR) acorde con el Estudio de Gestión de Residuos del proyecto, y aplicarlo en la obra,
 - Informe Final de Gestión de Residuos (IGR).
- Asistir a la D.O. proporcionando cartografía, planos, y cuanta información derivada de la ejecución de la obra, del PVA y del seguimiento ambiental se precise, así como asistirle en las visitas y controles propios, en la realización de proyectos parciales de cambios o mejoras, etc.
- Previsión y vigilancia de la aplicación medidas correctoras y protectoras,
- Informar con antelación a la D.O. y sus delegados sobre las actuaciones ambientales, medidas preventivas, y medidas de gestión e integración ambiental previstas y realizadas (residuos, aguas, arqueología, vegetación, fauna, ...).

3.26.1.3 Fase de ejecución de las obras

El desarrollo del Plan de Vigilancia Ambiental atenderá a lo dispuesto en el Estudio Básico de Impacto Ambiental, que se considerará contractual en todo su contenido. Tanto el Contratista como la Dirección de Obra aportarán los medios personales y materiales suficientes para el cumplimiento de los objetivos del PVA.

A lo largo de la obra, se realizará un seguimiento continuo sobre:

- Grado de cumplimiento de las medidas protectoras y correctoras previstas.
- Estado del medio.

Adicionalmente se incluirá la comprobación de los documentos y registros que permitan verificar el cumplimiento de los requisitos ambientales de la obra.

A continuación, se indican las comprobaciones específicas que deberán realizarse en esta fase.

Medidas generales de gestión ambiental

- Efectiva aplicación de un sistema de emergencias medioambientales (A través de la revisión del PAO).
- Revisión del estado de mantenimiento de la maquinaria.
- Correcta colocación del jalonamiento de la zona de obra, especialmente en las zonas ambientalmente sensibles.
- Medidas referentes al acopio de sustancias peligrosas,
- Medidas referentes a las eventuales instalaciones de repostaje en obra,
- Medidas referentes al acopio de materiales en obra.

Gestión de residuos

Se comprobará el cumplimiento de las medidas y condiciones establecidas en el **Plan de Gestión de Residuos (PGR)**. Se comprobará específicamente:



- Correcta gestión de los residuos generados (punto limpio, entrega a gestor autorizado, etc.),
- Albaranes de entrega de gestión de residuos,
- Retirada de todos los residuos una vez finalizada la obra,
- Destino del material excedente del movimiento de tierras,
- Retirada completa de residuos procedentes de las obras, y particularmente en relación con los sistemas de balizamiento, sistemas de protección del sistema hidrológico, etc.

Paisaje

Se comprobará la ejecución correcta del **Plan de Restauración Ambiental**, y particularmente:

- Origen, especies, tamaños, presentación del material vegetal utilizado.
- Localización de las plantaciones y siembras.
- Balance de árboles plantados respecto a árboles talados.

Emisiones a la atmósfera

Se comprobará la aplicación y eficacia de las siguientes medidas:

- Limpieza periódica de viales de acceso y viario próximo.
- Control de carga durante el transporte de materiales térreos.
- Limitación de la velocidad en los caminos de obra.
- Revisión mediante la comprobación documental de las tarjetas de homologación e ITV.
- Incidencia de emisiones de polvo y partículas causadas por el transporte de materiales en la obra y excavaciones.
- Estado de la maquinaria y vehículos, y de la aplicación de correcto mantenimiento.
- Realización de riegos en viales o zonas de excavación cuando sea preciso.
- Cobertura de camiones que transporten materiales térreos para evitar la dispersión de partículas de polvo.

Ruido

Se comprobará la aplicación y eficacia de las siguientes medidas:

- Prevención de molestias por regulación de la jornada de trabajo.
- Límites de emisión sonora de la maquinaria de obra.

Calidad de las aguas

Se comprobará la aplicación y eficacia de las siguientes medidas:

- Colocación y mantenimiento en buen estado de los dispositivos de retención de sedimentos.
- Ausencia de vertidos sobre cauce.

Tierra vegetal y suelos naturales

Se comprobará la aplicación y eficacia de las siguientes medidas:



- Retirada selectiva del espesor correspondiente a la capa de tierra vegetal.
- Mantenimiento adecuado de los acopios de tierra vegetal hasta su uso.
- Almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos para prevenir la contaminación.
- Existencia de manchas de aceite, combustibles, bidones en mal estado, presencia de materiales en las proximidades de los cursos de agua o suelos naturales.
- Control de la ocupación mínima necesaria de suelo.

Vegetación y flora

Se comprobará la aplicación y eficacia de las siguientes medidas:

- Correcta realización de talas y desbroces.
- Prevención del desarrollo de vegetación invasora sobre los acopios de tierra vegetal.

Fauna

Se comprobará la aplicación y eficacia de las siguientes medidas:

- Se comprobará que se respeta el periodo crítico de reproducción del visón europeo (*Mustela lutreola*), recogido en el Plan de Gestión correspondiente y recogido en el calendario de obras establecido.
- Comprobación de que no se introducen de elementos contaminados con especies invasoras en la zona de obra.

Usos recreativos

Se comprobará la aplicación y eficacia de las siguientes medidas:

- Mantenimiento del estado de los tramos de los caminos y sendas en el entorno de la obra.
- Mantenimiento del estado de los viales a la finalización de las obras, y en su caso restitución si se apreciase daños.

Patrimonio cultural

Se comprobará la aplicación y eficacia de la siguiente medida:

- Informe inmediato a la administración de cultura, en caso de aparición de algún hallazgo de patrimonio cultural.

3.26.1.4 Fase de explotación de las obras

A continuación, se indican las comprobaciones específicas que deberán realizarse en esta fase.

- Seguimiento periódico de la aparición de especies invasoras y en su caso, eliminación temprana de las mismas.
- Ejecución de tratamientos de restauración ambiental pendientes.



3.26.1.5 Medición y abono

La medición y abono de las actuaciones de seguimiento y vigilancia ambiental de las obras se realizará con cargo a las unidades de obra citadas, realmente ejecutadas, de acuerdo con las especificaciones descritas y el contenido completo del Programa de Vigilancia Ambiental incluido en el Anejo de Integración Ambiental.

Para el desarrollo del programa durante la fase de ejecución, se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios.

Si el plazo de ejecución se prolongase con respecto al inicialmente previsto, se entenderá prorrogada la vigencia del Programa de Vigilancia Ambiental y, por tanto, del conjunto de tareas y con la periodicidad en él recogidas, estando obligado el Contratista al mantenimiento de los equipos de personal y medios materiales y auxiliares necesarios para su correcto desarrollo.

3.27 Medidas protectoras y correctoras

3.27.1 Medidas protectoras de la contaminación atmosférica durante las obras

3.27.1.1 Definición

Estas actuaciones tienen por objeto impedir la aparición de afecciones sobre las poblaciones o áreas de interés próximas a las obras, debidas a la emisión de polvo, durante la ejecución de las obras, así como por el transporte de tierras por las carreteras y caminos de la zona.

3.27.1.2 Ejecución

Las medidas a llevar a cabo para evitar emisiones de polvo que puedan generar molestias a la población o deterioros a las zonas de interés son las siguientes:

Se efectuarán riegos de todas las superficies afectadas por intensos movimientos de maquinaria durante las obras, entre las que se incluirán obligatoriamente todos los caminos de obra, los parques de maquinaria, las instalaciones de obra, los vertederos y las zonas de acopio temporal de tierras vegetales.

Quedarán excluidas de estos riegos únicamente aquellas áreas que, por motivos constructivos, no admitan la alteración de sus condiciones de humedad. La periodicidad de los riegos dependerá de las condiciones climáticas y de humedad del terreno, debiendo ser como mínimo de dos riegos semanales. En épocas secas, en verano y en períodos de intensa actividad de los movimientos de tierras, los riegos se intensificarán, pudiendo



oscilar su periodicidad entre un riego cada dos días y varios riegos diarios, según el criterio de la Dirección de Obra.

En el caso en que los camiones de transporte de tierras deban circular por las carreteras abiertas al tráfico ajenas a las zonas de obras, deberán contar con los adecuados elementos (lonas o mallas especiales) de cubrimiento de sus cajas, los cuales deberán estar correctamente fijados.

Asimismo, se realizarán riegos sobre las cajas de los camiones (una vez cargadas con las tierras) que deban circular por caminos o carreteras exteriores a la zona de obras.

3.27.1.3 Medición y abono

Estas actuaciones quedan incluidas dentro del presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud, en el que se recogen los riegos indicados anteriormente.

3.27.2 Balizamiento de protección

3.27.2.1 Definición y alcance

El objetivo de esta medida es establecer un sistema general de protección del ámbito colindante a la obra, acorde con la sensibilidad del entorno próximo a la obra, impidiendo de forma efectiva el acceso por parte de vehículos, maquinaria y el personal de obra a zonas que por su valor o especial sensibilidad deban ser protegidas.

Deberá ser colocado antes del inicio de la obra de acuerdo con la Dirección de Obra, que comprobará, la correcta localización y ejecución, y que deberá aprobar su colocación antes del inicio de las obras.

3.27.2.2 Ejecución de las obras

Este balizamiento consistirá en la colocación de redondos de acero o madera distanciados 4 m entre sí, y unidos por una banda de balizamiento de plástico reflectante, que deberá estar colocada a una altura mínima de 1 m.

3.27.2.3 Control de calidad

Se realizarán inspecciones visuales de la correcta colocación y del mantenimiento del balizamiento de protección.

El balizamiento debe ser retirado una vez finalizadas las obras.



3.27.2.4 Medición y abono

La medición se realizará por metro (m) de balizamiento totalmente colocado.

Esta unidad se abonará de acuerdo a los precios correspondientes del Cuadro de Precios Nº 1.

3.27.3 Dispositivos de retención de sedimentos

3.27.3.1 Definición y alcance

El objetivo de esta medida es reducir en las proximidades de la obra el riesgo de vertido de sólidos en suspensión de las aguas de escorrentía, mediante la colocación de **láminas filtrantes de geotextil**.

3.27.3.2 Ejecución de las obras

Estos dispositivos deben fijarse al terreno con estacas de madera, y deben estar enterradas en una profundidad de al menos 10 cm. Su vida efectiva es inferior a 3 meses, debiendo emplearse por cada 0,1 Ha de terreno afectado unos 30 m de longitud de barrera. La longitud máxima de talud no debe exceder de 30 m, y la pendiente del mismo debe ser inferior al 50% ó 2:1.

Estos dispositivos estarán sometidos a inspección periódica, siendo sustituidos en caso de deterioro. En caso de colmatación, deberán retirarse los materiales acumulados. Asimismo, se procederá a su retirada final, una vez concluidas las obras, trasladando a vertedero todos los productos sobrantes.

3.27.3.3 Control de calidad

Se realizarán inspecciones visuales de la correcta colocación y del mantenimiento del dispositivo de retención.

Las barreras de retención deben ser retiradas una vez finalizadas las obras.

3.27.3.4 Medición y abono

La medición se realizará por metro (m) de barrera de retención totalmente colocado.

Esta unidad se abonará de acuerdo a los precios correspondientes del Cuadro de Precios Nº 1.



3.27.4 Integración paisajística

3.27.4.1 Extendido de tierra vegetal

3.27.4.1.1 Definición y Condiciones generales

Consiste en las operaciones necesarias para el suministro y colocación de la tierra vegetal o suelos asimilados, sobre las superficies generadas tras la ejecución de las obras que hayan quedado desprovistas de vegetación y cuantos lugares se han estimado en el proyecto para el acondicionamiento del terreno.

Por lo tanto, con el fin de contribuir a la regeneración de la cubierta vegetal que posibilite a corto plazo la implantación de especies herbáceas y anuales, a medio y largo plazo la colonización de la vegetación autóctona inicial, se procederá a la extensión de la tierra vegetal previamente recogida en la obra, sin utilizar maquinaria pesada que pueda ocasionar una recompactación, especialmente si la tierra está húmeda.

Extendida la tierra, será necesario proceder a la eliminación, tanto de piedras como de cualquier objeto extraño, como raíces, rizomas, plantas, indeseables, etc.

La ejecución de la unidad de obra incluye:

- Carga y transporte a la obra de tierra vegetal procedente de acopio.
- Extendido de la tierra vegetal.
- Tratamiento de la tierra vegetal si es el caso.

Se deberá tener en cuenta que los acopios de tierra vegetal procedentes de obra, deberán conservarse en perfecto estado durante las obras, en caballones de no más de 1,5 m de altura para evitar su compactación.

Se realizará la reposición de cubierta vegetal mediante una siembra previa y posterior a la colocación de malla geotextil, y posterior estaquillado mediante estacas vivas con especies autóctonas.

3.27.4.1.2 Medición y abono

La medición se realizará por metros cúbicos (m³) de tierra vegetal realmente extendidos.

Esta unidad se abonará de acuerdo a los precios correspondientes del Cuadro de Precios Nº 1.



3.27.4.2 Siembra mecánica

3.27.4.2.1 Definición y Condiciones generales

Las siembras se aplicarán sobre las superficies a restaurar para favorecer la formación de una cobertura de herbáceas, con o sin leñosas, y evitar la erosión temprana. La siembra aplicada en el presente proyecto será la manual.

Esta siembra manual consiste en la siembra a boleto de la mezcla de especies herbáceas de 40 g/m²:

ESPECIES	TIPO	PESO (%)
<i>Medicago sativa</i>	H	10%
<i>Agrostis tenuis</i>	H	9%
<i>Festuca rubra</i>	H	23%
<i>Lolium perenne</i>	H	30%
<i>Poa pratensis</i>	H	8%
<i>Lotus corniculatus</i>	H	10%
<i>Trifolium repens</i>	H	10%
Total	-	100%

Las especies destinadas a las siembras se han seleccionado atendiendo a las características litológicas y de la vegetación del entorno. Todas las especies se encuentran comercializadas y son fácilmente asequibles. Las siembras se han diseñado con especies propias de la flora local, teniendo en cuenta las características físicas de las unidades de actuación, la litología, climatología y la composición de la vegetación de su entorno inmediato. Se ha evitado el empleo de especies exóticas en especial de aquellas de carácter invasor.

La siembra se realizará en dos fases, siendo la dirección de ambas perpendicular entre sí, para mejorar el tapado y protección de la semilla.

Las mejores épocas para la siembra coincidirán con los comienzos de la primavera y el final del otoño, en días sin viento (velocidad < 4 ms), y sin lluvia.

Si los materiales han estado almacenados, se comprobará su calidad y se realizará un análisis de la capacidad germinativa de las semillas.

También se comprobará que los componentes se mezclan en las proporciones y condiciones indicadas.



En el plazo de 1 mes después de la aplicación de la siembra se procederá a un análisis del recubrimiento mediante recuento de plántulas dentro de una superficie elegida al azar (25 x 25 cm). Se admitirá un grado de recubrimiento mínimo del 95%.

3.27.4.2.2 Medición y abono

La medición se realizará por metros cuadrados (m²) de hidrosiembra realmente ejecutada.

Esta unidad se abonará de acuerdo a los precios correspondientes del Cuadro de Precios Nº 1.

3.27.4.3 Malla orgánica de coco

3.27.4.3.1 Definición y Condiciones generales

Se trata de una malla orgánica biodegradable compuesta por malla de coco 700 g/m² Luz 10 x 10 mm; grapas de acero corrugado 6-8 mm Ø y 60 cm longitud (10/10/40).

Se aplicará en zonas de pastizal-matorral afectadas por la rehabilitación de los apoyos del sifón descendente.

3.27.4.3.2 Medición y abono

La medición se realizará por metros cuadrados (m²) de malla realmente ejecutada.

Esta unidad se abonará de acuerdo a los precios correspondientes del Cuadro de Precios Nº 1.

3.27.4.4 Labores auxiliares de preparación del terreno

Como labores auxiliares de acondicionamiento del terreno se realizarán las siguientes:

3.27.4.4.1 Despedregado

El laboreo mecánico del terreno tiene por objeto conseguir unas superficies con un acabado óptimo, para ello se eliminarán las piedras mayores de 5 cm en el 5-15 % de aquellas superficies que las presenten.



3.27.4.4.2 Rastrillado de tierra vegetal

El rastrillado tiene como objeto preparar cama de siembras y mejorar el aspecto superficial de una zona. Se efectuará un rastrillado ligero sobre las superficies que han recibido tierra vegetal y están expuestas a vistas desde puntos de observadores cercanos y frecuentados.

3.27.4.5 Plantaciones

3.27.4.5.1 Especies seleccionadas

En general, se realizarán plantaciones con especies autóctonas. A continuación, se especifican las características básicas (presentación y tamaño) que deben reunir las plantas de cada especie proyectada. El Pliego de Prescripciones Técnicas recoge el resto de condiciones y criterios de calidad que cumplirán los materiales y trabajos que componen la ejecución de las hidrosiembra y plantaciones.

El comienzo de los colectores de impulsión EV1, EV2 y EV3 discurre a través de una zona ajardinada en la que se localiza una masa arbórea compuesta por pinos. Debido a que existe posibilidad de afectar a algunos de sus ejemplares más periféricos se plantea la plantación de 5 unidades de robles (*Quercus robur*), a raíz desnuda, 125-150 cm, con el fin de compensar las unidades afectadas.

3.27.4.5.2 Plantación

Los hoyos de plantación, en correspondencia con el tamaño de la planta, tendrán de 40 a 60 cm de lado, se rellenarán con tierra vegetal, y se aportará en todos los casos de 1 a 3 kg de abono orgánico (estiércol, compost o similar) en función de dicho tamaño. Tras la instalación de la planta se realizará un primer riego que debe empapar todo el volumen del hoyo de plantación. El plazo entre plantación y primer riego, o riego de plantación, no deberá superar las 24 horas. Para las plantas suministradas en raíz desnuda este plazo no será superior a 6 horas.

Las plantaciones se efectuarán en la época de parada vegetativa (finales de otoño – finales de invierno), evitando los días de heladas.

Las plantaciones arbóreas a realizar en la zona de ocupación temporal U.A.1 serán:

ESPECIES	%	UNIDADES ARBÓREAS
<i>Quercus robur</i>	50	1ud/30m ² (marco 4x4)
<i>Fraxinus excelsior</i>	50	1ud/30m ² (marco 4x4)

En la zona de ocupación temporal U.A.3 se realizarán los siguientes estaquilles:



ESPECIES	TIPO	PESO (%)	UNIDADES
<i>Alnus glutinosa</i>	A	30%	1ud/5m ²
<i>Salix alba</i>	A	20%	1ud/5m ²
<i>Salix atrocinerea</i>	A	50%	1ud/5m ²

3.27.4.5.3 Conservación

Las labores de conservación abarcarán los dos años posteriores al momento de la plantación, y serán las siguientes:

- Riegos
- Repaso de siembras
- Siega de las zonas revegetadas
- Podas de conformación y eliminación de ramas muertas y chupones
- Reposición de marras

Se define como reposición de marras la resiembra y sustitución de plantas que el Contratista deberá efectuar durante la ejecución de las obras y durante el periodo de garantía, hasta su recepción definitiva, cuando las especies correspondientes no hayan tenido el desarrollo previsto, a juicio de la Dirección de Obra, o hayan sido dañadas por accidentes.

El repaso de siembras, las podas y la reposición de marras correrán a cargo del Contratista.

El número de riegos dependerá de la pluviometría del año climatológico concreto, y será el mínimo necesario para mantener las plantas vivas y obligarlas a generar un sistema radicular que les permita soportar las condiciones climáticas naturales.

En cualquier caso, además del primer riego de plantación, en las plantaciones y en las superficies sembradas se aplicarán al menos tres riegos durante el periodo de mayo a agosto.

Las dosis de cada riego, adicionales a las siembras, serán las siguientes:

- 20 litros/unidad de árbol

El uso de herbicidas y plaguicidas en las operaciones de mantenimiento de siembras y plantaciones, se evitará completamente, aplicando, si es preciso procedimientos mecánicos. En caso de ser imprescindibles, deberá justificarse a la Dirección de Obra, y se propondrán productos cuya persistencia y toxicidad sea mínima.

En los dos años siguientes a la ejecución de la plantación se efectuarán los riegos siguientes:



- Riego de mantenimiento de árbol. Se aplicará un mínimo de seis riegos, a razón de 20 litros/riego y unidad.

3.27.4.5.4 Medición y abono

La medición se realizará por unidad (ud) de plantación, tanto para los árboles como para los estaquilles.

Estas unidades se abonarán de acuerdo a los precios correspondientes del Cuadro de Precios Nº 1.

3.28 Gestión de residuos

3.28.1 Punto Limpio de residuos peligrosos

3.28.1.1 Definición y alcance

Este artículo comprende la unidad “Creación de un Punto Limpio para el almacenamiento de residuos peligrosos”.

El objeto del Punto Limpio es adecuar una zona para el acopio durante menos de 6 meses de residuos peligrosos generados en la obra, estableciendo una base estructural para la gestión establecida por la legislación y el estudio de impacto ambiental de los residuos peligrosos en la obra.

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.

3.28.1.2 Características

- Dimensiones mínimas (5 x 5 m).
- Accesible desde las zonas en las que se generen residuos peligrosos; si esto no es posible, deberá establecerse un punto limpio para cada zona.
- Aislamiento de la lluvia y las aguas de escorrentía.
- Cubeta con bordillo de al menos 30 cm que impida la contaminación de las áreas aledañas en caso de vertido accidental.
- Salida de la cubeta por medio de una salida taponable, para poder extraer líquidos en caso de necesidad.
- Rampa que permita el acceso desde el interior y desde el exterior.



- 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.
- Deberá tener depósitos adecuados a los diferentes tipos de residuos que se generen en obra.

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
Metal, plástico y brik	Amarillo
Madera	Marrón
Tóxicos	Rojo
Neumáticos	Negro
Papel y cartón	Azul
Vidrio	Verde
Restos orgánicos	Blanco

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.

Se señala como orientativa la siguiente distribución de contenedores según su localización:

- Parque de maquinaria y residuos de metales. Oficinas, almacén, comedor y vestuarios
- Depósito estanco preparado para grasas, aceites y otros derivados del petróleo
- Contenedor estanco para recipientes metálicos
- Contenedor abierto para neumáticos
- 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.
- Zona de construcción de estructuras y obras de fábrica
- Contenedor abierto para metales



- Contenedor abierto para maderas
- Contenedor estanco para embalajes plásticos
- Contenedor estanco para embalajes de papel y cartón

3.28.1.3 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 de la Dirección Ambiental de 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.

3.28.1.4 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.

3.28.1.5 Medición y abono

Se medirá y abonará por unidades (ud), realmente ejecutados y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye el suministro de los materiales, el replanteo y ejecución del punto limpio, su mantenimiento y retirada al finalizar las obras.

3.28.2 Canon de vertido de tierras en relleno autorizado, código LER 17 05 04

Definición

Consiste en la entrega de los residuos de tierras no contaminadas a un relleno autorizado de acuerdo a la normativa vigente.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el canon de vertido de las tierras no contaminadas en relleno autorizado.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica, previamente los residuos serán almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento para ello.

Medición y abono

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m³), realmente vertidos, incluido el canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

La carga y transporte de las tierras no está incluido en este precio por ser de abono en partida independiente.

3.28.3 Carga, transporte y canon de vertido de residuos de hormigón, código LER 17 01 01

Definición

Consiste en la entrega de los residuos de hormigón al centro de gestión autorizado.



Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica, previamente los residuos serán almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento para ello.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.28.4 Carga, transporte y canon de vertido de otros residuos de RCD's, código LER 17 09 04

Definición

Consiste en la entrega de los residuos de RCD's a un centro de gestión autorizado.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica, previamente los residuos serán almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento para ello.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.



3.28.5 Carga, transporte y canon de vertido de residuos plásticos limpios inertes, código LER 17 02 03

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones para la recogida y transporte de residuos plásticos limpios inertes, desde la zona principal de almacenamiento de residuos hasta planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores, la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.28.6 Carga, transporte y canon de vertido de residuos de hierros y aceros, código LER 17 04 05

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones para la recogida y transporte de los residuos de hierros y aceros, desde la zona principal de almacenamiento de residuos hasta planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores, la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.



Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.28.7 Carga, transporte y canon de vertido de residuos de metales mezclados, código LER 17 04 07

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones para la recogida y transporte de los residuos de metales mezclados, desde la zona principal de almacenamiento de residuos hasta planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores, la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.28.8 Carga, transporte y canon de vertido de residuos de mezclas bituminosas, código LER 17 03 02

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones para la recogida y transporte de los residuos bituminosos mezclados, desde la zona principal de almacenamiento de residuos hasta planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores, la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización.



Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.28.9 Carga, transporte y canon de vertido de residuos de restos biodegradables, código LER 20.02.01

Definición

Consiste en el conjunto de operación para la recogida y transporte de los residuos de restos biodegradables desde la zona principal de almacenamiento de los residuos (Punto limpio) hasta la planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Esta operación será realizada por los gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.28.10 Otras unidades

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t) o metros cúbicos (m³) según indicado en el Cuadro de Precios nº 1.



3.29 Partidas alzadas

En el proyecto se han previsto una serie de partidas alzadas a justificar, en aquellas unidades de obra que, aunque se estima necesaria su ejecución, son, por su propia naturaleza, de difícil precisión en cuanto a su número, lo que impide una medición exacta de las mismas.

En aquellas Partidas Alzadas a justificar para las que, en todo o parte, no sean de aplicación los precios del Cuadro de Precios nº 1, se establecerán los correspondientes precios contradictorios.



4. OTRAS DISPOSICIONES

4.1 Legislación

Además de lo señalado en este Pliego de Prescripciones Técnicas 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 con experiencia probada en obras de saneamiento, así como los equipos de topografía necesarios.

4.4 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.



4.5 Garantía de calidad

El Contratista está obligado a proveer los medios necesarios, tanto humanos como técnicos, para llevar a cabo el Control de Calidad de las distintas unidades de obra y sus medios de ejecución (autocontrol).

Para ello elaborará un "Plan de Control de Calidad" que someterá a la aprobación de la Dirección de Obra, Plan que deberá tener en cuenta las directrices contenidas en el "Manual de Garantía de Calidad" del Consorcio de Aguas para obras de saneamiento.

El Plan de Control de Calidad contendrá los correspondientes programas de puntos de inspección (PPI) y el esquema organizativo que el Contratista propone para efectuar las actividades correspondientes al Control de Calidad.

Los costes de Garantía de Calidad de los trabajos están incluidos en los precios unitarios de las unidades de obra que los integran, siempre que no sobrepasen un 1,5% del Presupuesto de Ejecución por contrata de la obra. La DO se reserva a su criterio dentro del contrato de obras y en los términos establecidos por el PCAP hasta el 0,5% del presupuesto de ejecución por contrata para controles de calidad adicionales que puedan resultar necesarios para la adecuada resolución de la obra.

4.6 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.

4.7 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 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.



En cuanto al abono de estos trabajos se incluyen en el presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud y en el Presupuesto General del Proyecto.

Bilbao, septiembre de 2025

EL INGENIERO REDACTOR DEL
PROYECTO

Fdo.: Jose Manuel Herrera Gómez

EL INGENIERO DIRECTOR DEL
PROYECTO

JOSE CARLOS
GIMENO
GIMENO -
16300255V

Firmado
digitalmente por
JOSE CARLOS
GIMENO GIMENO -
16300255V
Fecha: 2025.09.25
10:07:04 +02'00'

Fdo.: Jose Carlos Gimeno Gimeno



Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa
Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia

Iraunkortasun, Teknologia eta Berrikuntza Zuzendariordetza
Subdirección de Sostenibilidad, Tecnología e Innovación

**APÉNDICE 1: “Especificación Técnica Eléctrica, de Control,
Comunicaciones y Visualización de las instalaciones del CABB/BUPP –
Revisión 8.0” + PLANOS correspondientes**



Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa
Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA 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:

- Bombes 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:

- Bombes, aliviaderos, tanques de tormentas y pequeñas EDARs.

Podemos distinguir entre:

- Instalaciones de intemperie: Pequeños bombes 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 transporte 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 switches Industrial Ethernet.

Estos switches 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 switches Industrial Ethernet.

Estos switches 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/BUUP (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/BUUP (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/BUUP 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 switches 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.

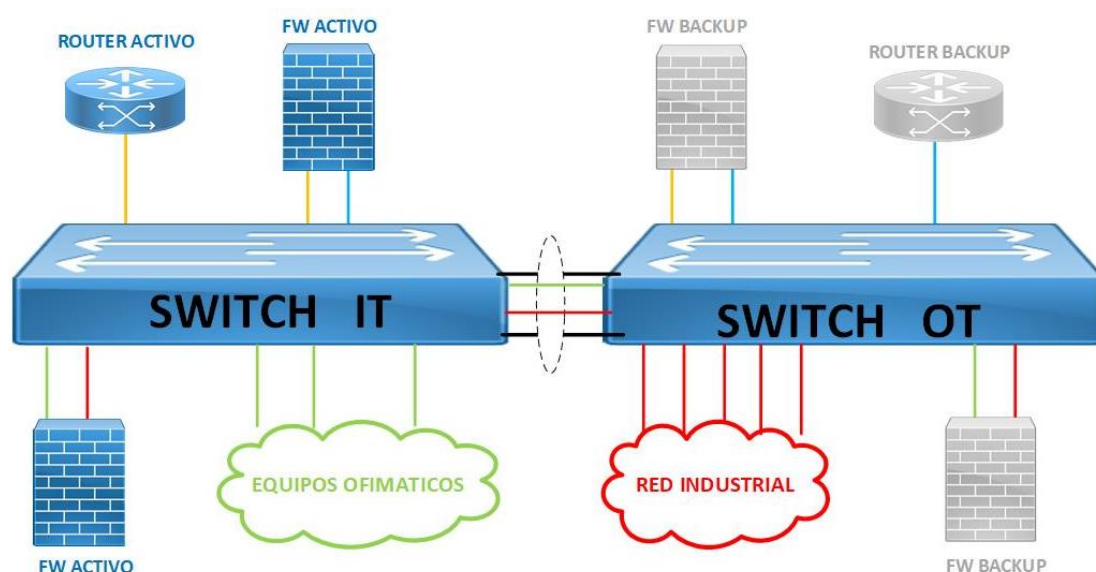
Actualmente el CABB/BBUP tiene cuatro Galaxias, dos para las estaciones de Saneamiento, situados en la EDAR de Galindo y otros dos para las estaciones de Abastecimiento situados en la ETAP de Venta Alta. Concretamente:

- 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 incorporarse 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 switches 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 Electrónico sin Conmutación Automática

Salidas Tipo

Circuito Tipo 1A – 1A0. Arranque directo $P \leq 9 \text{ kW}$ – Arranque bomba de achique
Circuito Tipo 1B. Arranque con variador $P \leq 5 \text{ kW}$
Circuito Tipo 1C. Arranque directo con inversor de giro $P \leq 9 \text{ kW}$
Circuito Tipo 2. Arranque con inversor $P \leq 5 \text{ kW}$
Circuito Tipo 3A. Arranque con A.E. $9 \text{ kW} < P \leq 55 \text{ kW}$
Circuito. Tipo 3B. Arranque con variador. $5 \text{ kW} < P \leq 55 \text{ kW}$.
Circuito. Tipo 3C. Arranque con A.E. e inversión de giro. $9 \text{ kW} < P \leq 55 \text{ kW}$.
Circuito Tipo 4A. Arranque con A.E. $55 \text{ kW} < P \leq 150 \text{ kW}$
Circuito Tipo 4B. Arranque con Variador. $55 \text{ kW} < P \leq 150 \text{ kW}$
Circuito Tipo 5A/5B. Alimentación servicios varios (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.
○ <u>Transformadores de potencia</u>	
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.
○ <u>Aparamenta de baja tensión</u>	
UNE-EN (IEC) 62.208	Envoltentes 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.
○ <u>Canalizaciones y cables</u>	
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
○ <u>Otras</u>	
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 Commission**

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 °C
- Máxima: + 40 °C
- Humedad relativa: $\leq 95 \%$
- 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 2ª fase, 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 carcassas 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 ferorresonancia
 - 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 ferorresonancia
 - Enclavamiento mediante cerradura
- Celda de medida de tensión e intensidad:
 - Transformadores de tensión antiexplosivos
 - Transformadores de intensidad
 - Resistencia de ferorresonancia
 - 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 ser 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 ferresonancia. Será responsabilidad del suministrador el correcto dimensionamiento de la resistencia de ferresonancia.

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
- Envolverte metálica, pintada con epoxy poliéster
- Bobinas encapsuladas en resina
- Refrigeración ANAN
- Aislante clase H – 180°C
- Bobinado clase HC – 200°C

- 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 $\leq$ 20kV)
- Tensión asignada a 50 Hz. durante 60 seg. (valor eficaz):
 - 70 kV (para tensión primaria de 30kV)
 - 50kV (para tensión primaria $\leq$ 20kV)
- Tensión ensayo con onda de choque 1,2 / 50 μ s:
 - 170 kV (para tensión primaria de 30kV)
 - 125kV (para tensión primaria $\leq$ 20kV)
- Tensión de cortocircuito: $U_{cc} \leq 6,0\%$
- 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 °C a 40°C (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: 40°C
- Media diaria: 30°C
- Media anual: 20°C

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 ≤ 20 kV)
- Tensión asignada a 50 Hz. durante 60 seg. (valor eficaz):
 - 70 kV (para tensión primaria de 30kV)
 - 50kV (para tensión primaria ≤ 20 kV)
- Tensión ensayo con onda de choque 1,2 / 50 μ s:
 - 170 kV (para tensión primaria de 30kV)
 - 125kV (para tensión primaria ≤ 20 kV)
- Tensión de cortocircuito: $U_{cc} \leq 6,0\%$
- 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: 40°C
- Media diaria: 30°C
- Media anual: 20°C

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 frío 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, bimetálico).

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 °C.

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, Himoina o similar.

Características eléctricas:

- Tensión nominal: 400Vca
- Margen de ajuste de tensión: $\pm 5\%$
- Precisión de la tensión en régimen permanente: $\pm 1\%$
- Variación de frecuencia en régimen permanente: $\pm 0,5\%$
- Conexión en estrella
- Factor de potencia $> 0,8$
- Clase de aislamiento H
- Corriente de cortocircuito sostenida: $3xI_n$ (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 Electrónico 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 L_pA (dBA a 10 metros) de 75 dBA y una potencia L_wA 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 $2xU_n$.

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: $0,5 - 1,2 U_n$
 - Nivel bajo: $0,1 - 0,8 U_n$
- Función de sincronismo
 - Rango de tensión de sincronización: $0,02 - 0,4 U_n$



- Rango de frecuencia de sincronización: 0,02 -0,5 Hz
- Rango de sincronización 5 ... 50°
- 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 lo 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 Ø 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 señalar 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 puentes 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, $\pm 10V$, 0-5V, $\pm 5V$, 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 ($I_n > 630A$) 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.

Cuadros tipo 3b/4b

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 $I_n > 630A$ 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 $I_n > 630A$ 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 $I_n > 630A$ 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 aquella 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 $I_n > 630A$, caja moldeada para $I_n > 63A$ e interruptor modular para $I_n \leq 63A$. 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 aquella 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 $I_n \leq 63A$, 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 capaz de transmitir las siguientes informaciones: Intensidad de las tres fases, tensión de las tres fases (incluyendo sobretensión, subtenión 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 Electrónico 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 $I \leq 63A$: 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 $I \geq 50A$: 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 capaz de transmitir las siguientes informaciones: Intensidad de las tres fases, tensión de las tres fases (incluyendo sobretensión, subtenión 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 $P < 9 \text{ kW}$ - Arranque directo bomba de achique
- Típico 1 B - Arranque con variador de frecuencia $P < 5 \text{ kW}$
- Típico 1 C - Arranque directo a motor $P < 9 \text{ kW}$ con inversión de giro
- Típico 2 - Arranque con inversor $P < 5 \text{ kW}$ (válvulas y compuertas)
- Típico 3A - Arranque con arrancador estático $9 \text{ kW} < P < 55 \text{ kW}$
- Típico 3B - Arranque con variador de frecuencia $5 \text{ kW} < P < 55 \text{ kW}$
- Típico 3C - Arranque con arrancador estático $9 \text{ kW} < P < 55 \text{ kW}$ con inversión giro
- Típico 4A - Arranque con arrancador estático $55 \text{ kW} < P < 150 \text{ kW}$
- Típico 4B - Arranque con variador de frecuencia $55 \text{ kW} < P < 150 \text{ kW}$
- 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 pérdida 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 diagnóstico

Podrán ser Simocode PROV de Siemens, o TeSys T de Schneider.

- **Salida tipo 1A – 1A0: Arranque directo $P \leq 9$ 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 $P \leq 5 \text{ kW}$**

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 $P \leq 9$ 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 $P \leq 5 \text{ kW}$**

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 $9 \text{ kW} < P \leq 55 \text{ kW}$**

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 $9 \text{ kW} < P \leq 55 \text{ kW}$, 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 40°C, 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, 40°C,

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 50°C, y frecuencia de modulación de 3,3 kHz sin desclasificación y sobrecarga 150% durante aproximadamente 1 minuto cada 5 minutos (todo a la vez, 50°C, 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/ μ s, 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 envoltentes de IP54 (armarios eléctricos) e IP54 para equipos fuera de envoltentes.
- 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 armónica 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 I_n .
- 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 (50°C) 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 Securitización 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 $400:\sqrt{3}/110:\sqrt{3}$ 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 contruidos 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 $\pm 10\%$ - (3F+N), frecuencia: 50 Hz $\pm 5\%$
 - Parámetros de salida: 400 Vac $\pm 4\%$ - (3F+N), frecuencia: 50 Hz $\pm 5\%$
- Monofásicos:
 - Parámetros de entrada: 230 Vac $\pm 10\%$ - (F+N), frecuencia: 50 Hz $\pm 5\%$
 - Parámetros de salida: 230 Vac $\pm 4\%$ - (F+N), frecuencia: 50 Hz $\pm 5\%$
- 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 ondulator 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 conexiones, 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 sobrettemperatura, 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 ondulator, 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 $\pm 10\%$
- Frecuencia: 50Hz $\pm 5\%$
- Tensión de salida: 48 Vcc $\pm 15\%$
- 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: $\pm 20\text{mVpp}$
- Tiempo medio entre fallos (MTBF) > 60.000h
- Diseño compacto y ligero
- Fuentes de alimentación reguladas
- Temperatura de operación 0 - 40°C
- 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 parará 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 °C
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 °C

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...+150° 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 $\geq G1\frac{1}{2}$, $\geq 1\frac{1}{2}$ NPT

Brida $\geq DN80$, $\geq 3"$

Estribo de montaje

Presión de proceso -1...2 bar

Temperatura de proceso -40 ...+ 80 °C

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 mm ²
Grado de protección:	IP20
Temperatura de trabajo:	-20...60 °C
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 °C
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	165°

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 °C (-58...+482 °F)
Viscosidad – dinámica	0,1...10000 mPa s
Densidad	0,7...2,5 g/cm ³ (0.025...0.09 lbs/in ³); 0,47...2,5 g/cm ³ (0.0163...0.09 lbs/in ³)
Salida de señal	Mediante conmutación
Temperatura ambiente	-40...+70 °C (-40...+158 °F)
Histéresis	Aprox. 2 mm (0.08 in) con montaje vertical
Conexión a proceso	Rosca a partir de G ³ / ₄ , 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 °C
Tª fluido	0...+70 °C
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 °C
Tª fluido	-10...+70 °C
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 °C a +50 °C
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	0-80°C
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 10 ¹² Ω)
Variable de corrección	Temperatura vía Pt100/Pt 1000
Rango de corrección de T ^a	0...100°C
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 °C
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	5° ...45°C (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 Cl ₂ ± 10 % de 5 a 10 mg/L Cl ₂
Rango de T ^a	5° ...40°C



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 T ^a	0° ...50°C
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 °C
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 90° (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 20° C
Temperatura de la muestra	50 °C (máximo)
Temperatura ambiente	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 90° (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 °C, 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
	Polycarbonato
	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 °C
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 °C

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 $\geq G1\frac{1}{2}, \geq 1\frac{1}{2}$ NPT
	Brida $\geq DN80, \geq 3"$
	Estribo de montaje
Presión de proceso	-1...2 bar
Temperatura de proceso	-40 ...+ 80 °C
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 mm ²
Grado de protección:	IP20
Temperatura de trabajo:	-20...60 °C
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 °C
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 mm ²)
Lastre	275 g en resina
Grado de protección:	IP68
Ángulo de conmutación	25°
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 °C
Densidad del fluido	0,7 a 1,5
Longitud del cable	Según necesidad
Material boya	Copolímero de polipropileno
Aislamiento del cable	Neopreno (3x1 mm ²)
Lastre	250 g en resina
Grado de protección:	IP68
Ángulo de conmutación	110°



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 °C (-58...+482 °F)
Viscosidad – dinámica	0,1...10000 mPa s
Densidad	0,7...2,5 g/cm ³ (0.025...0.09 lbs/in ³); 0,47...2,5 g/cm ³ (0.0163...0.09 lbs/in ³)
Salida de señal	Mediante conmutación
Temperatura ambiente	-40...+70 °C (-40...+158 °F)



Histéresis	Apróx. 2 mm (0.08 in) con montaje vertical
Conexión a proceso	Rosca a partir de G $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{4}$ 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 μ A/ 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 °C
Tª fluido	-10...+70 °C



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
- Electrodo 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 °C a +50 °C
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 μ S/cm ... 2,5 S/cm
Precisión de medición	$\pm 1,0\%$ del valor de medición indicado o bien $\pm 0,004$ mS/cm
Tiempo de respuesta	< 15 s; T90
Sensor de temperatura	PT100
Precisión de medición T ^a	± 0.2 °C
Tiempo de respuesta T ^a	< 2 min; T90
Reproducibilidad	< 0,2 %
Sensibilidad	$\pm 0,5$ % 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 $\pm 10\%$, 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 60°C

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”

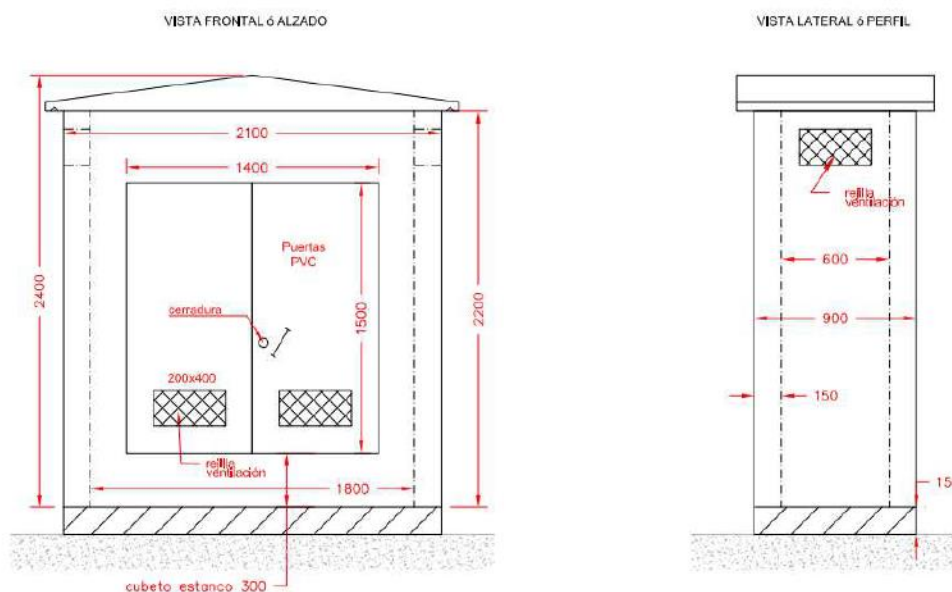
3.9.5 Caseta prefabricada de cloración

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 aproximadas de la caseta de prefabricada será 2400x2100x900 mm y el plano de esta se incluye en el capítulo “2 - PLANOS Y DOCUMENTOS”

CASETA FORMATO MONOBLOCK



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.

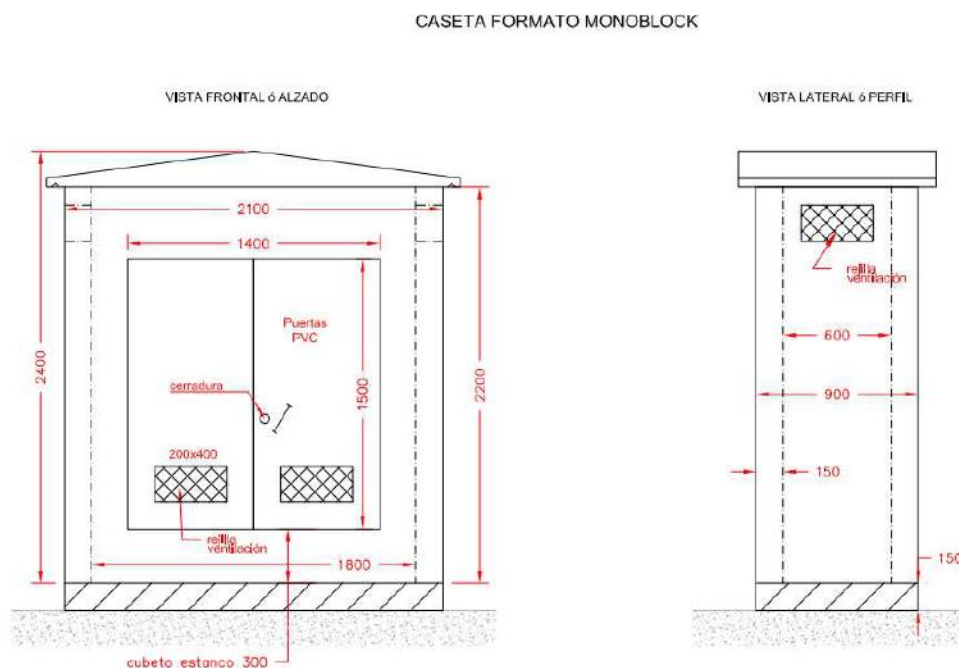
Esta caseta prefabricada de hormigón anexa a la instalación se instalará cuando sea necesario realizar la cloración del agua o la instalación de instrumentación de medida de calidad de agua fuera de la instalación debido a la falta de espacio en su interior, se construirá una caseta prefabricada.

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 aproximadas de la caseta 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: 90° C
- Temperatura máxima de cortocircuito: 250° 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 mm².

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 mm².

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 °C y 250 °C 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, 4x2x0,26mm²
- Cable Serie: cable apantallado 4x0,5mm²
- 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 120°.

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 relleno 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 discurren 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.

Proximidades y paralelismos

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 °C
- Temperatura mínima de aplicación 5 °C
- 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/mm².



Las armaduras serán barras corrugadas de alta adherencia, AEH 500 S o similar, de límite elástico mínimo 500 N/mm².

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/m², 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 40°C 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 60°C 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 -20°C (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 450-460°C 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 uniéndolas 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 60°C, 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 contratueras 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 discurren 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 ° 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 °C
- Temperatura de servicio: -40 °C a +85 °C
- 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 Laboratories 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 el 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 (+55°C máxima, media sobre 24 horas 45°C)
- 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 pérdidas 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.

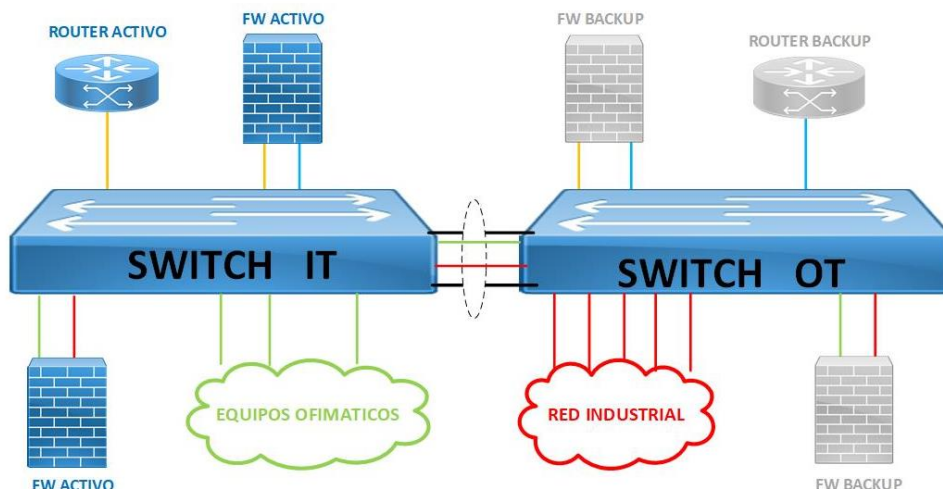
Hay instalaciones telemandadas que, por su entidad, disponen de un puesto de supervisión y control local (aparte del panel de operación local (OP). Estos puestos de supervisión y control (Puesto de Control Estación - PCE) también se encuentran integrados dentro de la infraestructura de los puestos de 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 incorporarse 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 switches Industrial Ethernet compactos para topologías eléctricas u ópticas en línea, en anillo y en estrella con velocidades de transferencia de 10/100/1000 Mb/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 explícita.

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 explícita 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, apartamento comunicable de la acometida, tarjetas adicionales de apartamento 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, apartamenta comunicable de la acometida, tarjetas adicionales de apartamenta 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 diagnóstico por software de cada canal de alimentación del fusible electrónico, se prescindirá de los contactos auxiliares, y se realizará el diagnóstico 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 proporcionen 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 (TesyT...).
- ✓ 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 explícita 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 (TesyT...). 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 (TesyT...).

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 para 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 la parte frontal e IP20 por el lado posterior, aptos para temperatura ambiente de 0 a 50 °C 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 °C 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:

Especificación Técnica Eléctrica, de Control, Comunicaciones y Visualización de las instalaciones del CABB/BBUP – Revisión 8.0



- 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:



- Módulo 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:
 - Módulo 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:
 - Módulo 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:
 - Módulo 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 periféricas 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

Línea Dedicada SHDSL

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 transmisión.

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 360° 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 90° 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 Thaummat).

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.

NOTA: 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 telemendar (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 20° C a + 60°C.
- 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 de 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 cumplirán 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 O, 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, así 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”, “phishing”, “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 Phishing. De esta manera debe de ser capaz de:
 - Bloquear sitios categorizados como phishing.
 - 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 de 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 procesamiento 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 establezcan políticas de descifrado basándose 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 μ s

- **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 Mb/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 routing scale.	1,000
QoS Scale entries.	1,000
ACL Scale entries.	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/L1-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
 - Máxímetros de intensidad por fase
 - Intensidad de disparo por fase



- Máxímetros 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 Sonatas 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 $P \leq 9$ kW – 1B: Arranque con variador de frecuencia $P \leq 5$ kW - 1C: Arranque directo $P \leq 9$ 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 t^a/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 $P \leq 5$ 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 $9 \text{ kW} < P \leq 55 \text{ kW}$ 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 apartamentada 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 intercambiarán 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 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 lo 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 entregadas 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 código 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:

Especificación Técnica Eléctrica, de Control, Comunicaciones y Visualización de las instalaciones del CABB/BBUP – Revisión 8.0



- 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.

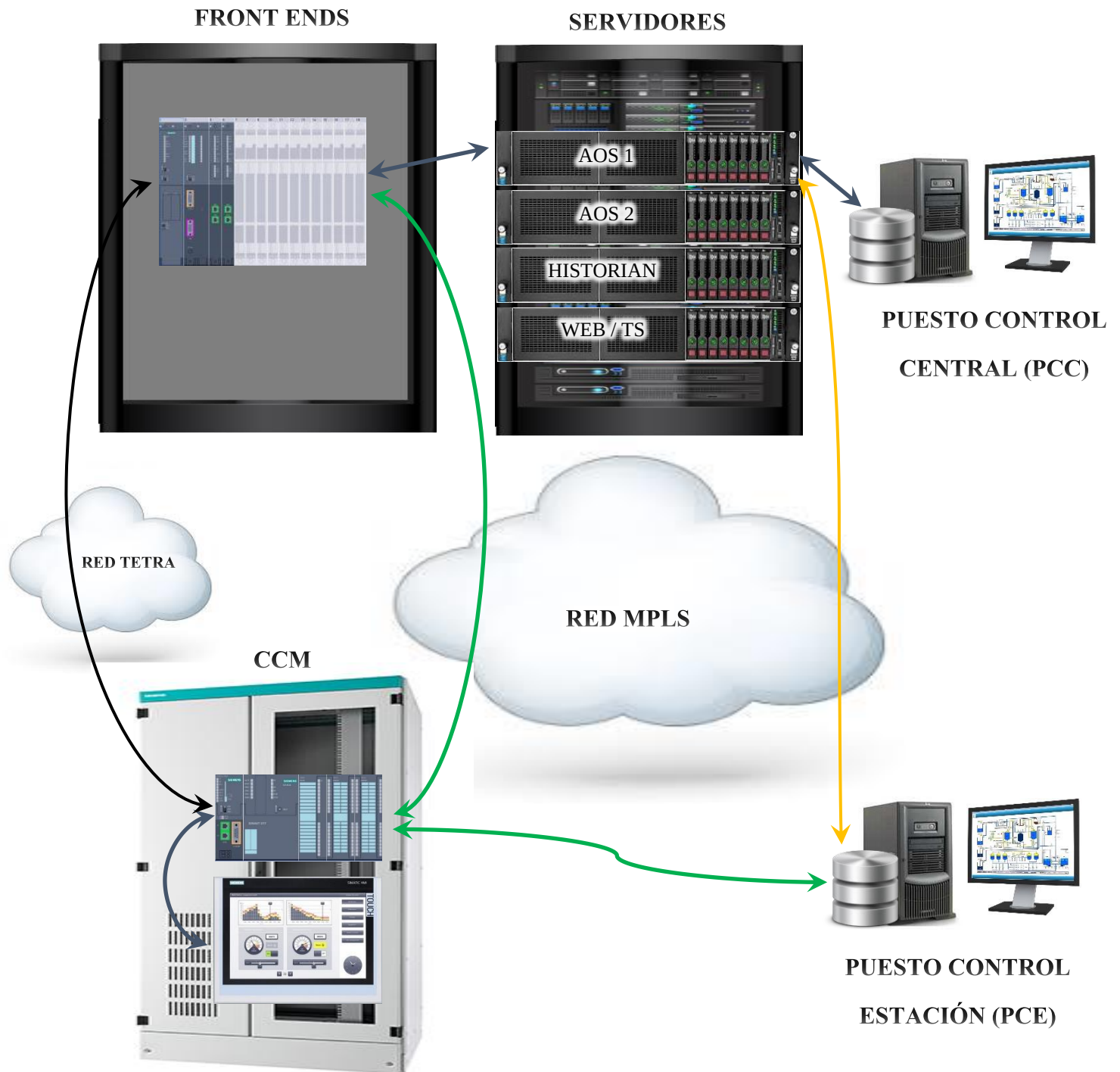
EDAR Galindo y ETAP Venta Alta

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.



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 apartamentación 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 apartamentación 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 routers que se han de conectar a la red de MPLS serán entregados 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 lo 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 entregadas 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 apartamentada 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 deben 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.

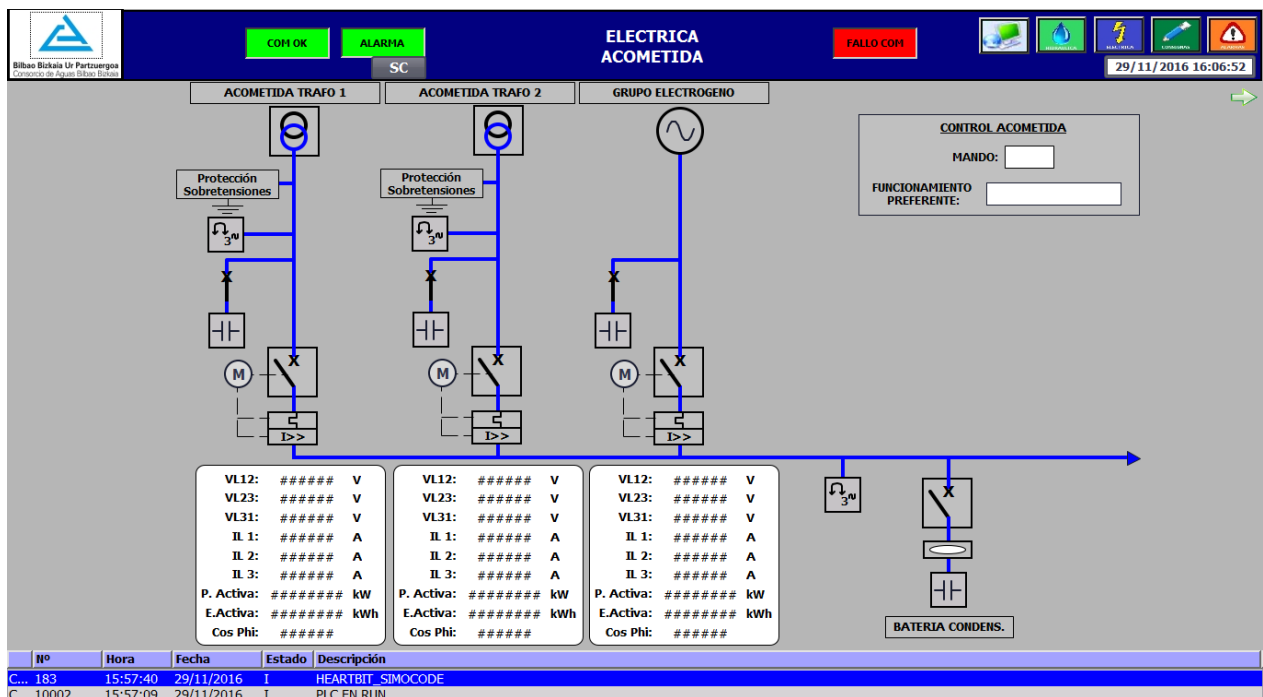
Una vez aprobada una pantalla se procederá a su animación y demás programación asociada, partiendo siempre de la pantalla estática real del SCADA finalmente aprobada.

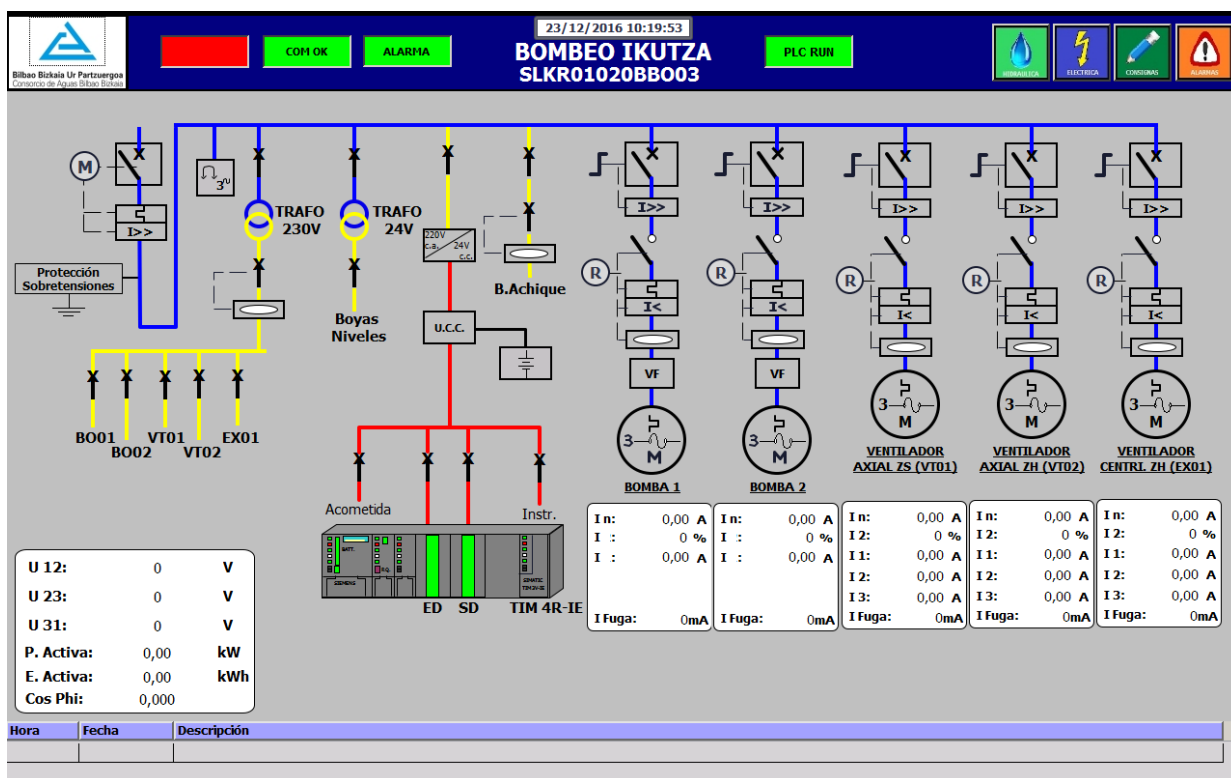
Tipos de pantallas a desarrollar

La aplicación final desarrollada deberá contener como mínimo los siguientes tipos de pantallas:

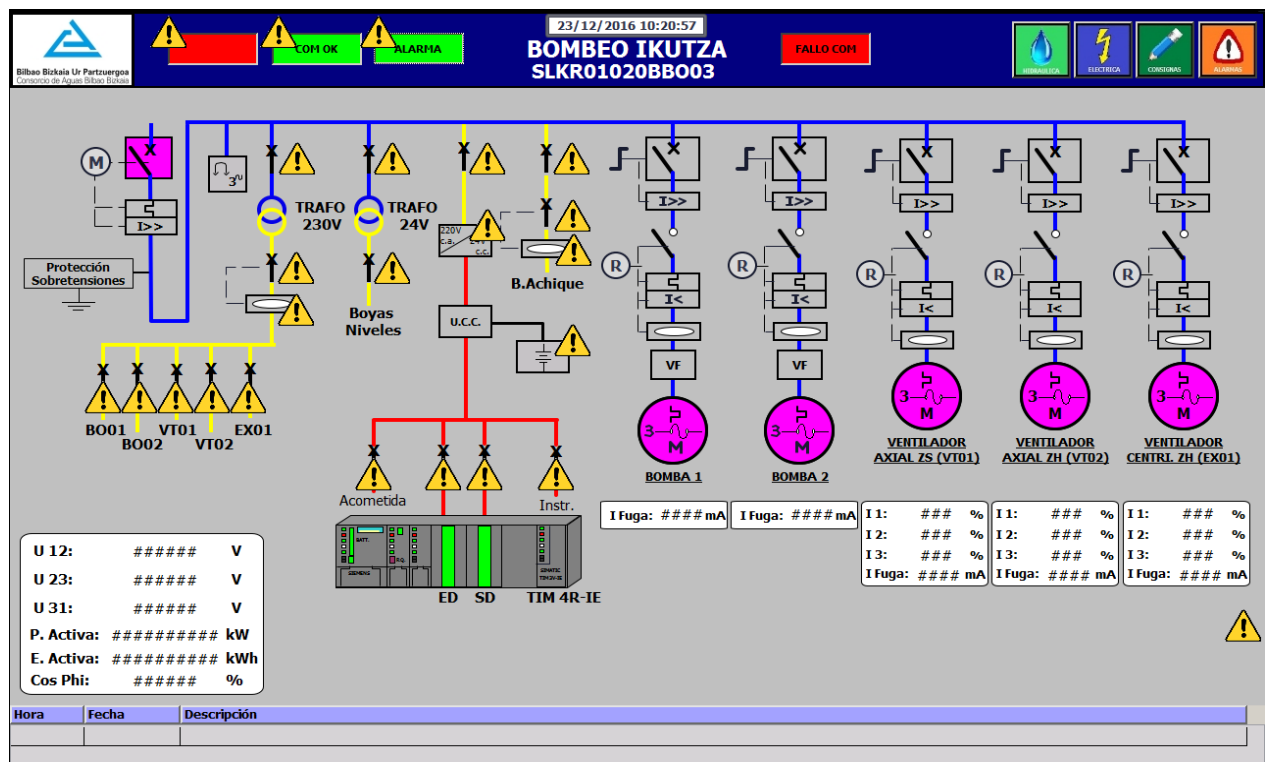
Pantallas Generales

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.

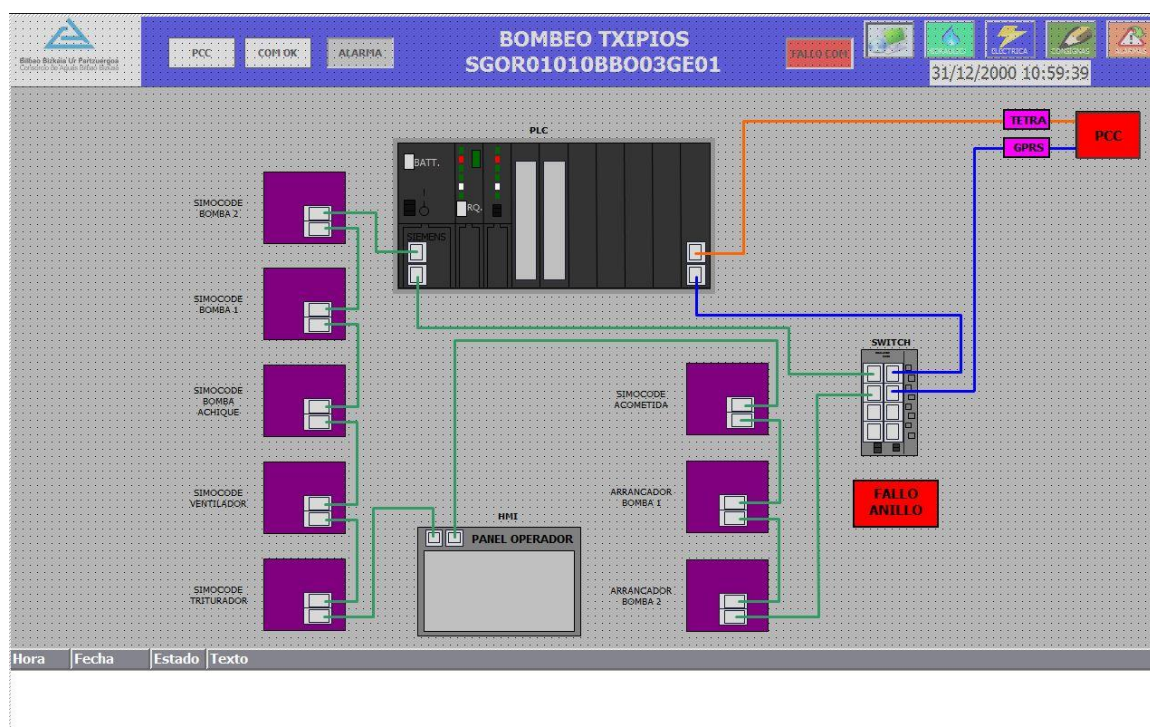
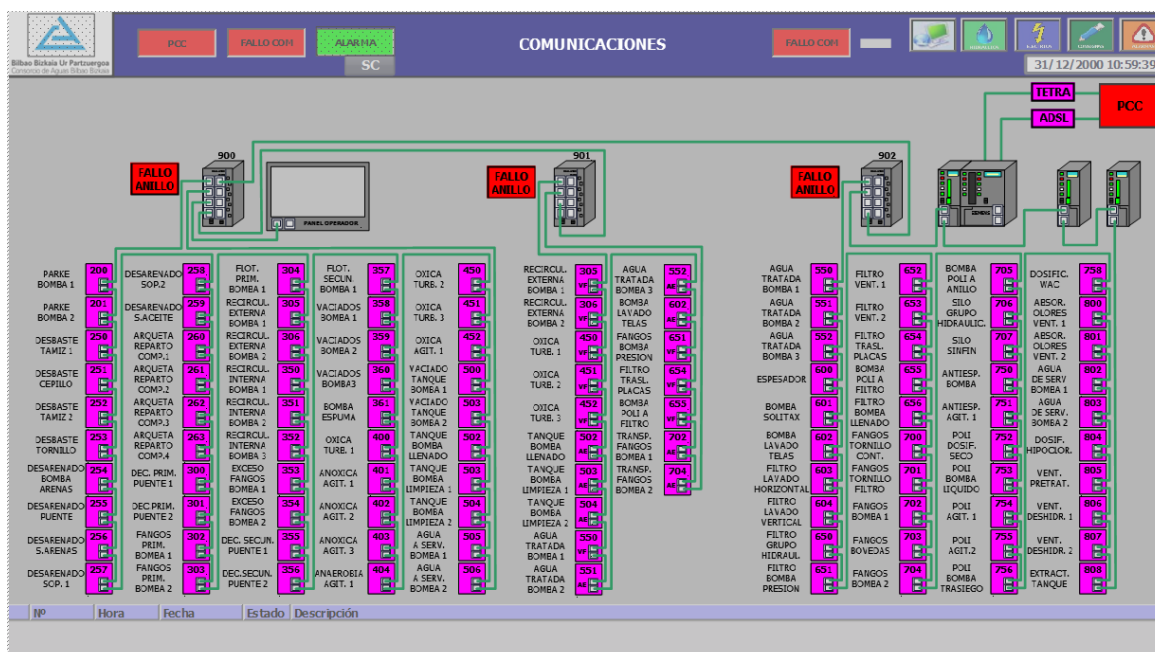




En instalaciones con controladores electrónicos también se desarrollará una pantalla eléctrica para cuando el PLC no está operativo y el HMI comunica directamente con los controladores electrónicos. Esta pantalla será similar a la desarrollado cuando el PLC está operativo, e indicará tanto las señales de los controladores electrónicos, así como indicará las señales que no se pueden representar en este modo de funcionamiento.

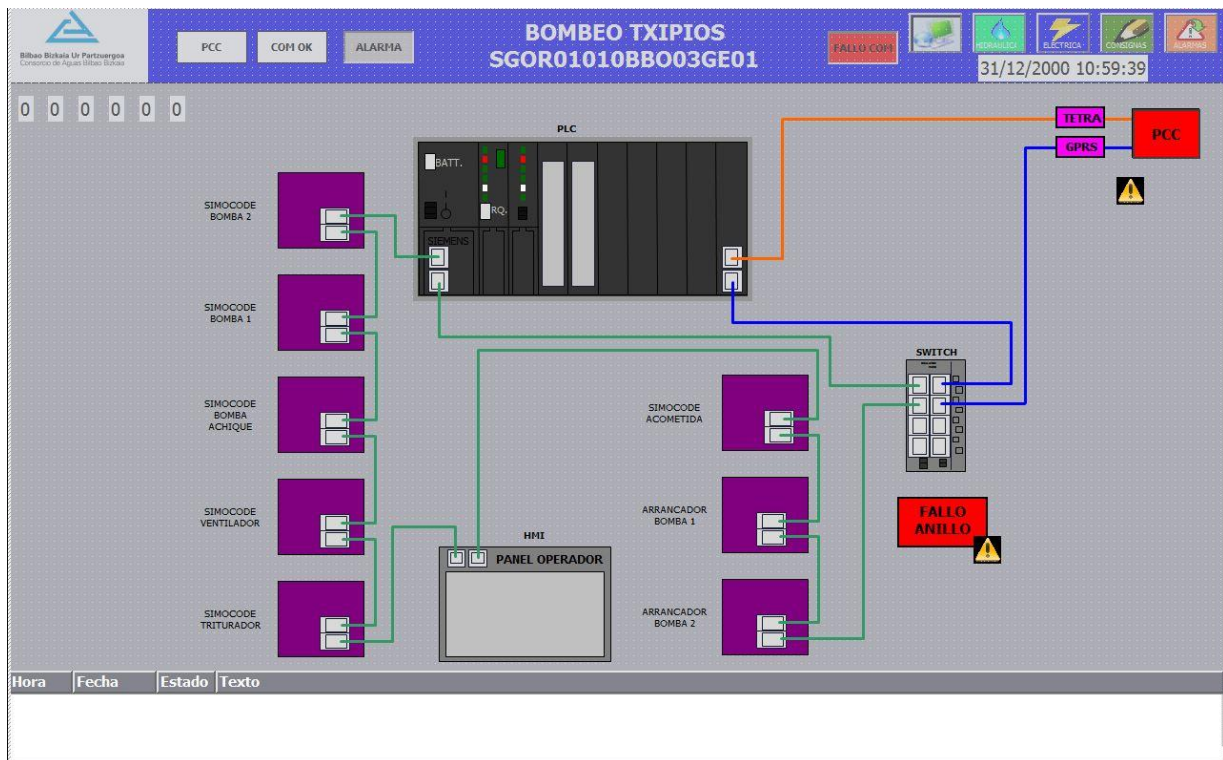


Pantalla tipo **ESQUEMA COMUNICACIONES**. Se realizará como mínimo una pantalla que reflejará la arquitectura de comunicaciones interna de la instalación, así como el estado de la comunicación principal y redundante con el Puesto de Control Central (PCC) correspondiente. Esta pantalla tendrá un diagnóstico 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.



Especificación Técnica Eléctrica, de Control, Comunicaciones y Visualización de las instalaciones del
CABB/BBUP – Revisión 8.0

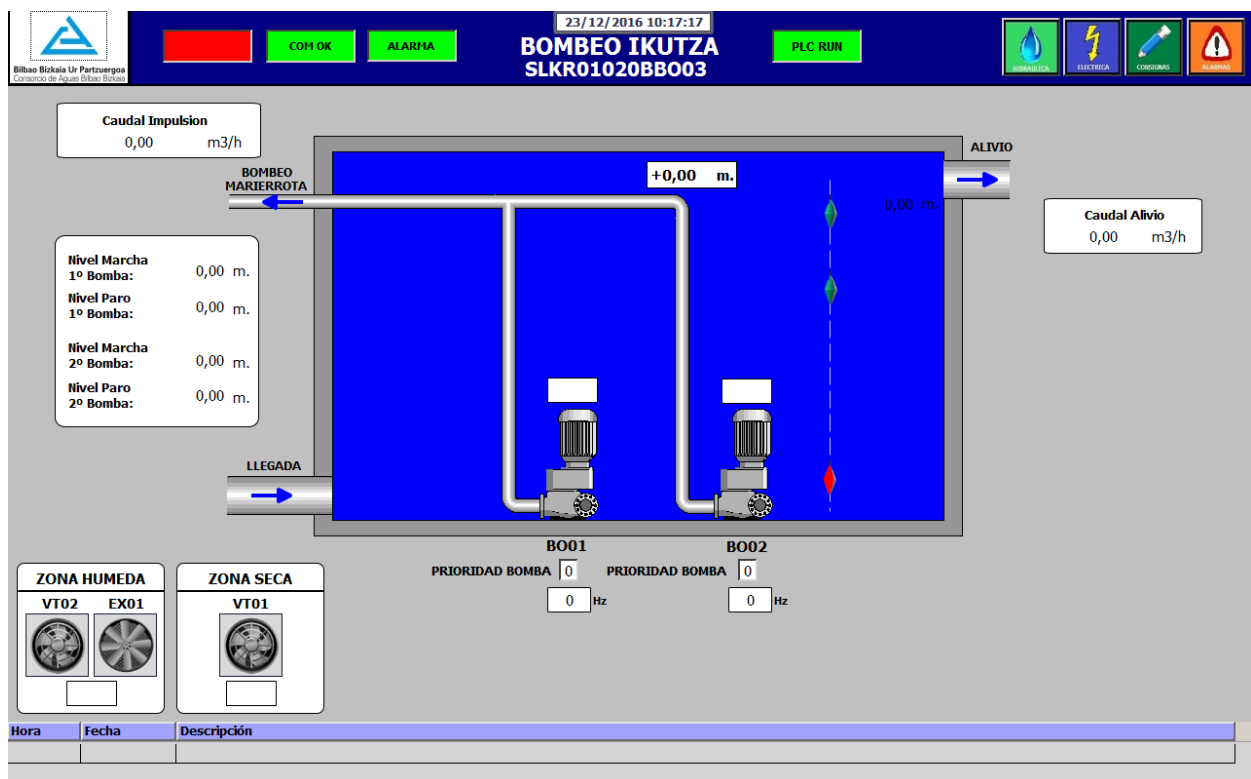
En instalaciones con controladores electrónicos también se desarrollará una pantalla tipo esquema de comunicaciones para cuando el PLC no está operativo y el HMI comunica directamente con los controladores electrónicos. Esta pantalla será similar a la desarrollado cuando el PLC está operativo, e indicará tanto las señales de los controladores electrónicos, así como indicará las señales que no se pueden representar en este modo de funcionamiento.





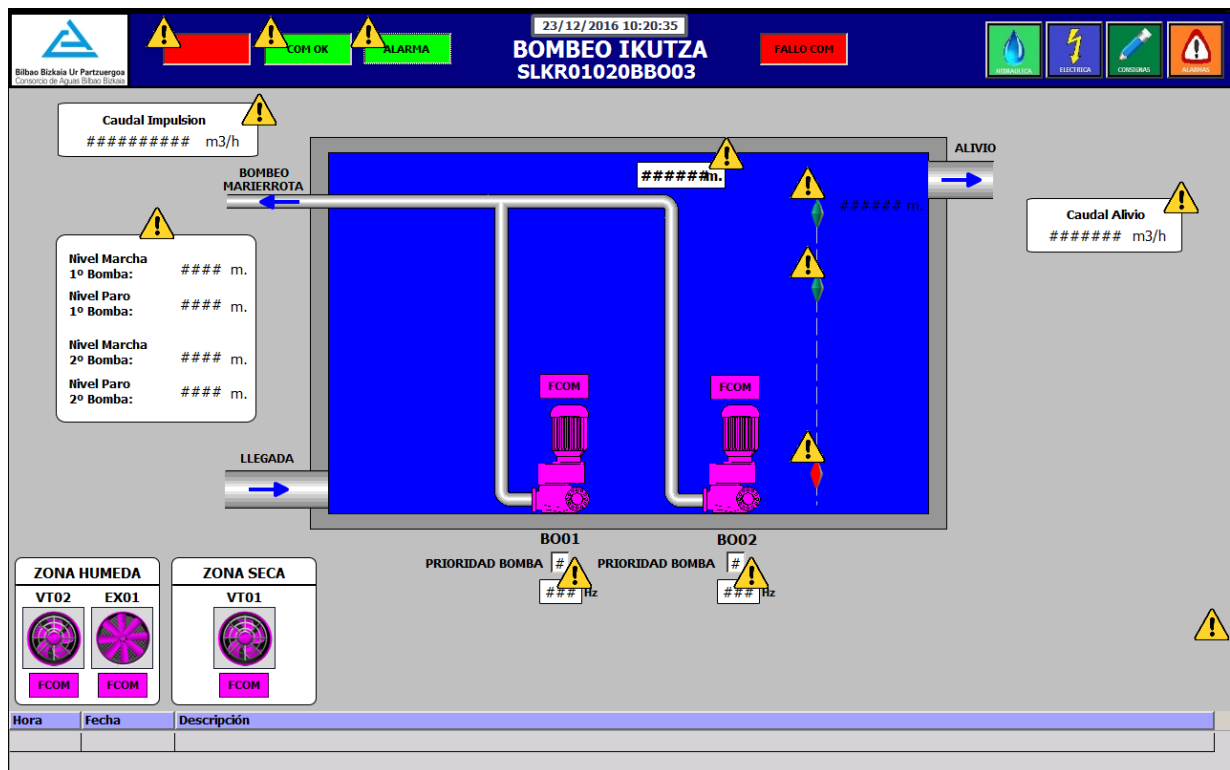
Pantalla tipo **SINÓPTICO**. Se desarrollará una pantalla de este tipo por cada zona distinta de proceso de la instalación. Si se tratase de un bombeo/aliviadero se valorará la ejecución de una (1) pantalla de este tipo.

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”.



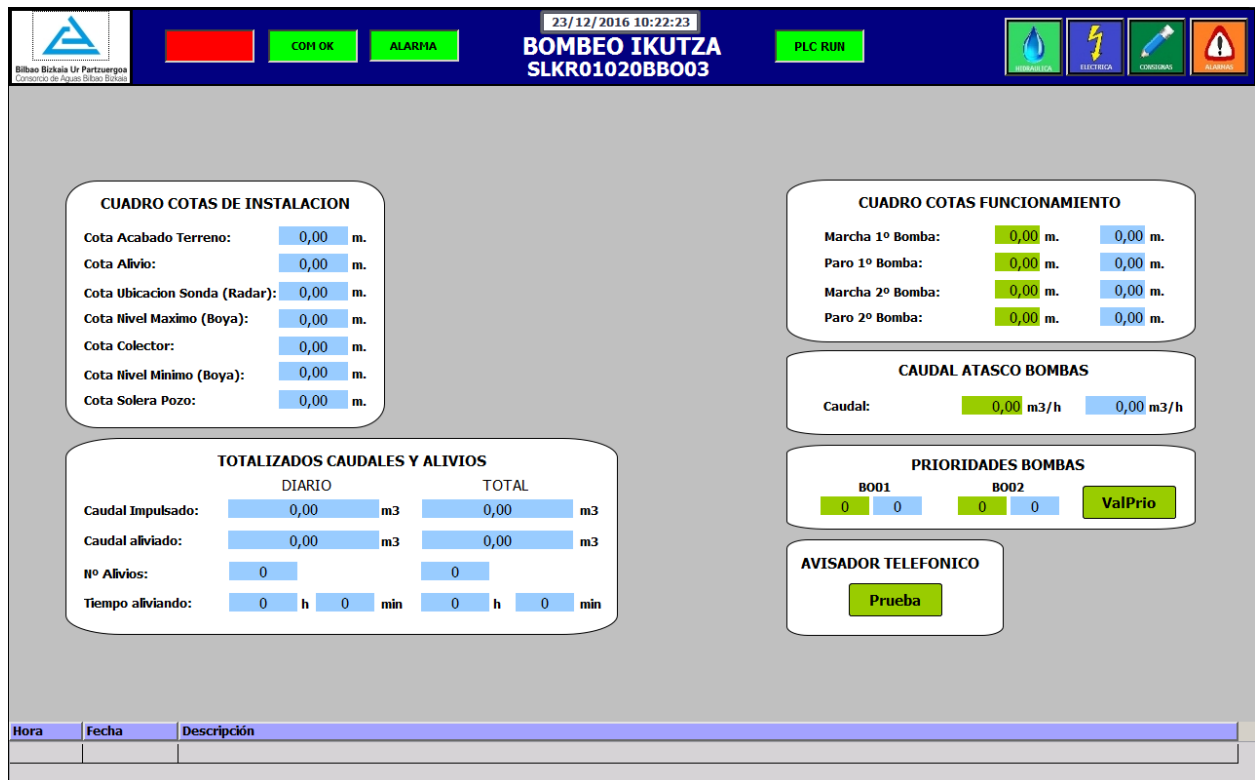


En instalaciones con controladores electrónicos también se desarrollará una pantalla sinóptico para cuando el PLC no está operativo y el HMI comunica directamente con los controladores electrónicos. Esta pantalla será similar a la desarrollado cuando el PLC está operativo, e indicará tanto las señales 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.

23/12/2016 10:21:17

BOMBEO IKUTZA
SLKR01020BB003

CUADRO COTAS DE INSTALACION

Cota Acabado Terreno: 0,00 m.

Cota Alivio: 0,00 m.

Cota Ubicacion Sonda (Radar): 0,00 m.

Cota Nivel Maximo (Boya): 0,00 m.

Cota Colector: 0,00 m.

Cota Nivel Minimo (Boya): 0,00 m.

Cota Solera Pozo: 0,00 m.

TOTALIZADOS CAUDALES Y ALIVIOS

	DIARIO	TOTAL
Caudal Impulsado:	0,00 m3	0,00 m3
Caudal aliviado:	0,00 m3	0,00 m3
Nº Alivios:	0	0
Tiempo aliviando:	0 h 0 min	0 h 0 min

CUADRO COTAS FUNCIONAMIENTO

Marcha 1º Bomba: 0,00 m. 0,00 m.

Paro 1º Bomba: 0,00 m. 0,00 m.

Marcha 2º Bomba: 0,00 m. 0,00 m.

Paro 2º Bomba: 0,00 m. 0,00 m.

CAUDAL ATASCO BOMBAS

Caudal: 0,00 m3/h 0,00 m3/h

PRIORIDADES BOMBAS

B001 0 0

B002 0 0

ValPrio

AVISADOR TELEFONICO

Prueba

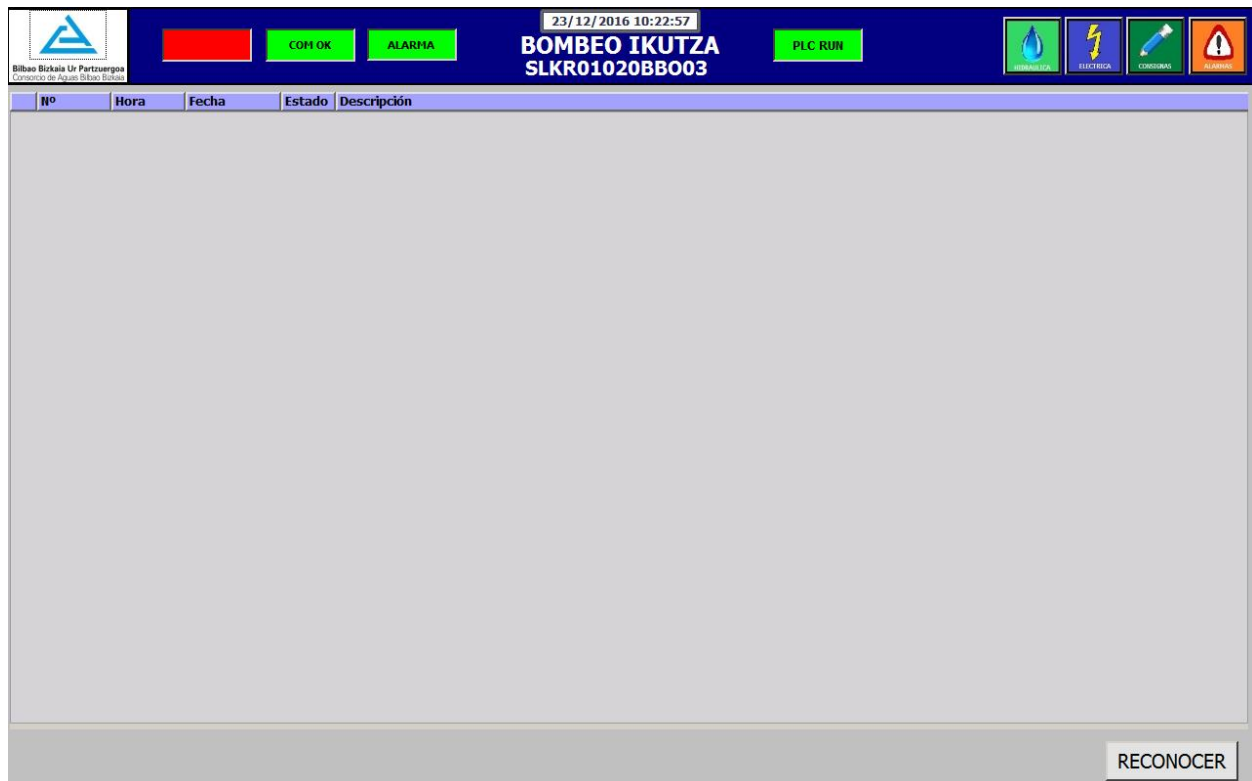
Hora	Fecha	Descripción

Especificación Técnica Eléctrica, de Control, Comunicaciones y Visualización de las instalaciones del
CABB/BBUP – Revisión 8.0

294



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.

Hora	Fecha	Estado	Descripción
10:20:25	23/12/2016	I	FALLO COM SIMOCODE VT02
10:20:25	23/12/2016	I	FALLO COM SIMOCODE VT01
10:20:25	23/12/2016	I	FALLO COM SIMOCODE EX01
10:20:25	23/12/2016	I	FALLO COM SIMOCODE GE01
10:20:25	23/12/2016	I	FALLO COM SIMOCODE BO02
10:20:25	23/12/2016	I	FALLO COM SIMOCODE BO01

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 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), Orchestra Graphics... 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 deben 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

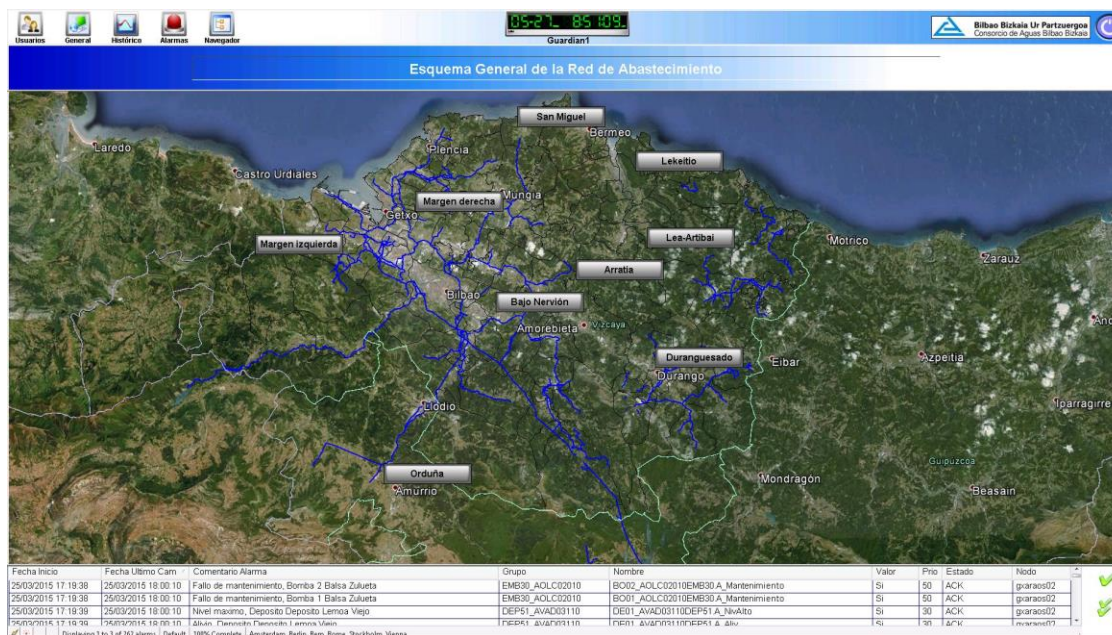
Se tendrá especial cuidado en el diseño de la información a imprimir, pensando que los colores buenos para las pantallas no son los adecuados para la impresora y viceversa. En todo momento se tendrá la opción de imprimir aquella pantalla que se esté visualizando en la aplicación (sinópticos, históricos, informes, etc.)



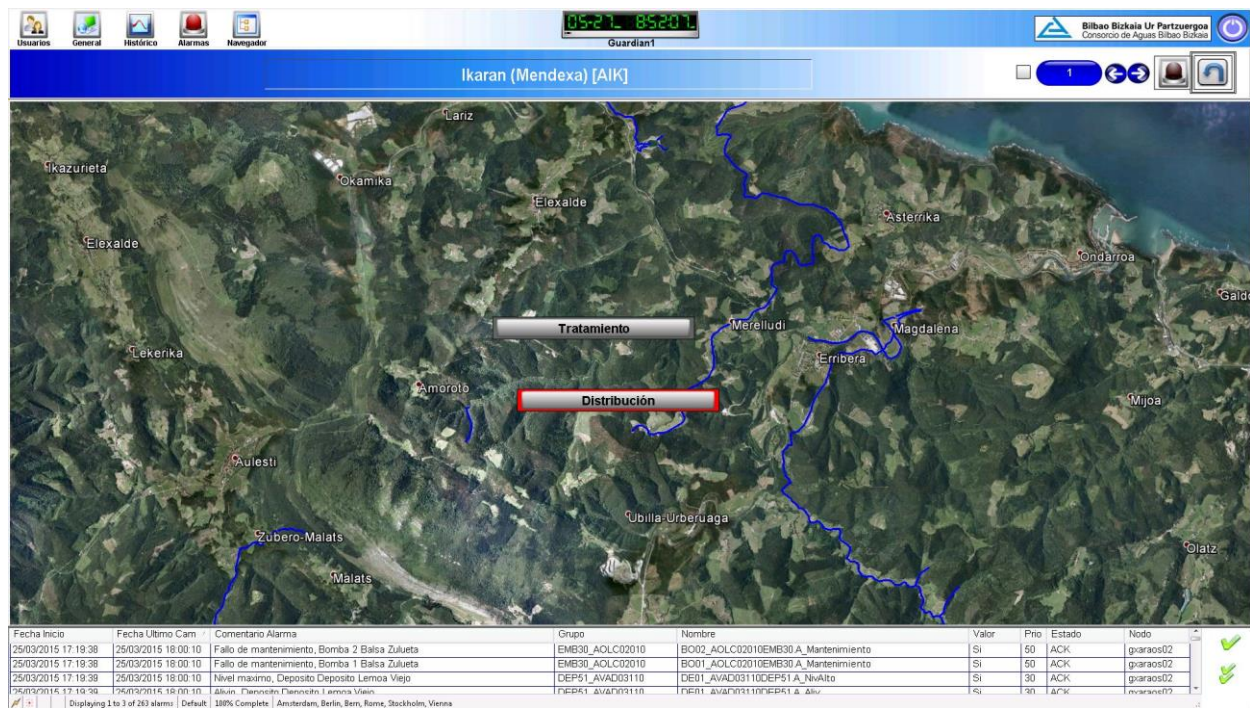
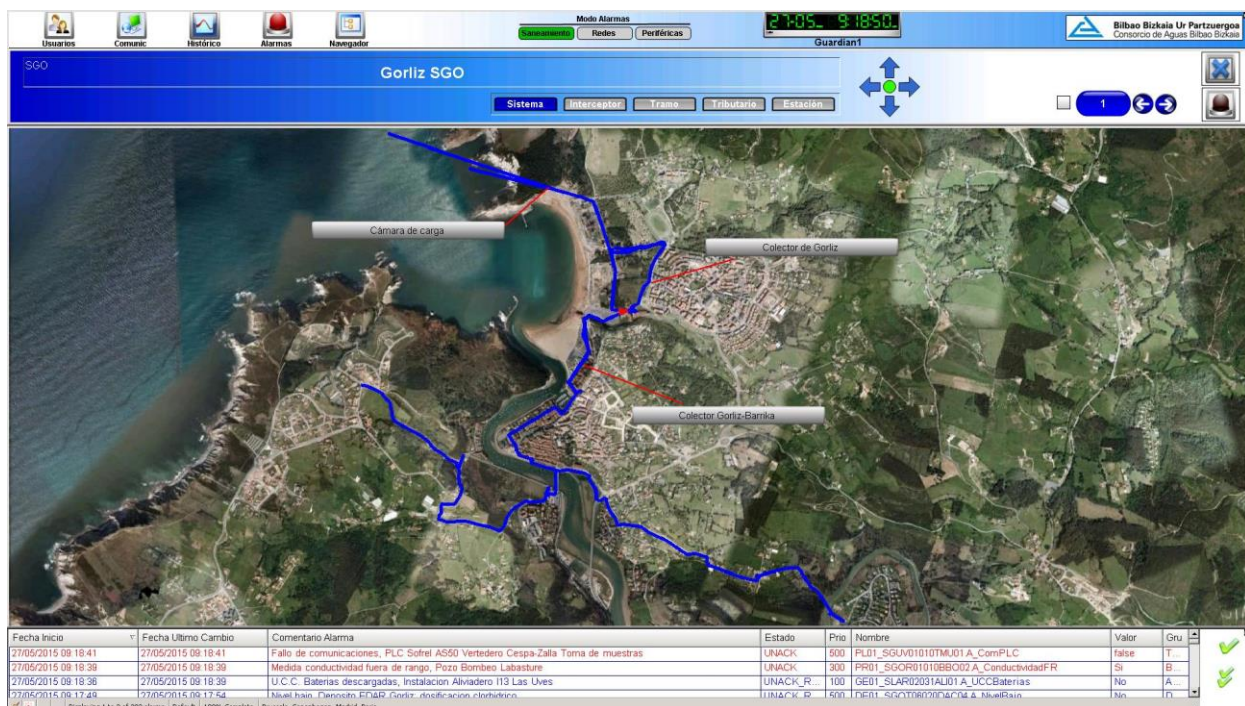
Pantallas a desarrollar

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.

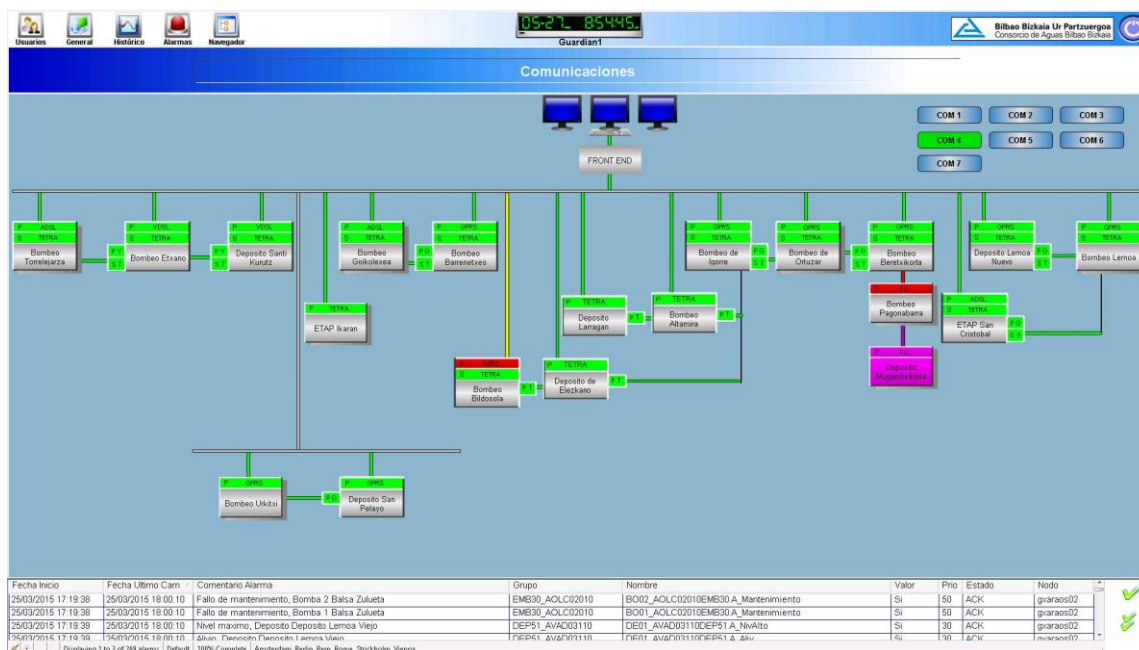


Especificación Técnica Eléctrica, de Control, Comunicaciones y Visualización de las instalaciones del CABB/BBUP – Revisión 8.0

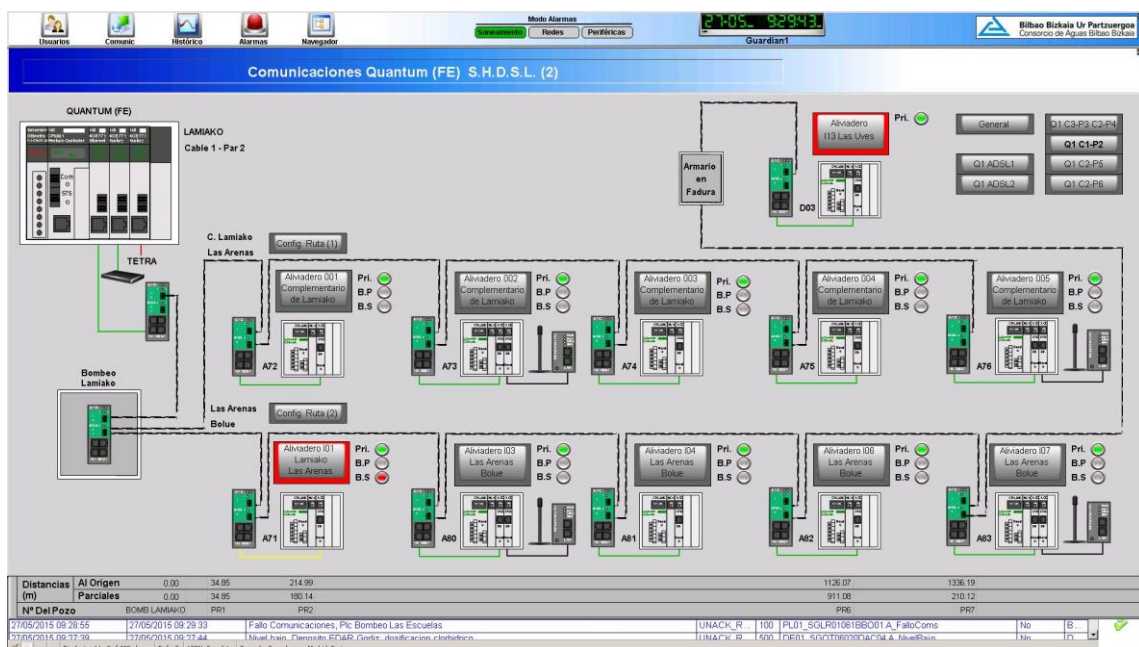


Pantalla tipo **COMUNICACIONES**, se integrarán las comunicaciones de la nueva estación en las pantallas existentes de este tipo o se generará una nueva en caso de ser necesario. En ella se reflejará el tipo de comunicación de la instalación con el PCC y su estado (activa o no).

Abastecimiento

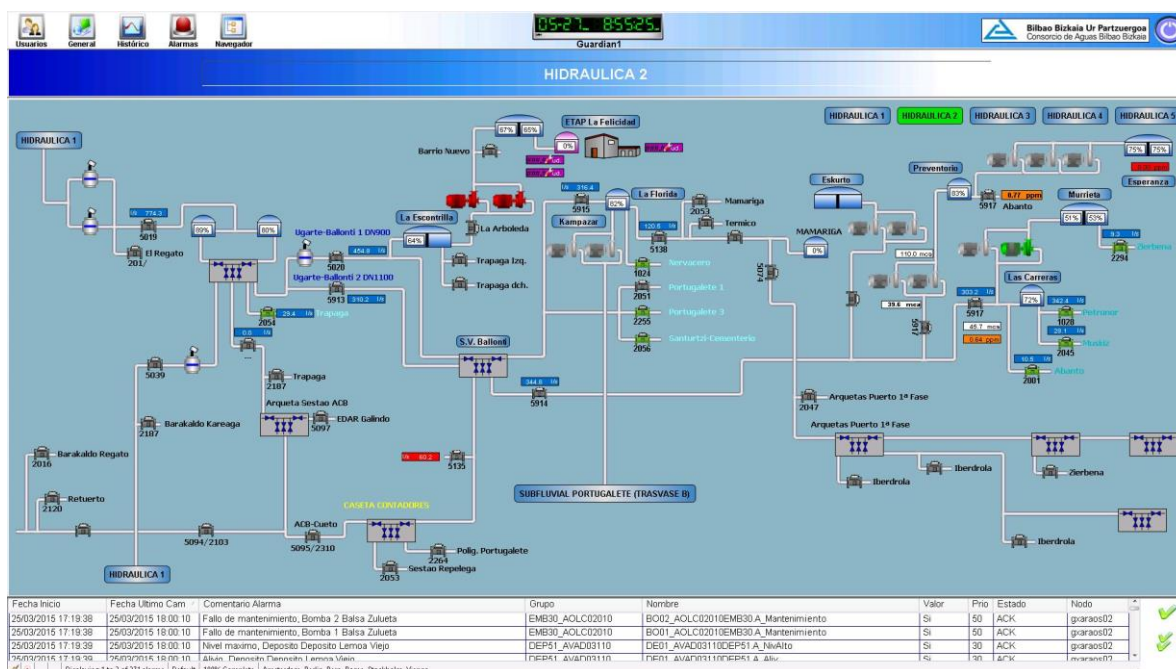
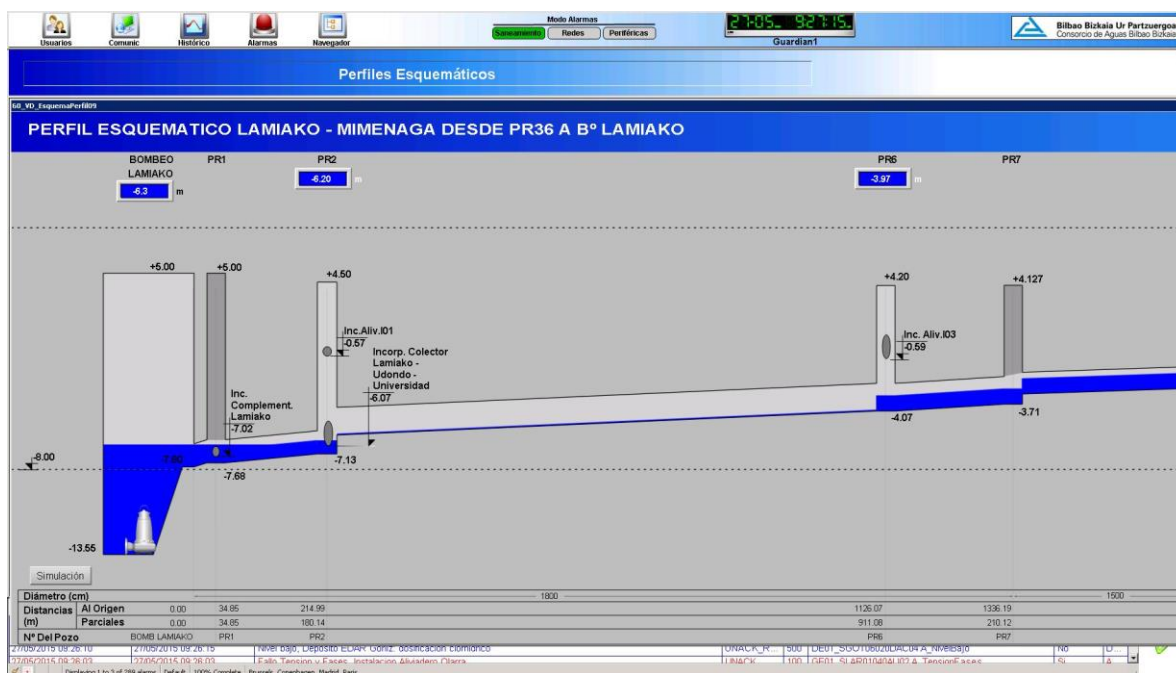


Saneamiento



Especificación Técnica Eléctrica, de Control, Comunicaciones y Visualización de las instalaciones del
CABB/BBUP – Revisión 8.0

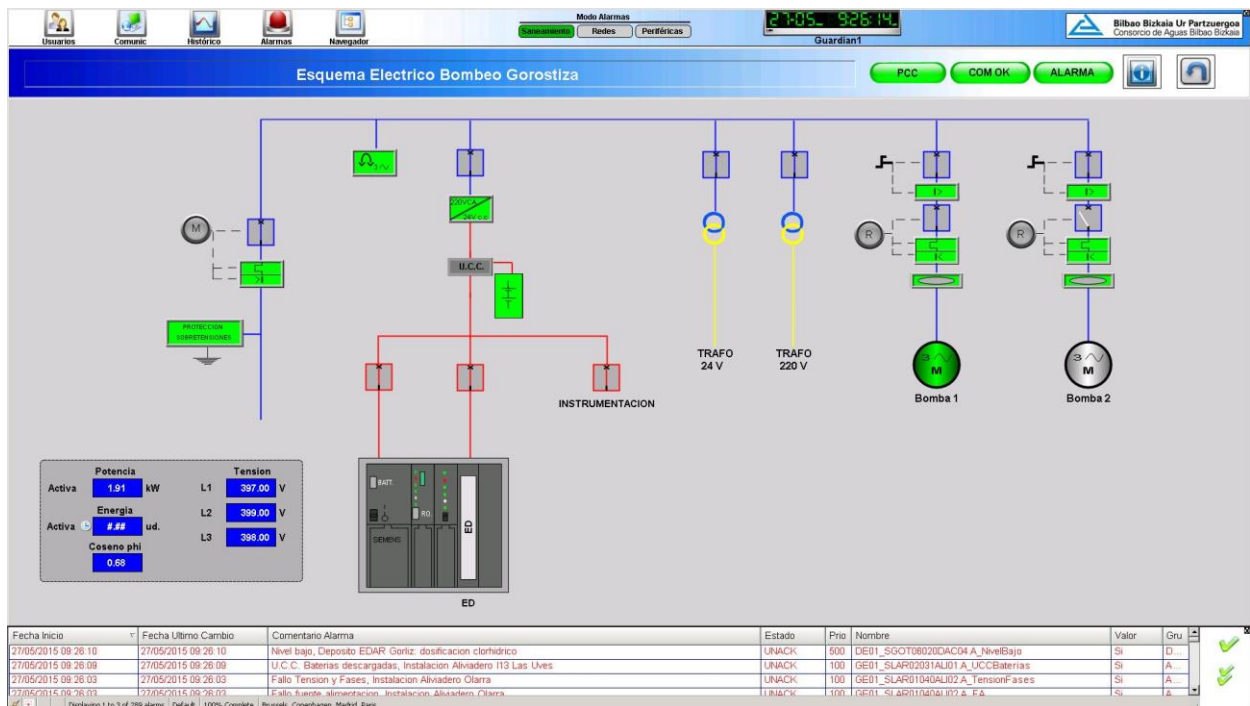
Pantalla tipo **PERFIL** (Saneamiento) o **TRAMO** (Abastecimiento), se integrará la nueva estación en las pantallas existentes de este tipo o se generará una nueva en caso de ser necesario. En ella se reflejará el recorrido del agua desde un punto origen hasta un punto destino, mostrándose los datos de proceso (niveles, caudales...) más relevantes de dicho tramo.



Especificación Técnica Eléctrica, de Control, Comunicaciones y Visualización de las instalaciones del
CABB/BBUP – Revisión 8.0

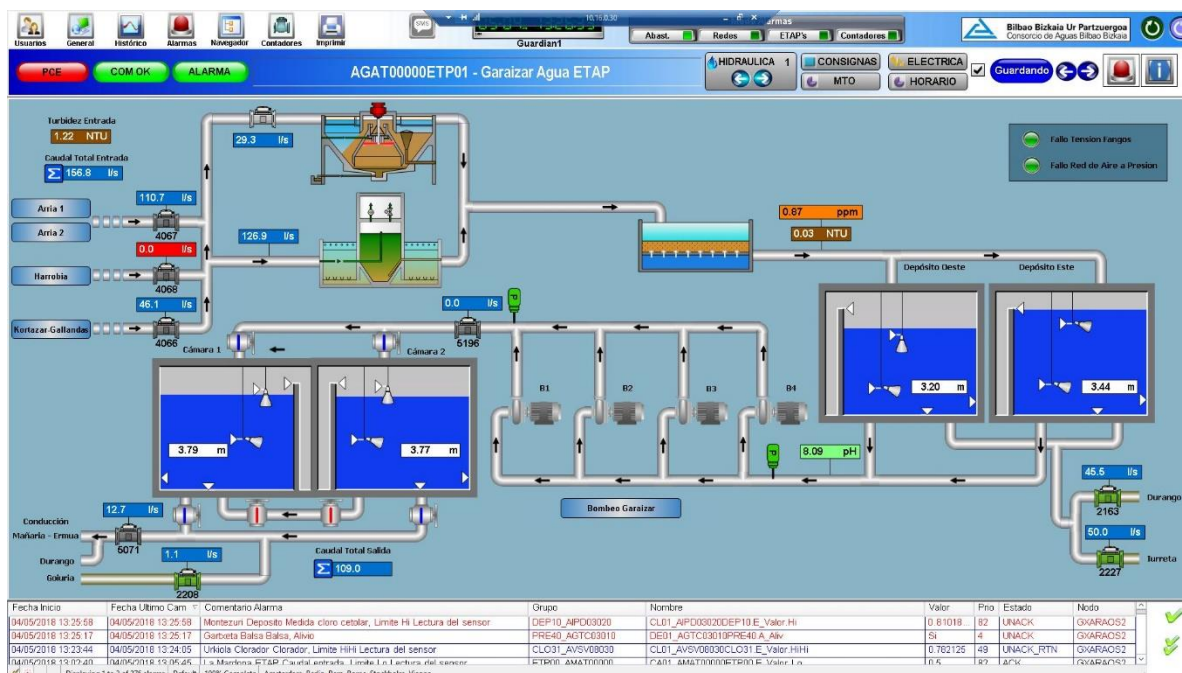
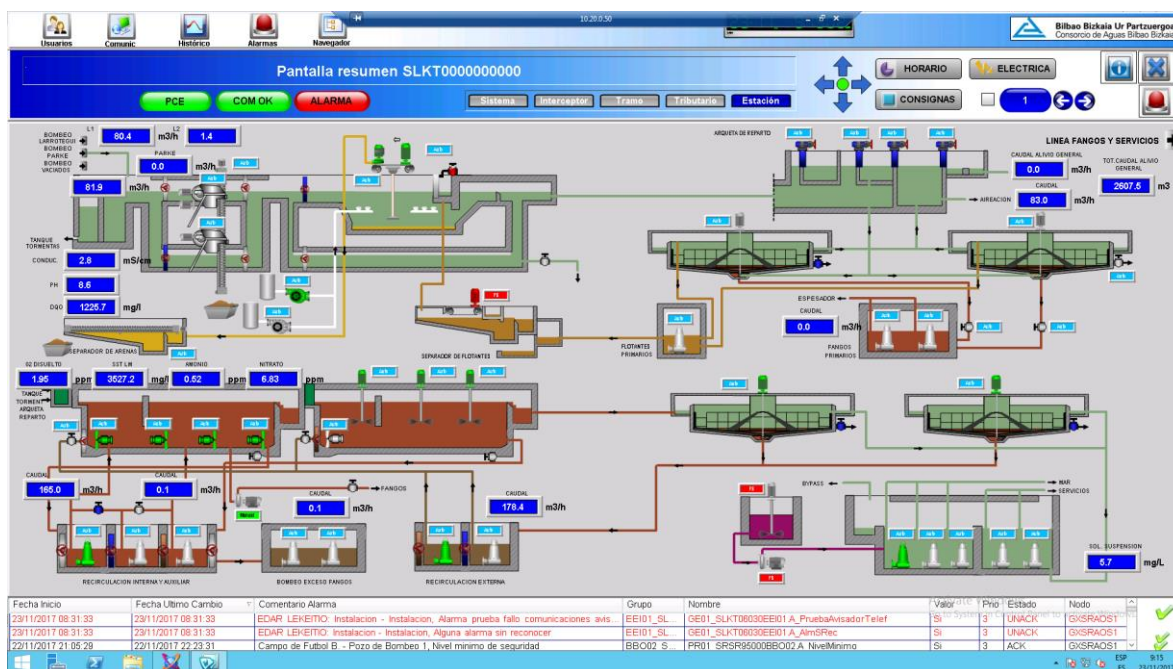


Pantalla tipo **ESQUEMA ELÉCTRICO**, se realizará como mínimo una pantalla que reflejará el esquema unifilar eléctrico de la instalación mediante simbología eléctrica normalizada, serán animadas y desde ellas se podrán ejecutar órdenes de rearmes (interruptores magnetotérmicos, relés diferenciales, etc..). 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 Bombes 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.

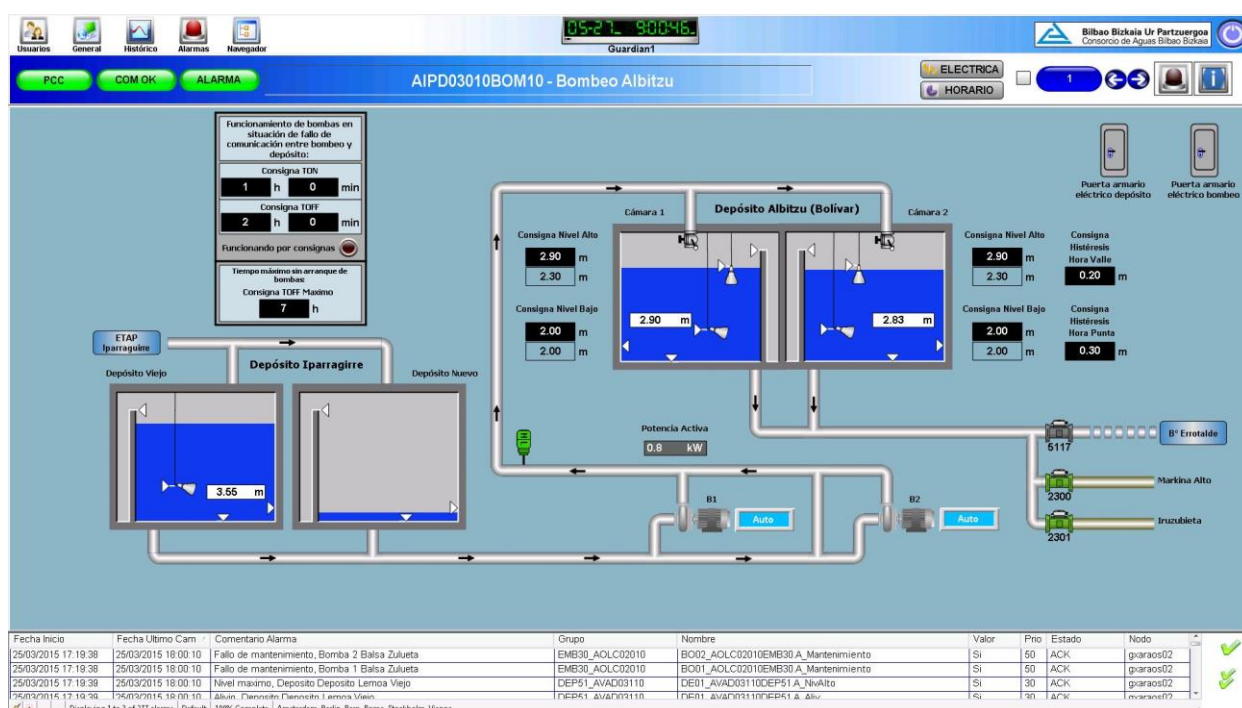


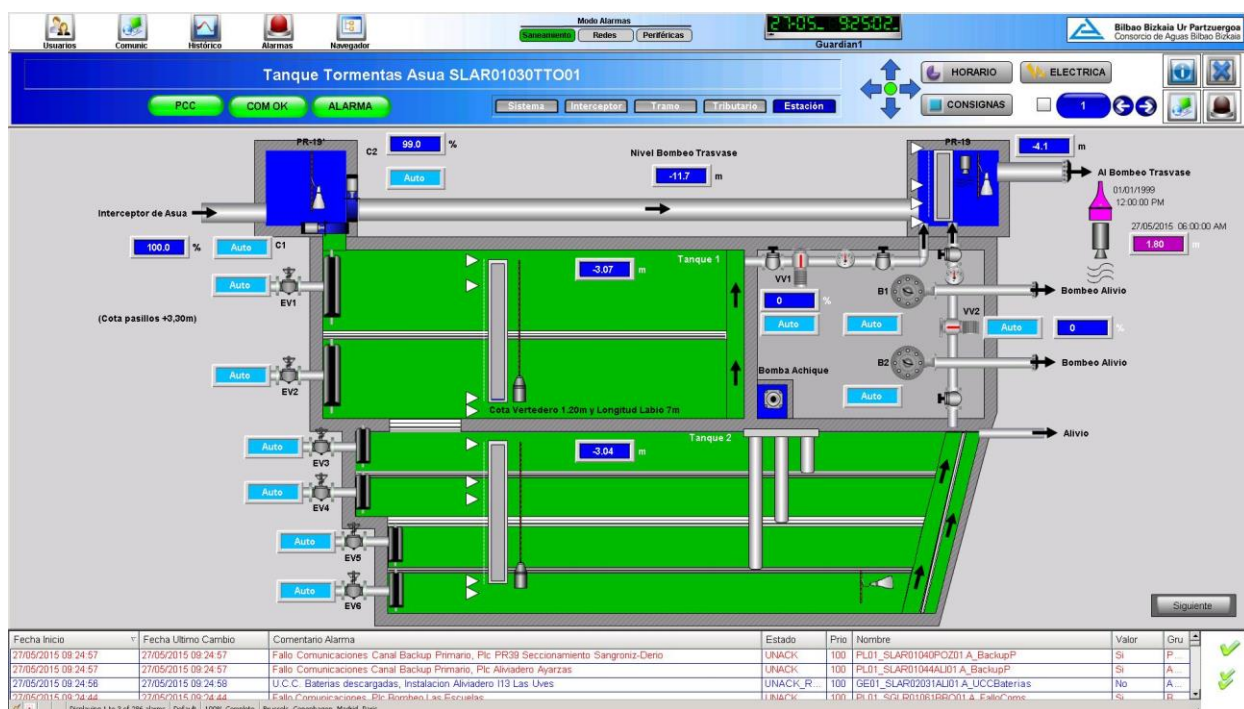
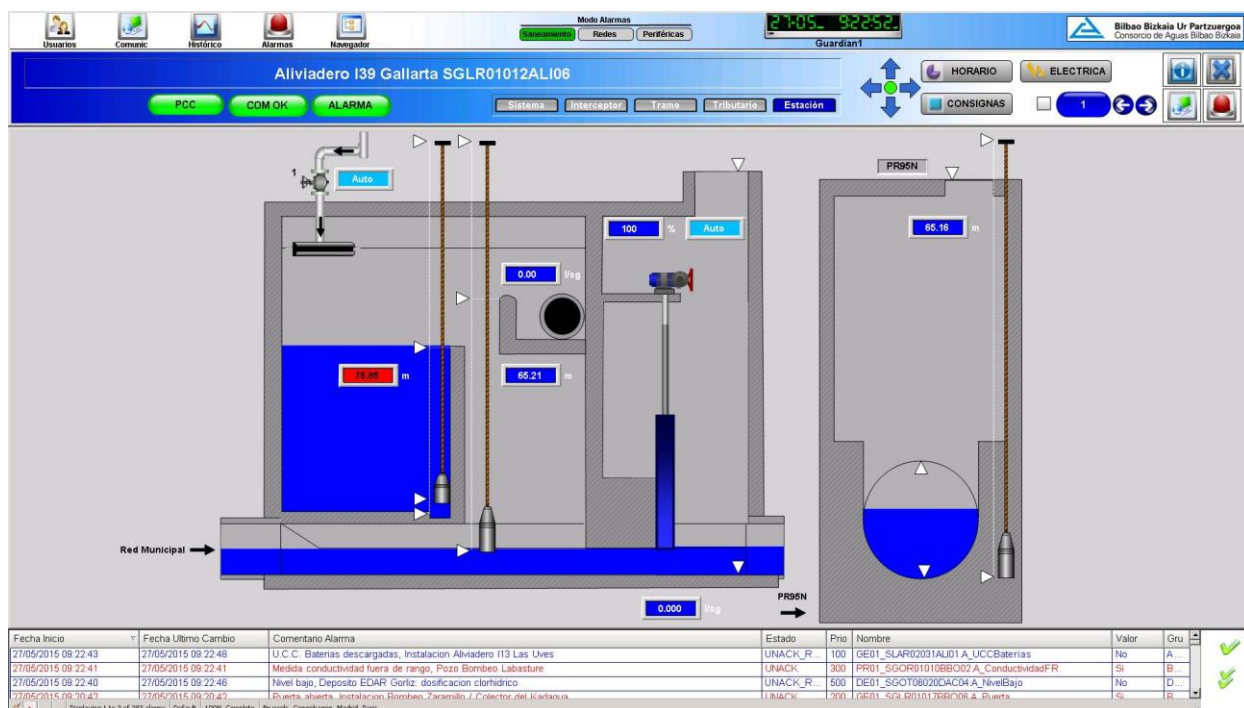
Especificación Técnica Eléctrica, de Control, Comunicaciones y Visualización de las instalaciones del CABB/BBUP – Revisión 8.0



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.

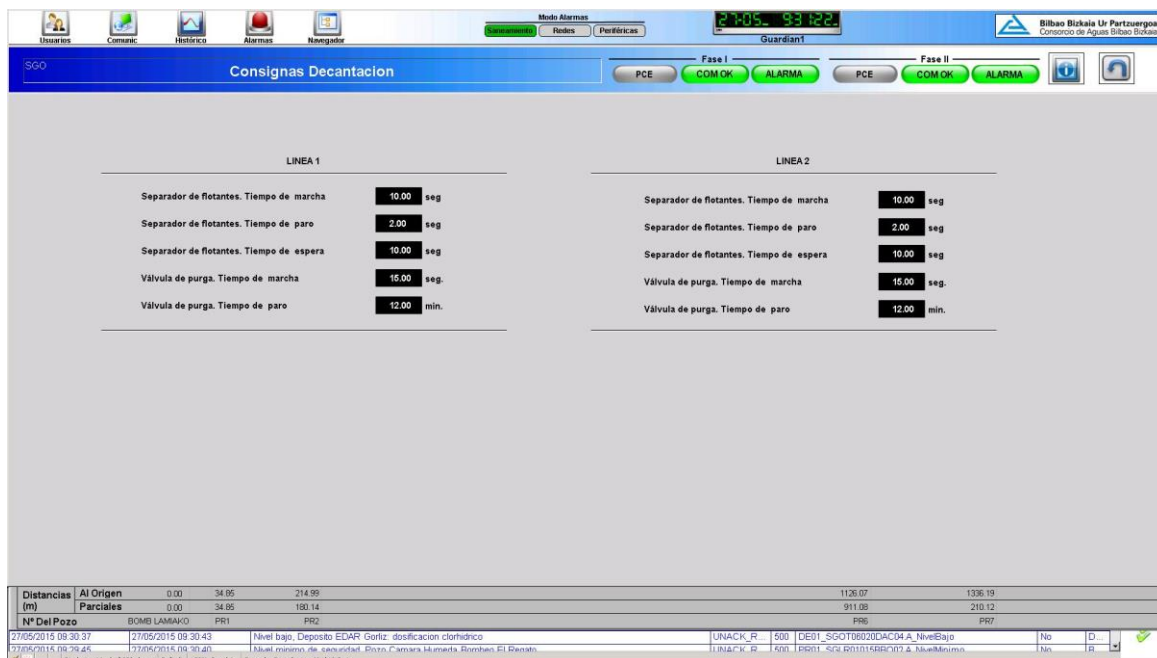
Las pantallas sinóptico albergarán de forma dinámica la totalidad de elementos (boyas, presostatos...), equipos (bombas, válvulas...) e instrumentación (niveles pozos, caudalímetros...), y también reflejarán datos generales como el modo de funcionamiento M-0-A. A través de estas pantallas sinóptico y haciendo “click” sobre los distintos elementos que la componen se accederá a unas pantallas de menor entidad que denominaremos pantallas de detalle.



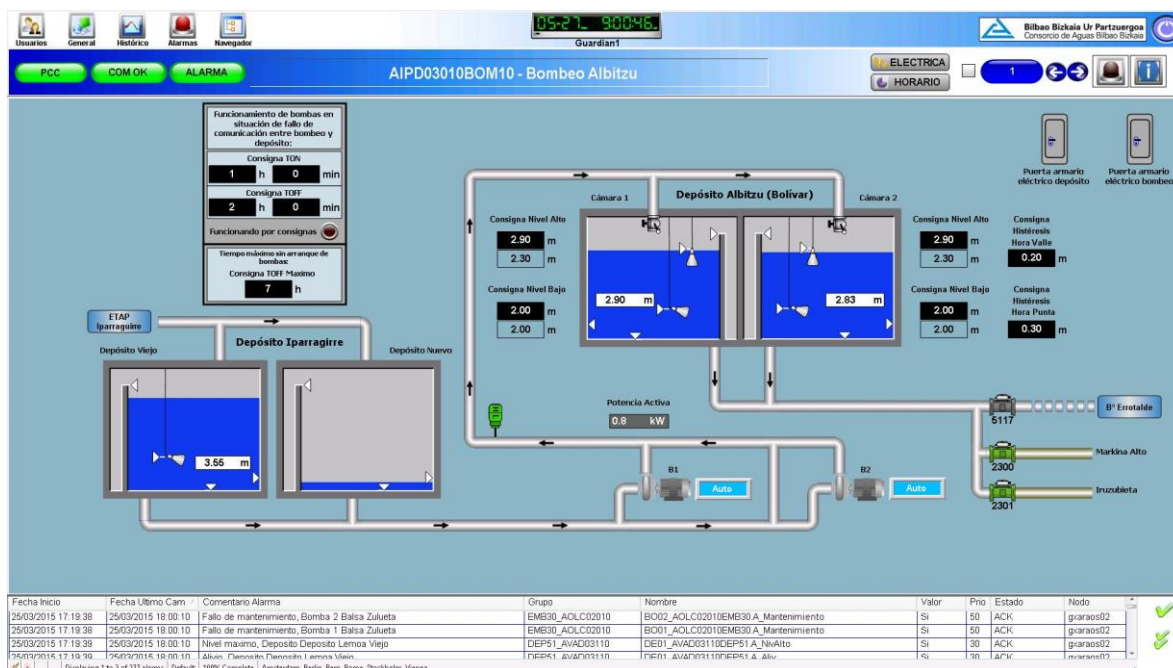


Especificación Técnica Eléctrica, de Control, Comunicaciones y Visualización de las instalaciones del CABBB/BBUP – Revisión 8.0

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.

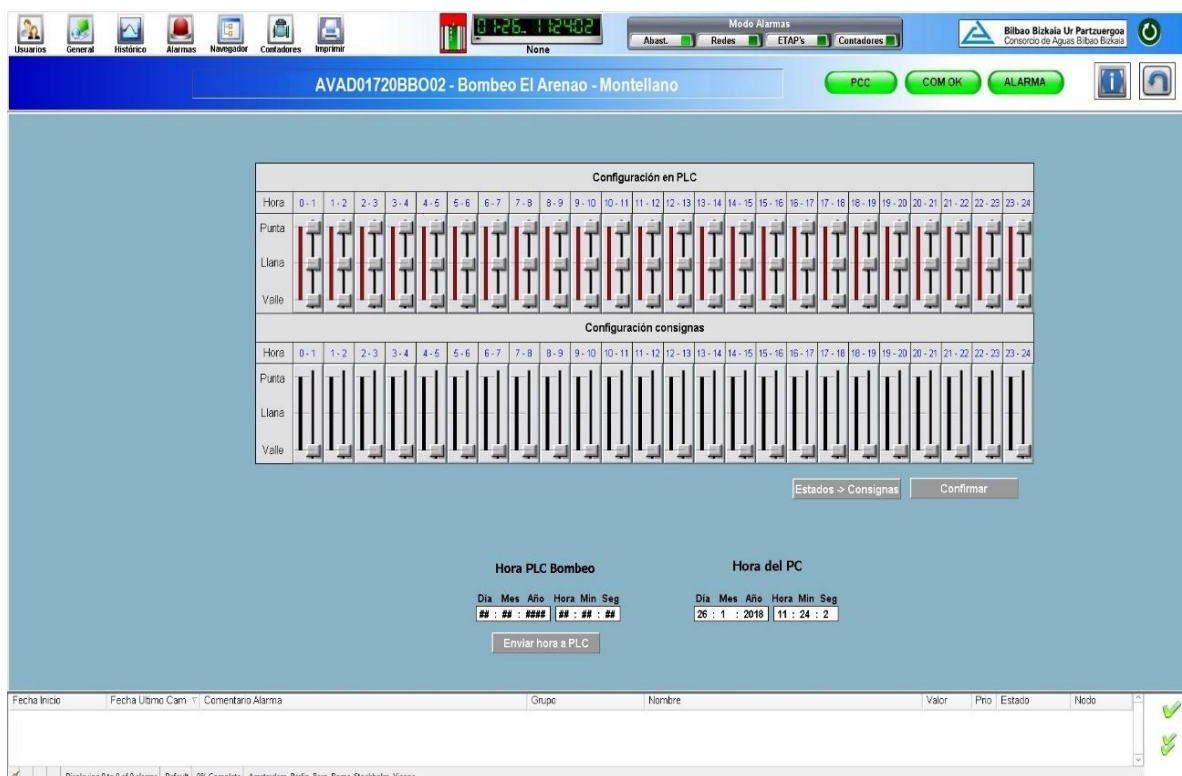
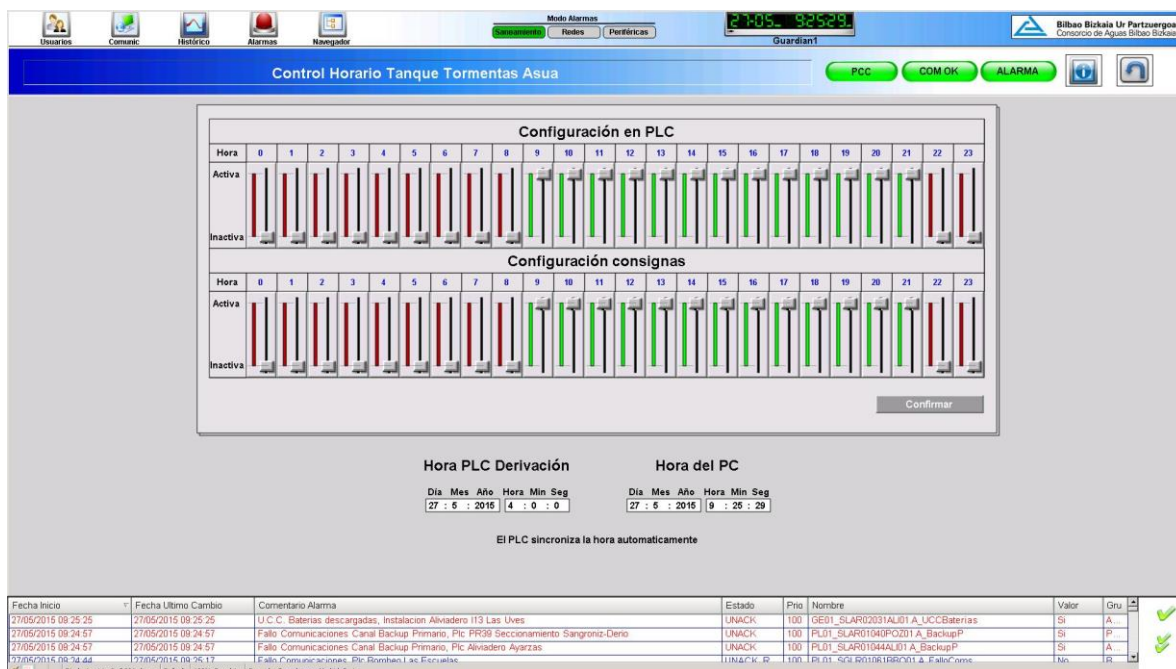


Consignas integradas en sinóptico



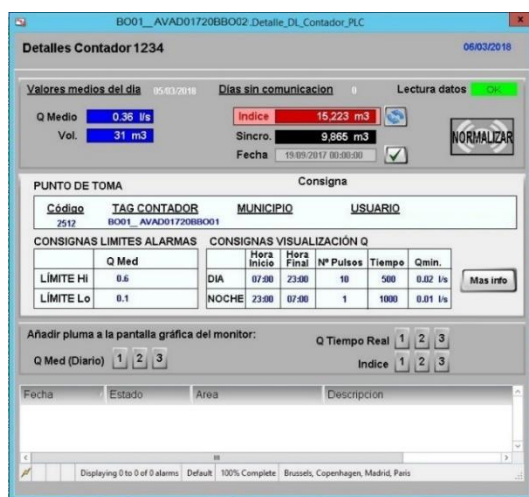
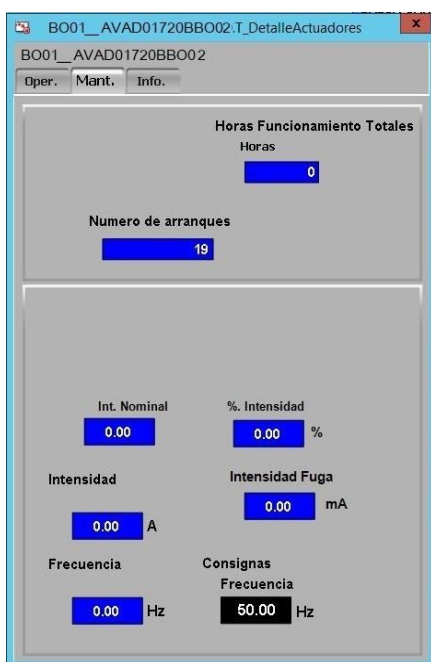
Especificación Técnica Eléctrica, de Control, Comunicaciones y Visualización de las instalaciones del CABB/BBUP – Revisión 8.0

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.



Especificación Técnica Eléctrica, de Control, Comunicaciones y Visualización de las instalaciones del CABB/BBUP – Revisión 8.0

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.

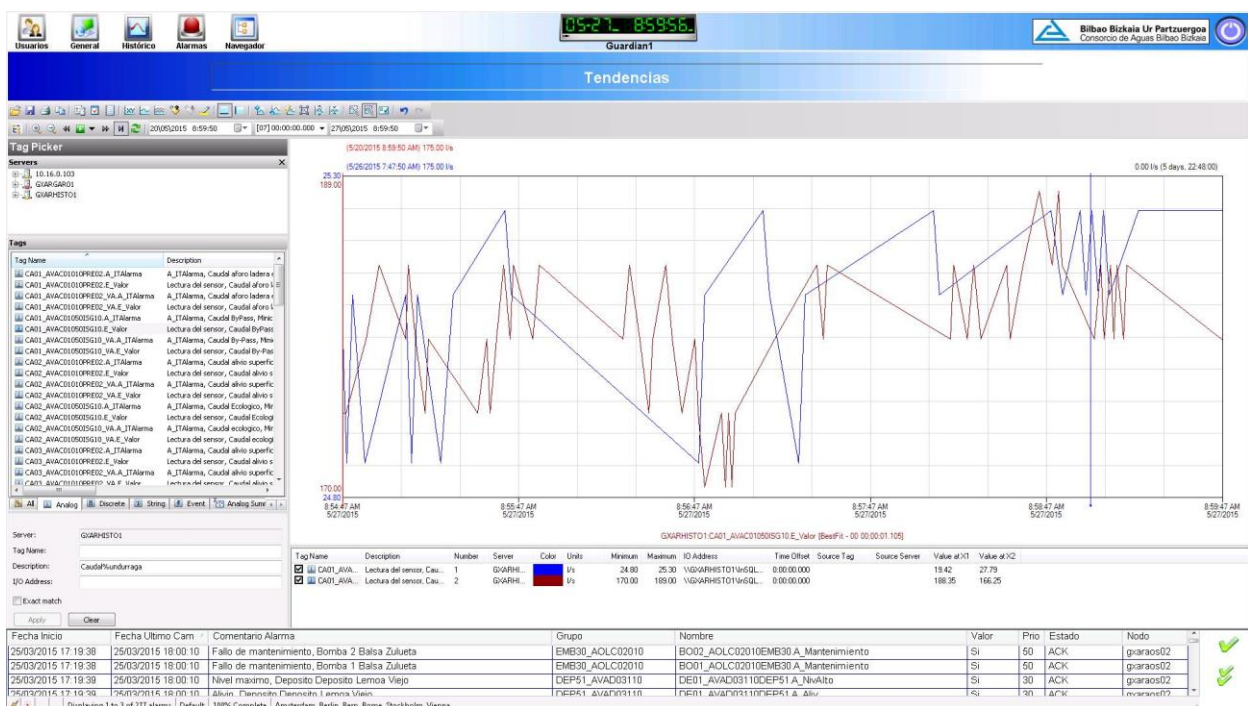




Históricos

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 se 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).**

Todos 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, aparataje 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, aparataje 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 se 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 contruidos, 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.
- Conexión 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** realizará 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). Verificará 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.

A

CANALIZACIÓN BAJO CALZADA

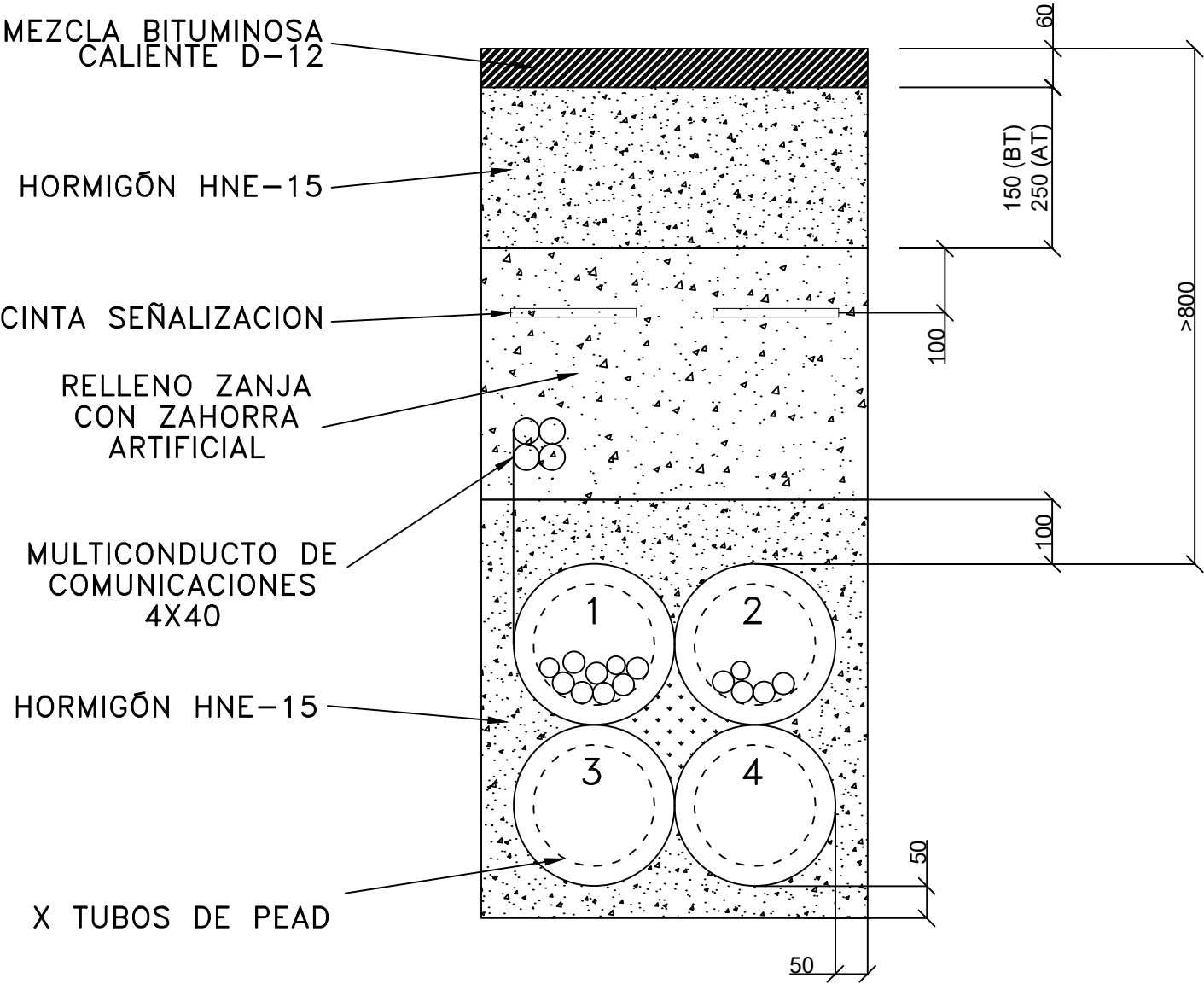
B

C

D

E

F



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

				 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA	ESCALA: S/E		FECHA	FIRMA	SISTEMA: ET ELECTR., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: A
						DIBUJADO	02-2021	IGO	DETALLE DE ZANJA CANALIZACIÓN BAJO CALZADA				
A	REVISIÓN GENERAL	FEB-21				REVISADO	02-2021	MAE		REF. COLECC.		HOJA: 01	ANT.: -
REV.	MODIFICACION	FECHA	FIRMA			COMPROBADO	02-2021	MBO				SIGUE: 02	

A

B

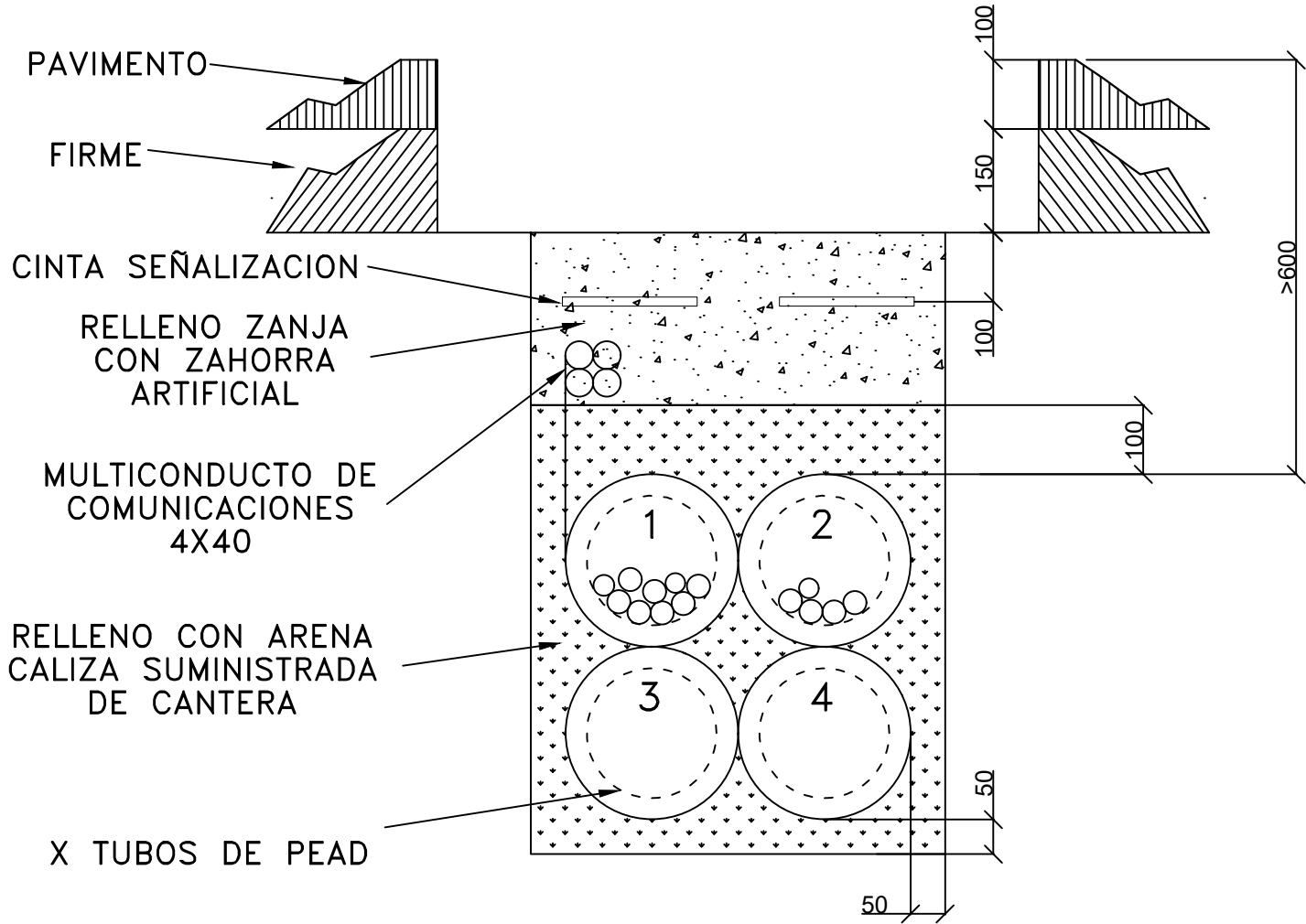
C

D

E

F

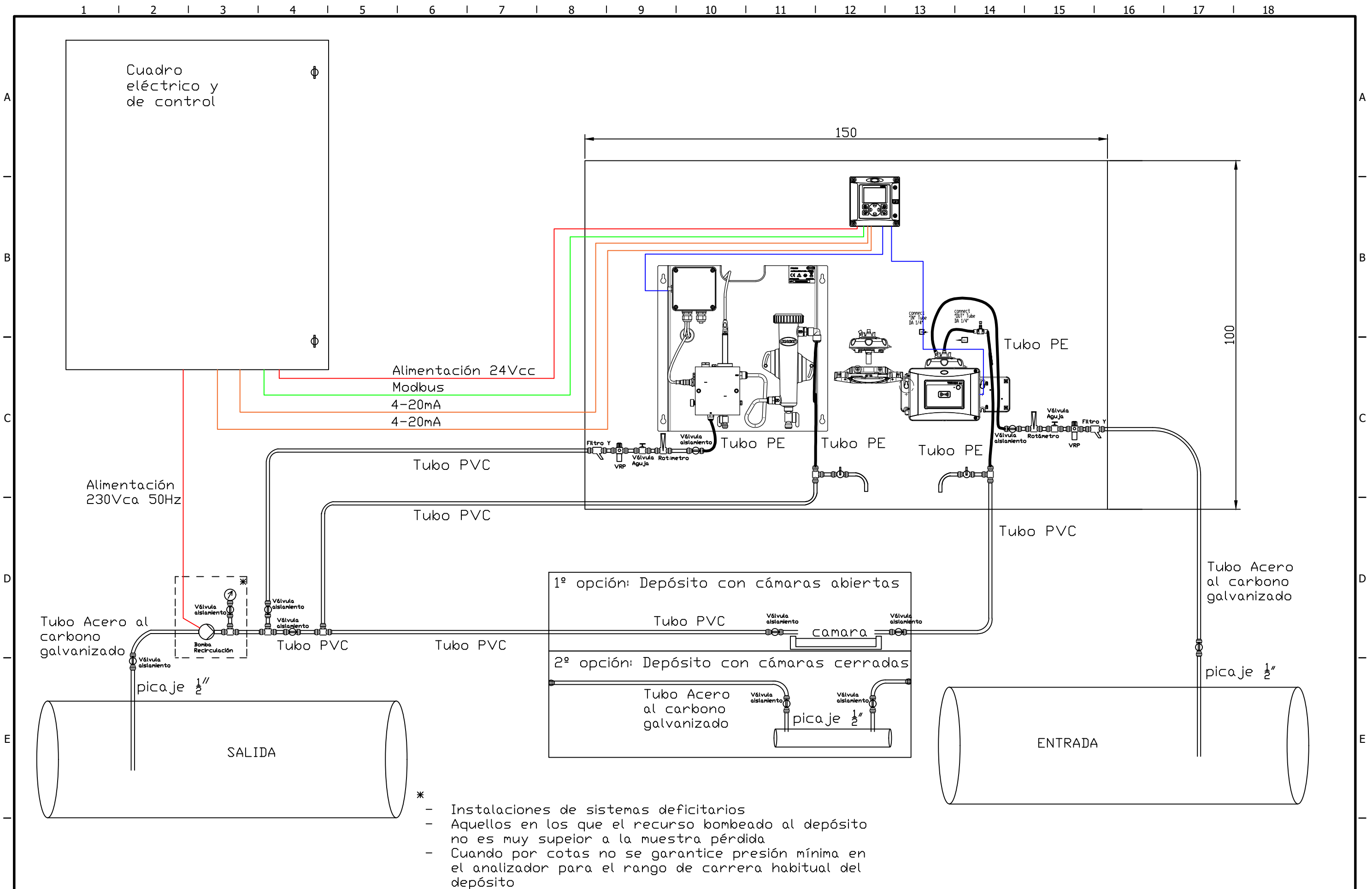
CANALIZACIÓN BAJO ACERA
O JARDÍN



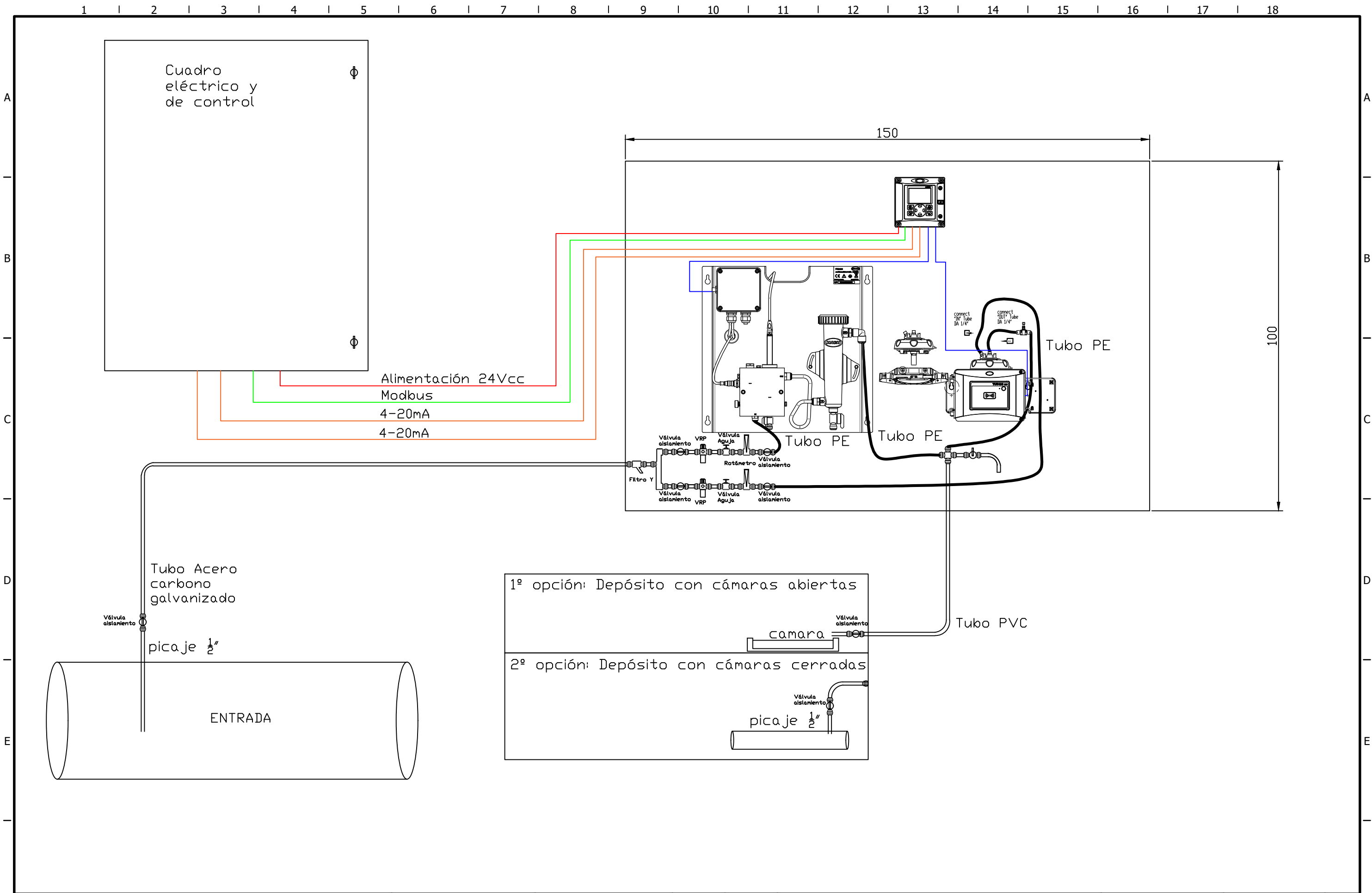
NOTA: Las cotas están en mm

NOTA: En zona ajardinada, se sustituirá el pavimento y firme por tierra de jardín (>250mm)

F				 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA	ESCALA: S/E		FECHA	FIRMA	SISTEMA: ET ELECTR., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: A
						DIBUJADO	02-2021	IGO	DETALLE DE ZANJA CANALIZACIÓN BAJO ACERA O JARDÍN	REF. COLECC.		HOJA: 02	ANT.: 01
						REVISADO	02-2021	MAE					
	A	REVISIÓN GENERAL	FEB-21				COMPROBADO	02-2021					
	REV.	MODIFICACION	FECHA		FIRMA								



F					 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGEOA	ESCALA:		-	FECHA	FIRMA	SISTEMA:	ET ELECTR., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN		REF. PROYECTO	-	CÓDIGO PRISMA:	-	REV.:	-	F
							DIBUJADO	-	-	INSTRUMENTACIÓN: ANALIZADOR DE CALIDAD DE AGUA ANALIZADOR DE CLORO EN LA SALIDA DEL DEPÓSITO TURBIDÍMETRO EN LA ENTRADA DEL DEPÓSITO										
							REVISADO	-	-											
	-	-		-		-		COMPROBADO	-					-						
	REV.	MODIFICACIÓN				FECHA	FIRMA													



F				 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGEOA	ESCALA: -		FECHA	FIRMA	SISTEMA: ET ELECTR., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO	-	CÓDIGO PRISMA: -		REV.: -
						DIBUJADO	-	-	INSTRUMENTACIÓN: ANALIZADOR DE CALIDAD DE AGUA ANALIZADOR DE CLORO EN LA ENTRADA DEL DEPÓSITO TURBIDÍMETRO EN LA ENTRADA DEL DEPÓSITO	REF. COLECC.	-	HOJA: 02	ANT.: 01	
						REVISADO	-	-					SIGUE: 03	
	-	-	-		-	COMPROBADO	-	-						
	REV.	MODIFICACIÓN			FECHA	FIRMA								

B

C



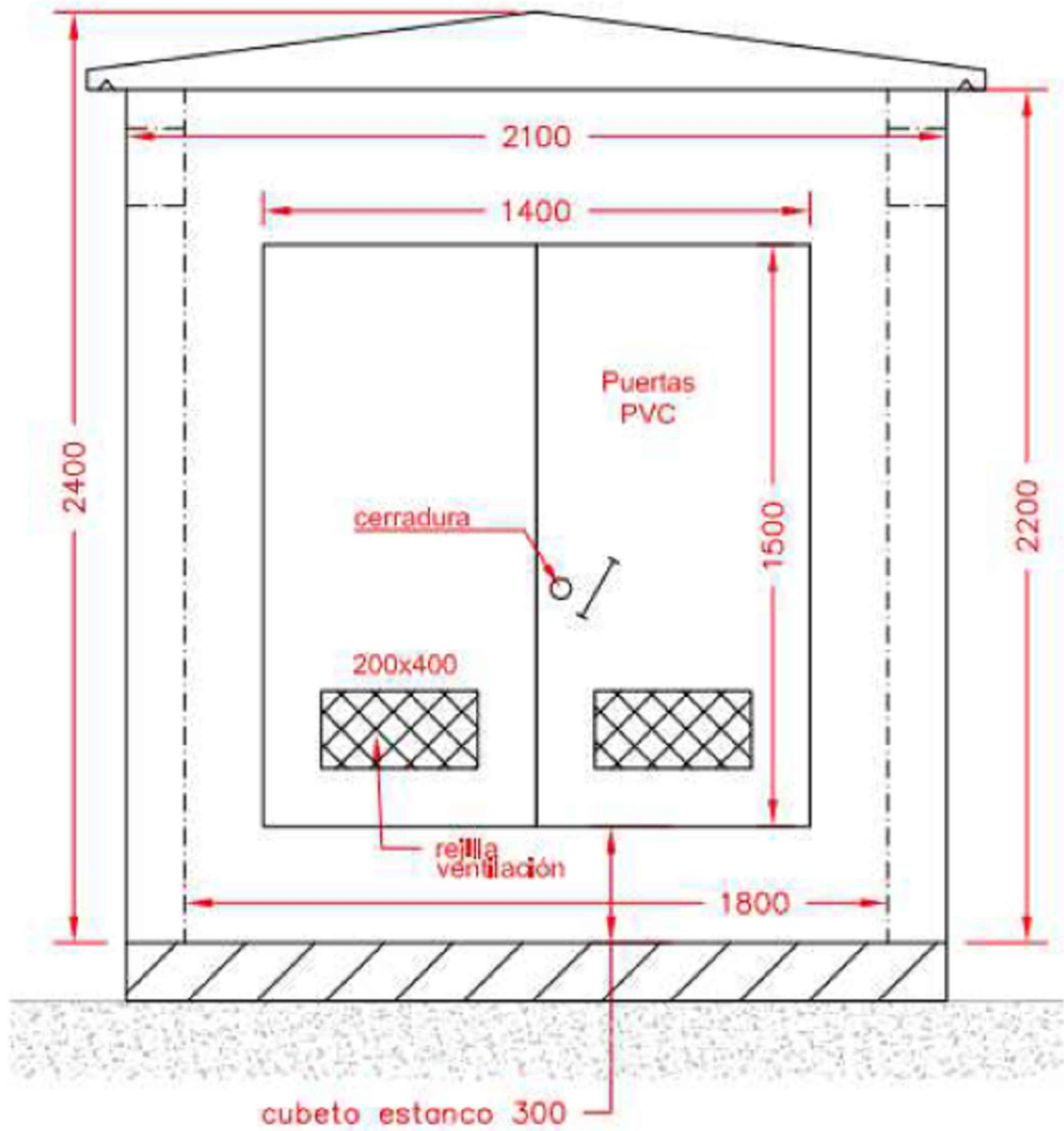
E



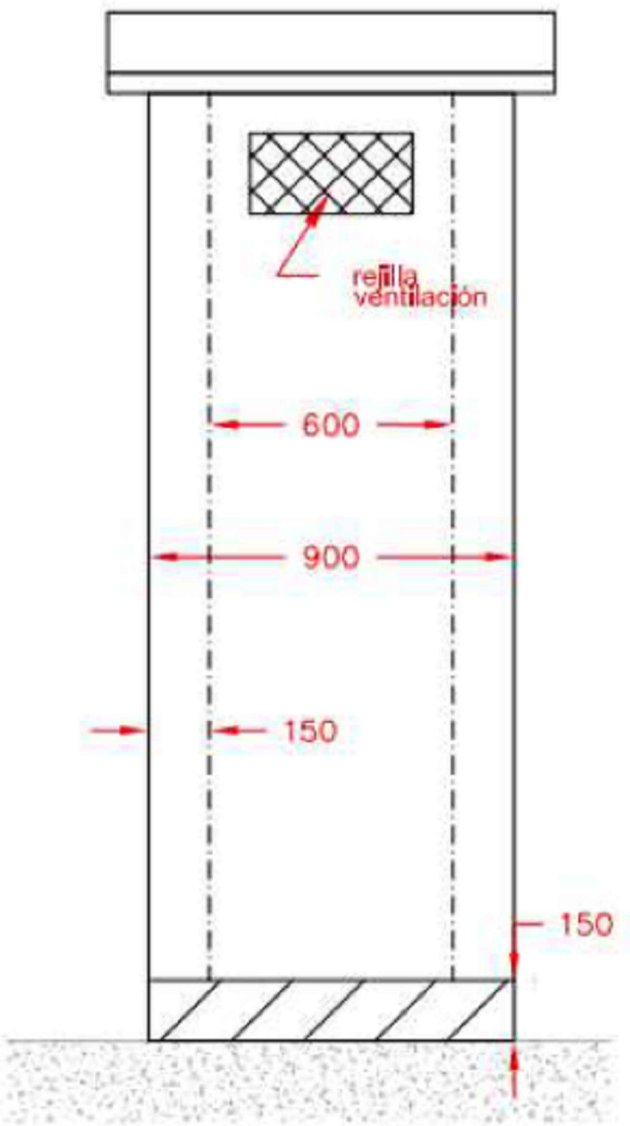
FICHERO: 03_CASETA PREFABRICADA CLORACIÓN.DWG

CASETA FORMATO MONOBLOCK

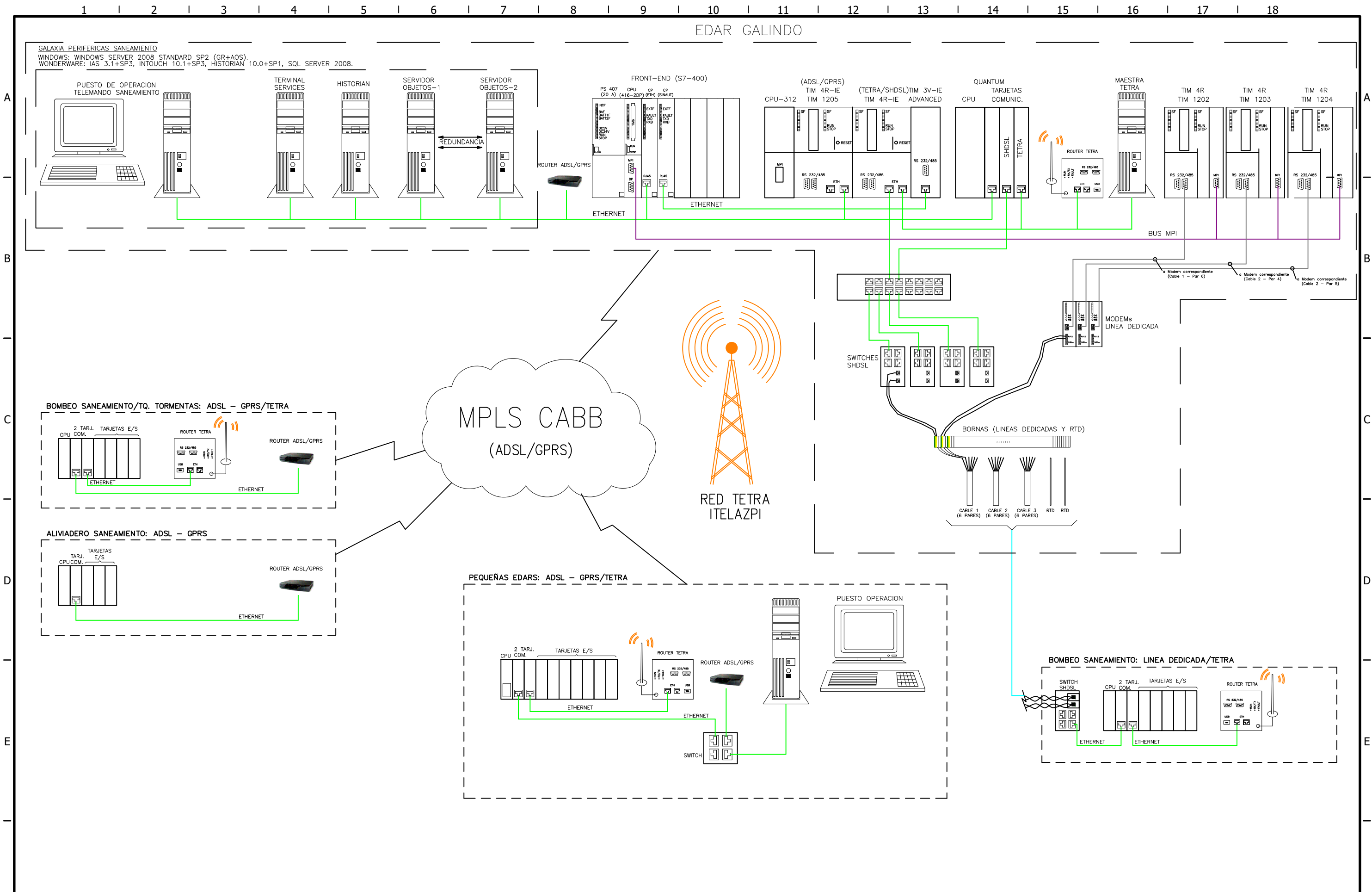
VISTA FRONTAL ó ALZADO

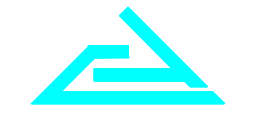


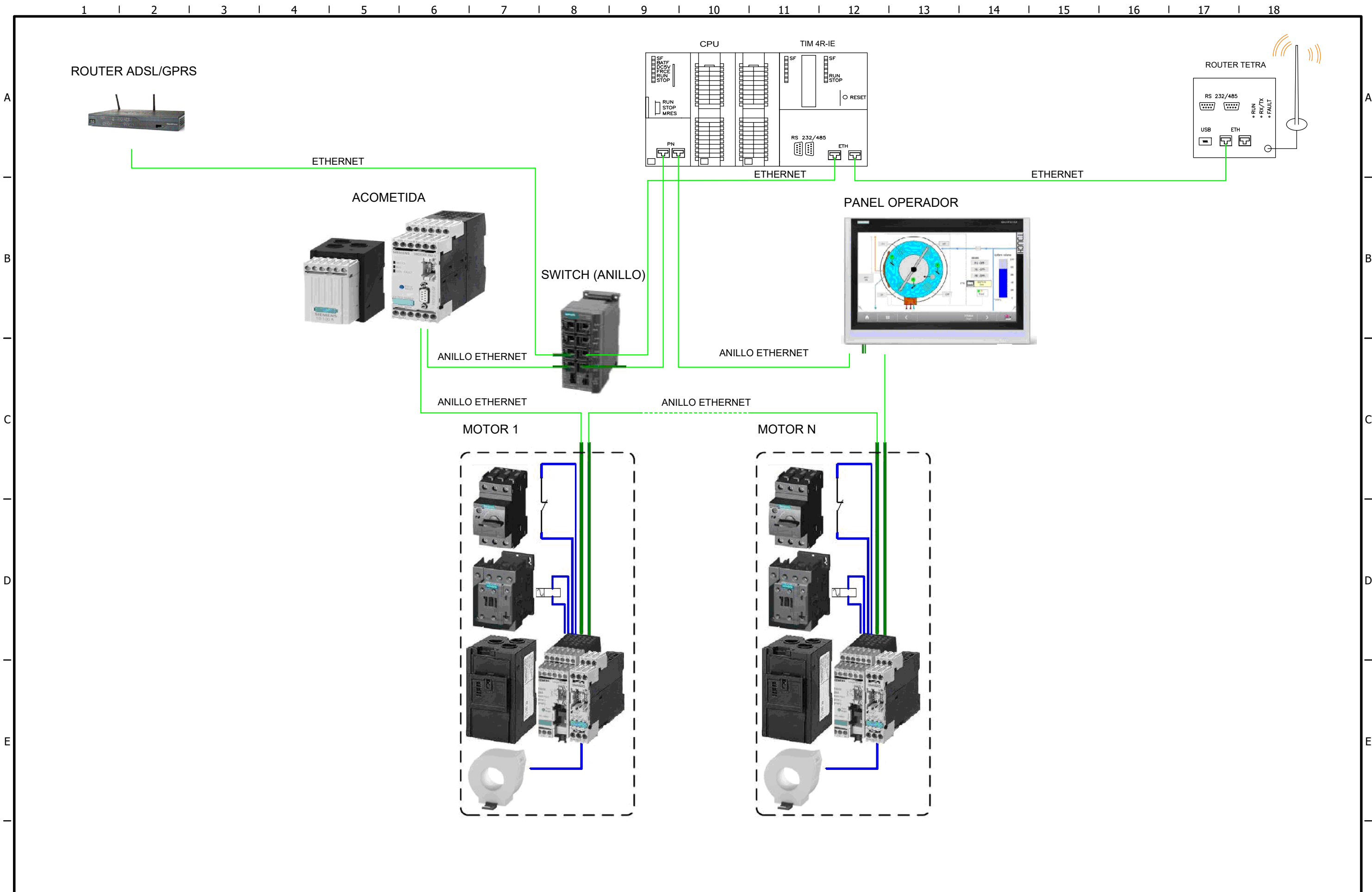
VISTA LATERAL ó PERFIL

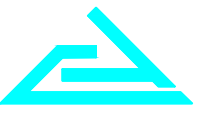


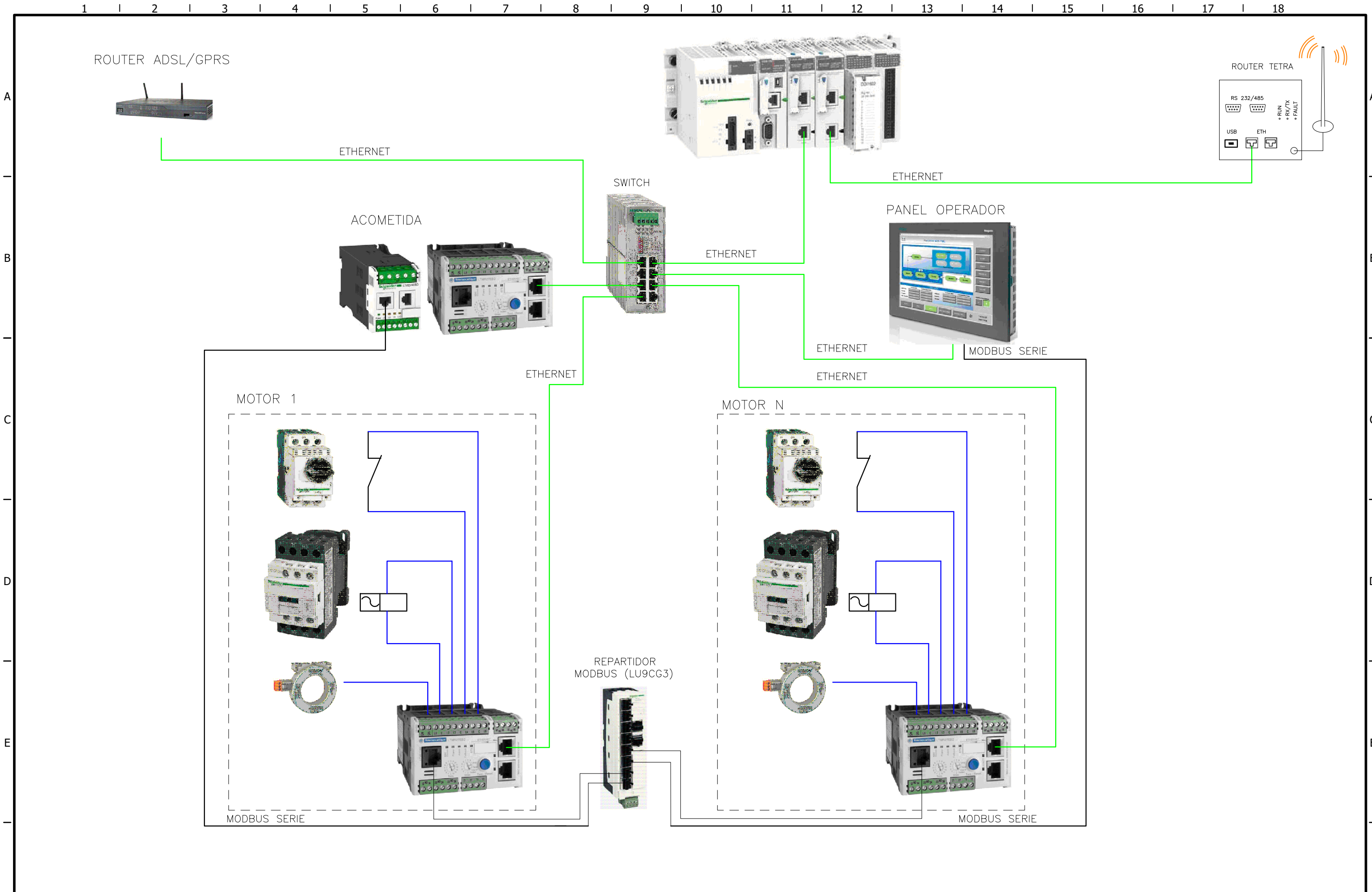
				 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA	ESCALA: -		FECHA	FIRMA	SISTEMA: ET ELECTR., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO	-	CÓDIGO PRISMA: -		REV.: 0
						DIBUJADO	-	-	CASETA PREFABRICADA PARA INSTRUMENTACIÓN	REF. COLECC.	-	HOJA: 04	ANT.: 03	SIGUE: -
						REVISADO	-	-						
						COMPROBADO	-	-						
REV.	MODIFICACIÓN		FECHA		FIRMA									



D				 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGEOA	ESCALA:	FECHA	FIRMA	SISTEMA:	ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.:
C						DIBUJADO	06-2013	MCS	ESQUEMA DE COMUNICACIONES PCC - ESTACIONES SANEAMIENTO				
B						REVISADO	06-2013	MAE		REF. COLECC.		HOJA: 01	ANT.: -
A						COMPROBADO	06-2013	JGL					SIGUE: -
REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA										



D				 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGEOA	ESCALA:	FECHA	FIRMA	SISTEMA:	ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.:
C						DIBUJADO	09-2014	MEG-P	ESQUEMA DE COMUNICACIONES ESTACIÓN (SIEMENS - SIMOCODE)				
B						REVISADO	09-2014	IEP		REF. COLECC.		HOJA: 01	ANT.: -
A						COMPROBADO	09-2014	MBO				SIGUE: -	
REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA										



F	D				 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGEOA	ESCALA:		FECHA	FIRMA	SISTEMA:	ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:		REV.:
	C						DIBUJADO	09-2014	MEG-P	ESQUEMA DE COMUNICACIONES ESTACIÓN (SCHNEIDER - TESYS T)				HOJA: 01		ANT.: -
	B						REVISADO	09-2014	IEP			SIGUE: -				
	A						COMPROBADO	09-2014	MBO			REF. COLECC.				
	REV.	MODIFICACIÓN		FECHA		FIRMA										

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18

A

B

C

D

E

F

ET. ELECTRICO, CONTROL, COMUNICACIONES Y VISUALIZACION

PORTADA

D				 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA	ESCALA:		FECHA	FIRMA	SISTEMA:	ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: B	
C						DIBUJADO	05-2015	MCS	PORTADA					HOJA: 00	ANT.: -
B	REVISIÓN GENERAL	MAY-20				REVISADO	05-2015	MAE							SIGUE: 0A
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18				COMPROBADO	05-2015	JGL							
REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA												

FICHERO: 00_PORTADA.DWG

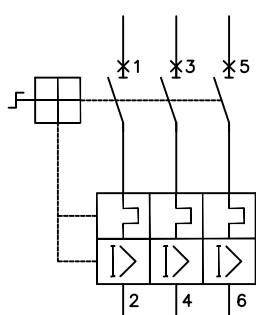
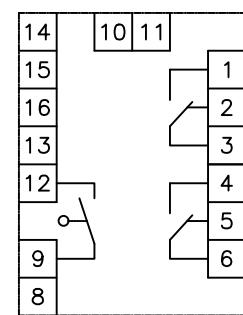
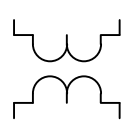
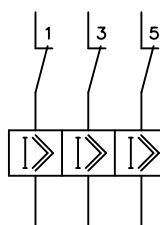
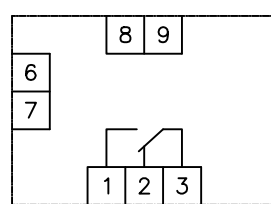
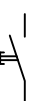
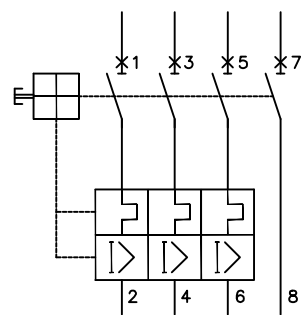
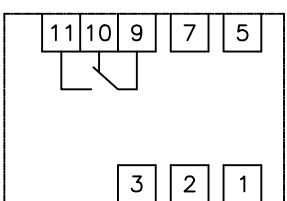
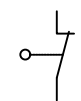
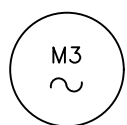
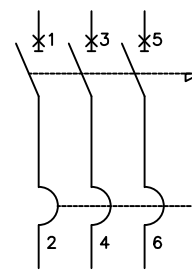
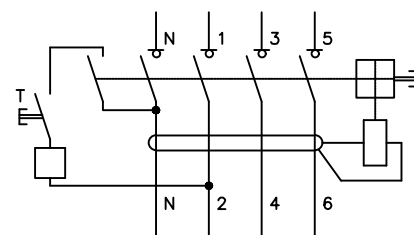
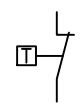
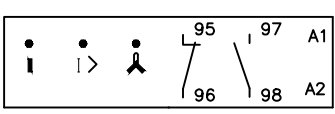
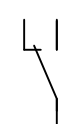
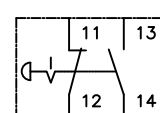
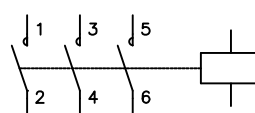
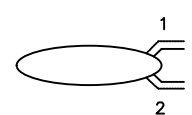
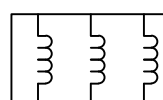
B

- C

F

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																														
A	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 <table><thead><tr><th>DESCRIPCION</th><th>SIMBOLOGÍA MANGUERA</th><th>NUMERO CORRELATIVO</th><th>GUIÓN</th><th>TIPO DE SERVICIO</th></tr></thead><tbody><tr><td>GENÉRICA FUERA DE ESPECIFICACIÓN</td><td>W</td><td rowspan="10">1 AL 999</td><td rowspan="10">-</td><td>XX</td></tr><tr><td>FUERZA (ACOMETIDAS Y MOTORES)</td><td>W</td><td>F400</td></tr><tr><td>FUERZA MANDO 230 VCA</td><td>W</td><td>F230</td></tr><tr><td>FUERZA MANDO 24 VCC</td><td>W</td><td>F24</td></tr><tr><td>FUERZA MANDO TENSIÓN DESCONOCIDA</td><td>W</td><td>Fxxx</td></tr><tr><td>SEÑALES DE ENTRADAS DIGITALES</td><td>W</td><td>ED</td></tr><tr><td>SEÑALES DE SALIDAS DIGITALES</td><td>W</td><td>SD</td></tr><tr><td>SEÑALES DE ENTRADAS ANALÓGICAS</td><td>W</td><td>EA</td></tr><tr><td>SEÑALES DE SALIDAS ANALÓGICAS</td><td>W</td><td>SA</td></tr><tr><td>CABLES DE COMUNICACIONES COBRE</td><td>W</td><td>CC</td></tr><tr><td>CABLES DE COMUNICACIONES FIBRA</td><td>W</td><td>CF</td></tr></tbody></table> 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				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
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																																														

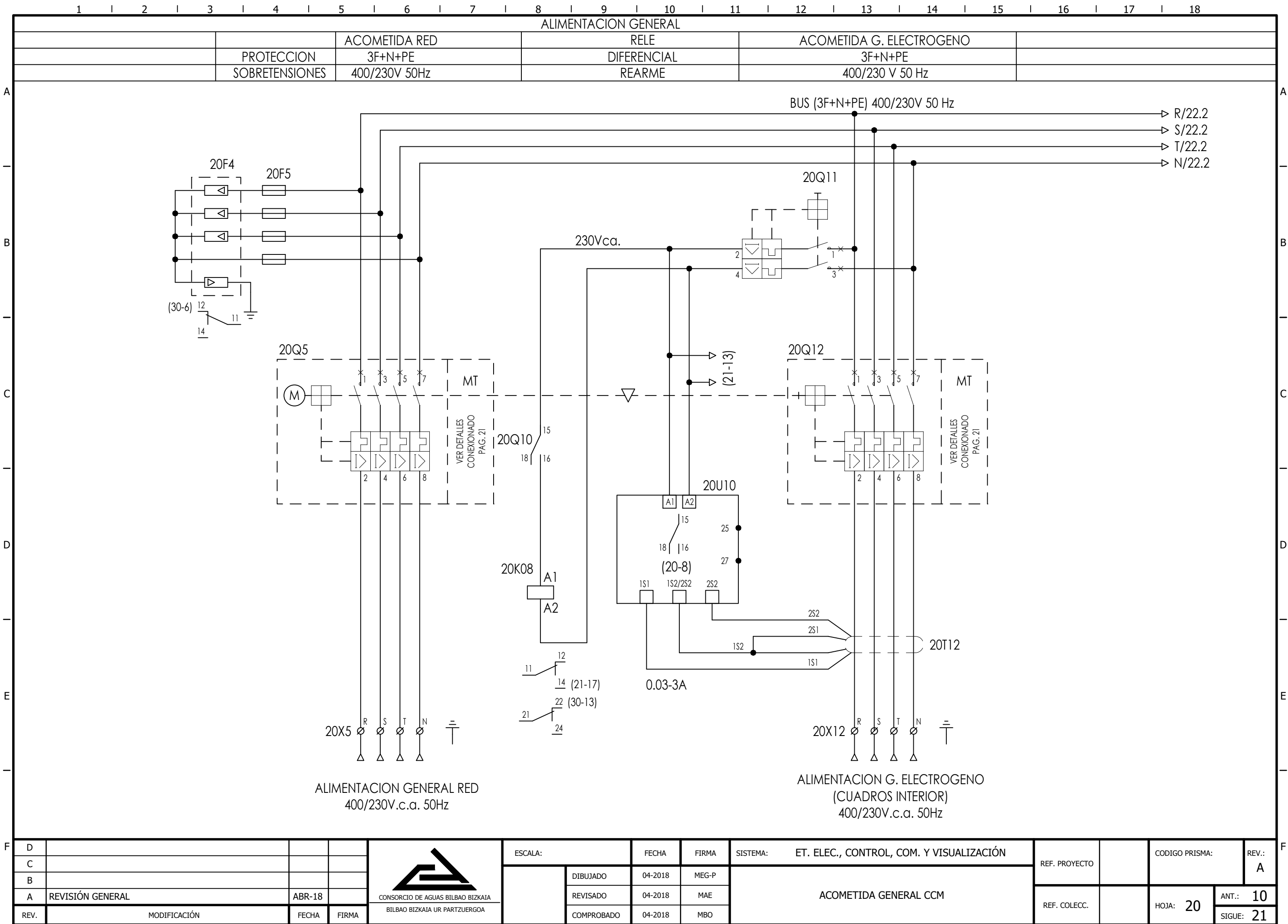
FICHERO: 02_CONDICIONES DE DENOMINACIÓN E IDENTIFICACIÓN.DWG

A		DISYUNTOR MOTOR MAGNETOTERMICO		RELE LIMITADOR DE PAR		CONTACTO N. ABIERTO		TRANSFORMADOR TENSION
		ADITIVO LIMITADOR 100KA		RELE DIFERENCIAL		PULSADOR		RESISTENCIA CALDEO
		INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO POTENCIA		RELE DETECTOR NIVELES		FINAL DE CARRERA		MOTOR
		INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETICO		INTERRUPTOR DIFERENCIAL		SENSOR TEMPERATURA		VOLTIMETRO
		RELE ELECTRONICO PROTECCION MOTOR SOBRECARGA ASIMETRIA-FALTA FASE		RELE ELECTRONICO PROTECCION MOTOR SOBRECARGA ASIMETRIA-FALTA FASE SOBRECALENTAMIENTO		CONTACTO COMUTADO		AMPERIMETRO
B		PULSADOR EMERGENCIA		CONTACTOR		INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO CONTROL		LAMPARA
		TRANSFORMADOR TOROIDAL		TRANSFORMADOR INTENSIDAD		RELE AUXILIAR		BORNA EQUIPO
C						INDUCTANCIA DE LINEA		BORNA CCM
								BORNA SINOPTICO
D								BORNA PLC
E								
F								

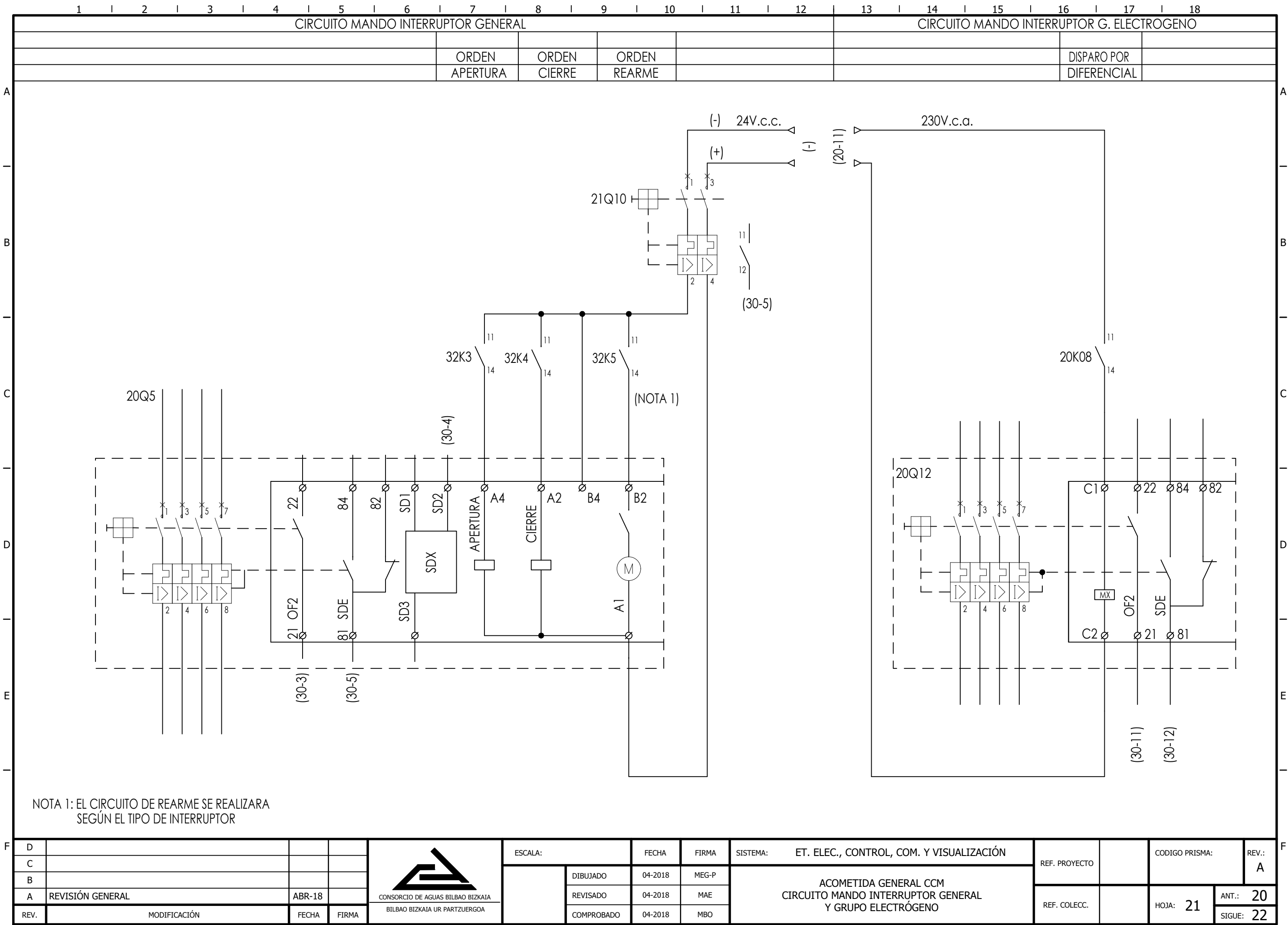
D				 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA	ESCALA:	FECHA	FIRMA	SISTEMA:	ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: A
C						DIBUJADO	05-2015	MCS	SIMBOLOGÍA				
B						REVISADO	05-2015	MAE					
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18				COMPROBADO	05-2015	JGL					
REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA								REF. COLECC.		HOJA: 03

[illegible]

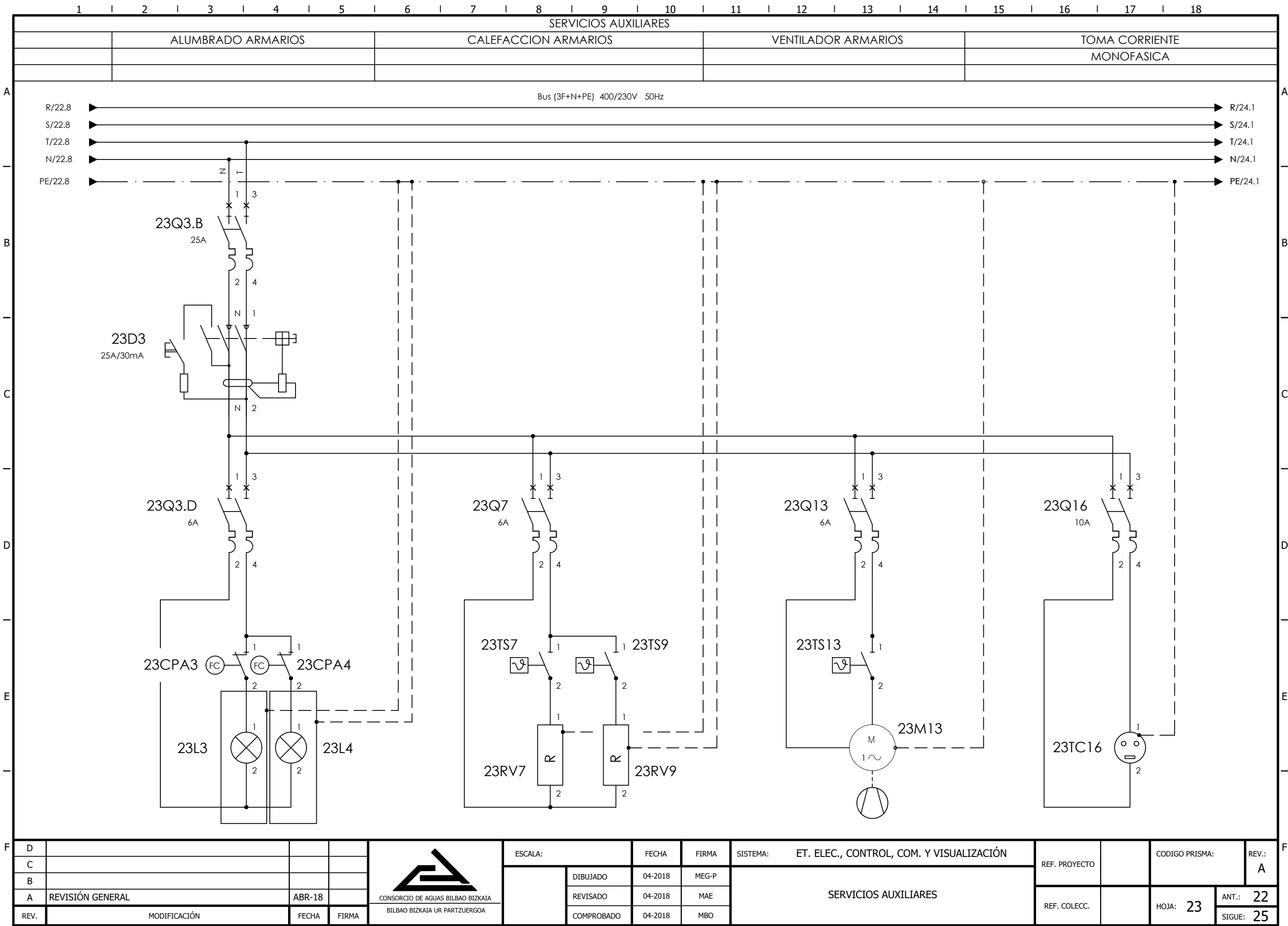
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
	CARACTERÍSTICAS DE CUADRO DEL CCM																			
A	<u>Tensión de Potencia</u> Trifásica + Neutro + PE					<u>Circuito de Potencia</u>					<u>Pintura:</u> RAL 7035									
	<u>Frecuencia</u> 50hZ					Con Cable					<u>Grado de Protección:</u>									
	<u>Régimen de Neutro</u> TT					H07Z1-K (AS) 450/750V					IP55 - 1K10									
	<u>Mando y Señalización (Tensión Segura)</u>					RZ1-K (AS) 0,6/ 1Kv					<u>Peso Medio de la Columnas</u>									
B	- Transformador 230Vca					Mínima Sección 2,5mm²					XXX Kg.									
	- Transformador 24Vcav					Identificación fases color NEGRO					<u>Nº Columnas</u>									
	- Fuente en Cuadro 24Vcc					Identificación neutro color AZUL					XX Ud.									
	<u>Tensión Auxiliar Calefacción. Iluminación y Enchufes Armario</u>					<u>Con Barras:</u> Barra de cobre desnudo					<u>Compartimentación Interna Constructiva:</u> 2b									
	- Alimentación Interior 230Vca					Circuito de Control					<u>Entrada canalización barras:</u> Superior									
	<u>Prueba Resistencia Aislamiento</u>					H07Z1-K (AS) 450/750V					<u>Paso de Cables:</u> Inferior									
	(El aislamiento soporta la tensión de la prueba)					Sección de cable: 1,5mm²					<u>Acceso:</u> Posterior									
C	Fase a Fase: Valor Prueba					Sección de cable para TI's : 2,5mm²					<u>Barra de Tierra de Cobre:</u> XXxX mm									
	Tensión Prueba (1000V) -> >1000MΩ					Color:					<u>Embarrado Horizontal y Vertical de Cobre:</u> XXxXX mm									
	Fase a Fase y Fase a Neutro:					CA: ROJO					Embarrado de CU desnudo con tratamiento anticorrosivo.									
	Tensión Prueba (1000V) -> >1000MΩ					CC: AZUL														
	Fase a Tierra					24Vca: BLANCO														
	Tensión Prueba (1000V) -> >1000MΩ					Identificación Tierra: Verde /Amarillo														
	<u>Rigidez Dieléctrica</u>					<u>Identificación Cable:</u>														
D	(El dieléctrico soporta la tensión de la prueba)					Etiqueta Blanca Impresa en Letras Negras														
	Fase a Fase: Valor Prueba					Montada en Maguito Plástico														
	Tensión Prueba (1800V) -> >1000MΩ					Texto; "KXXX :AA"														
	Fase a Fase y Fase a Neutro:					- KXXX, Identificación de Item														
	Tensión Prueba (1800V) -> >1000MΩ					- AA, nº identidicativo borna conexión														
	Fase a Tierra																			
	Tensión Prueba (1800V) -> >1000MΩ																			
	<u>Resistencia Intensidad Cortocircuito</u>																			
E	50kA																			
	<u>Normas</u>																			
	IEC 61439-/61439-2																			
	IEC 62208										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.									
D					 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
C											DIBUJADO	04-2018	JGE	HOJA DE CARACTERÍSTICAS				HOJA: 10		ANT.: 04
B											REVISADO	04-2018	MAE			SIGUE: 20				
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18									COMPROBADO	04-2018	MBO							
REV.	MODIFICACIÓN			FECHA						FIRMA										

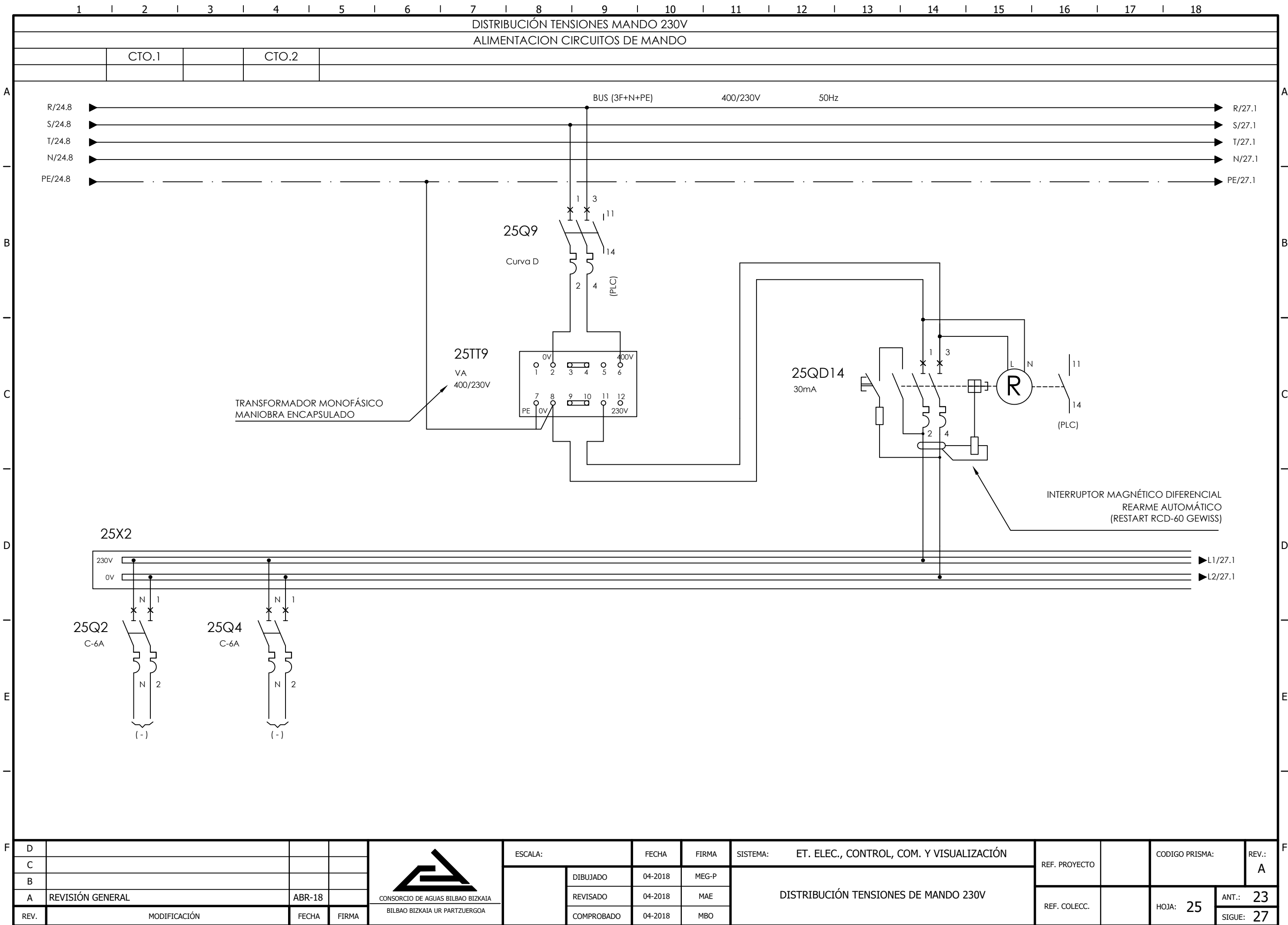


D				 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA	ESCALA:	FECHA	FIRMA	SISTEMA:	ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: A
C						04-2018	MEG-P						
B						04-2018	MAE						
A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18				04-2018	MBO						
REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA						ACOMETIDA GENERAL CCM	REF. COLECC.		HOJA: 20	ANT.: 10 SIGUE: 21

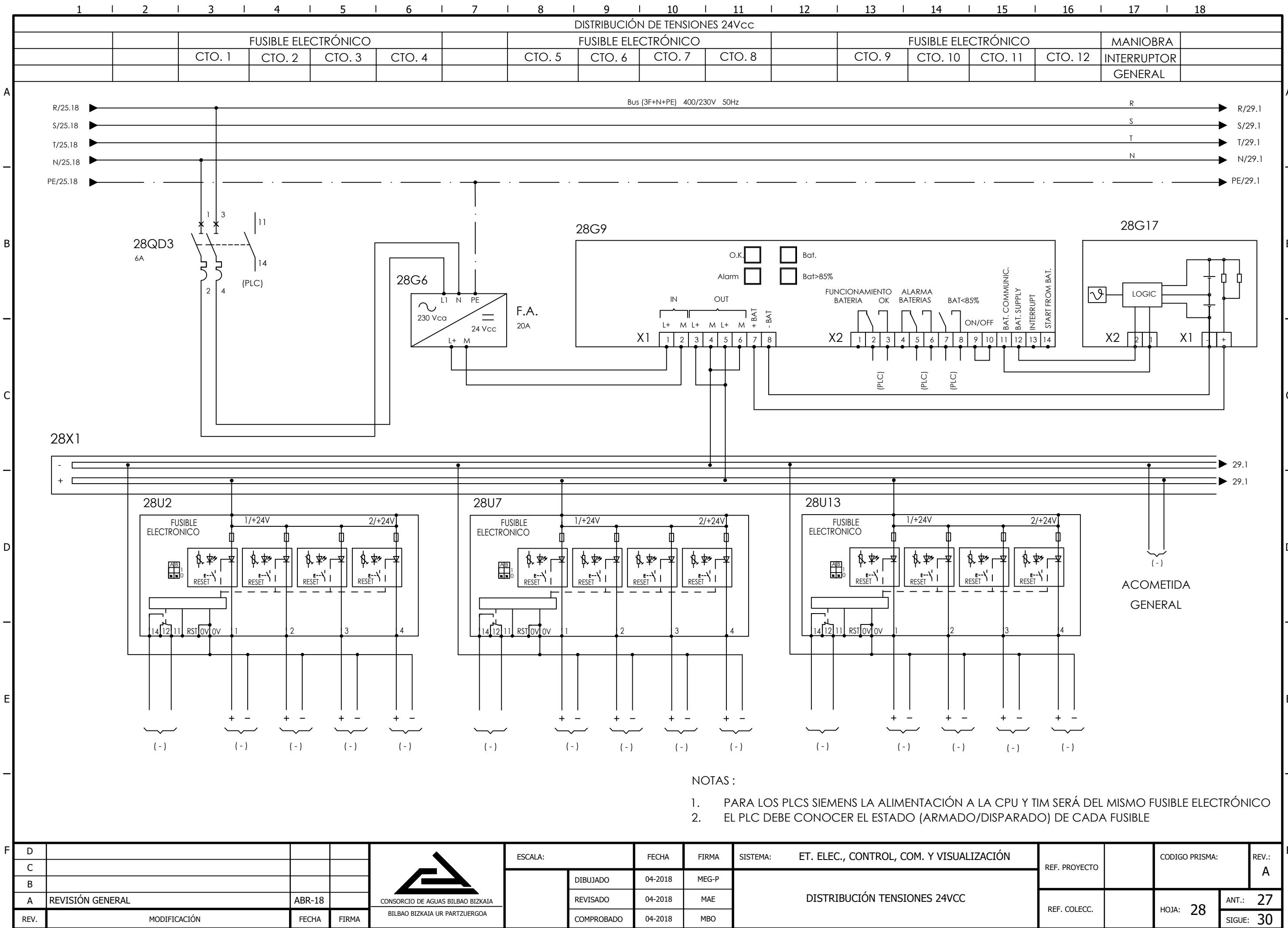


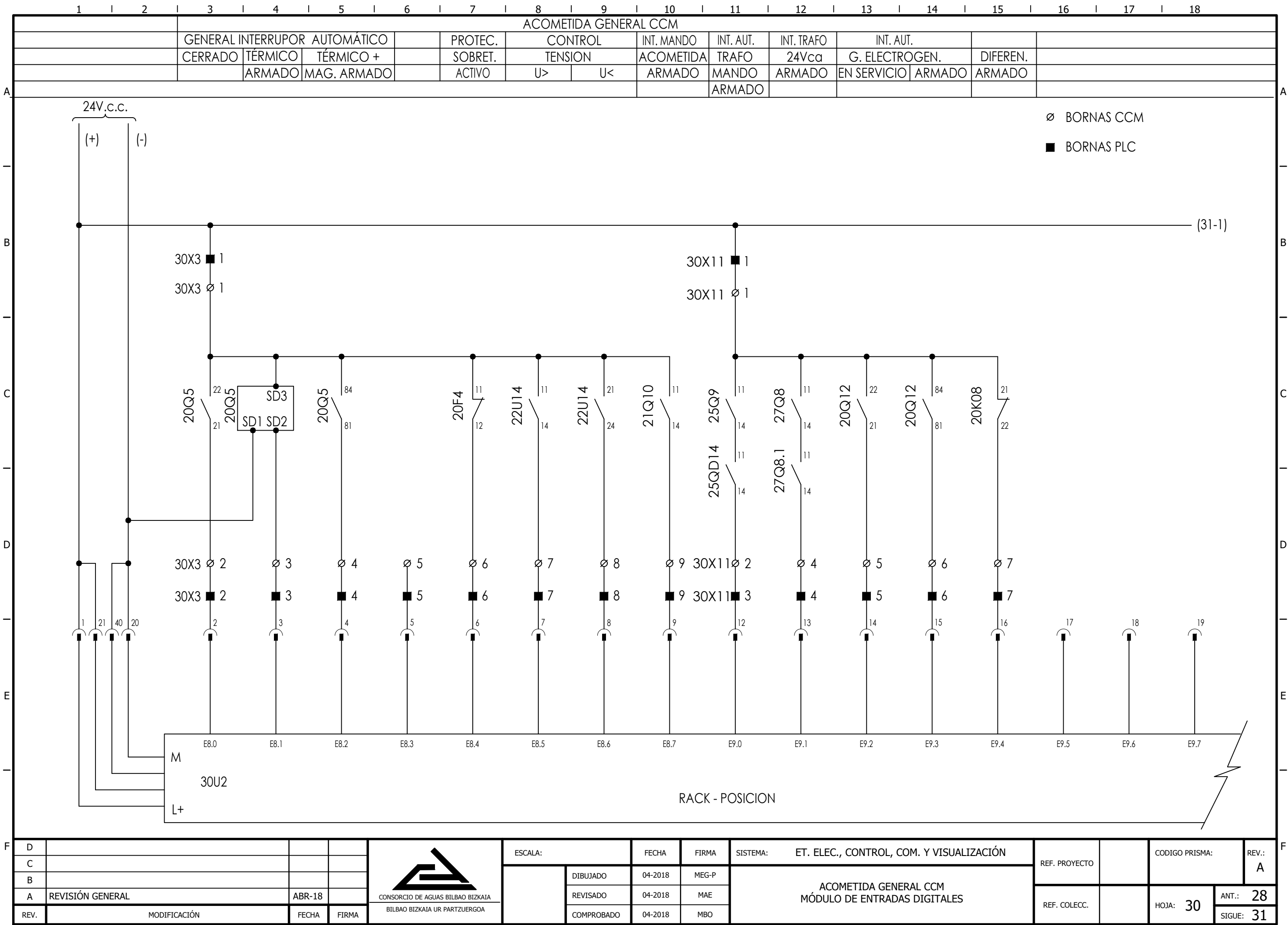


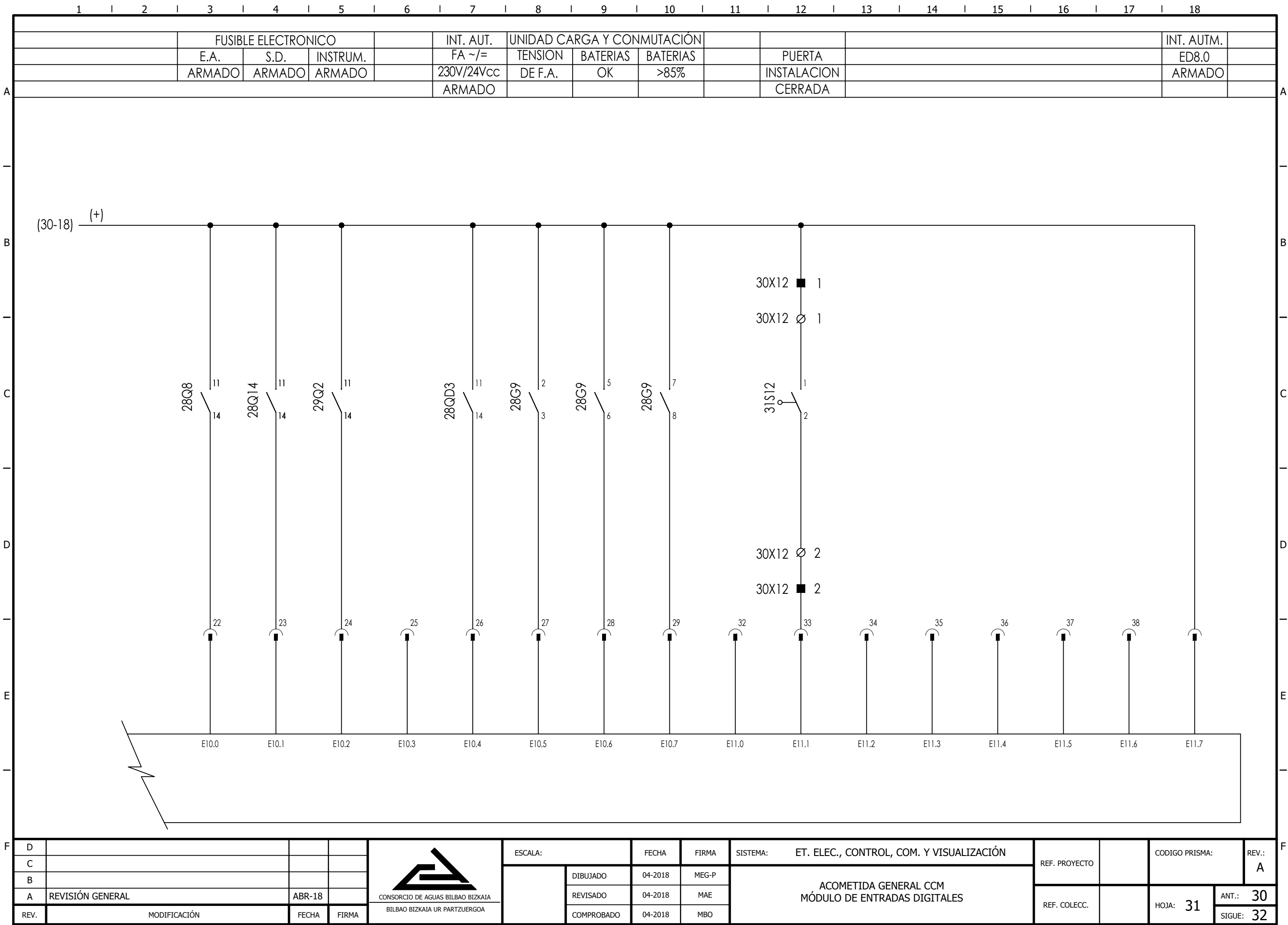




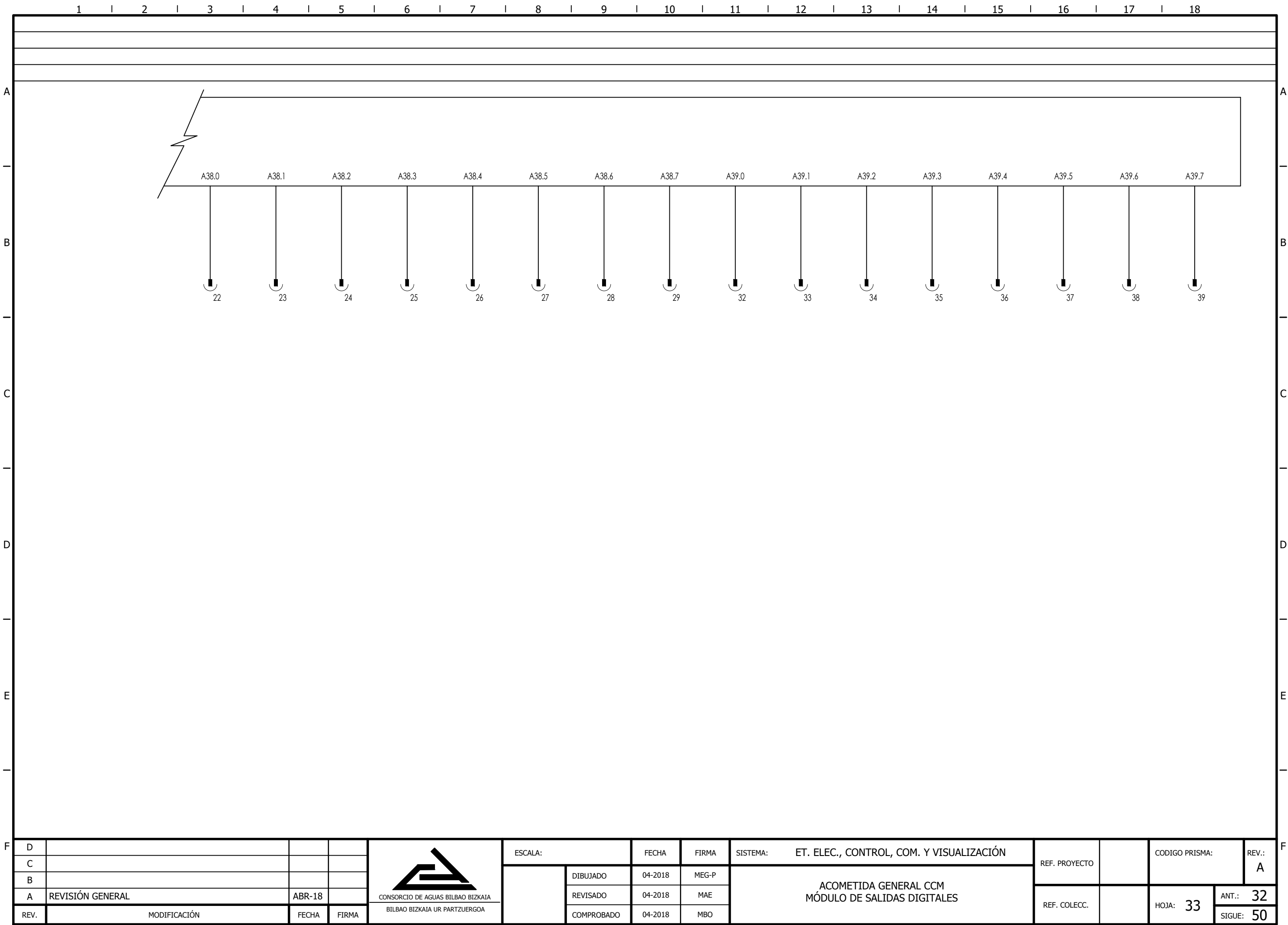
F

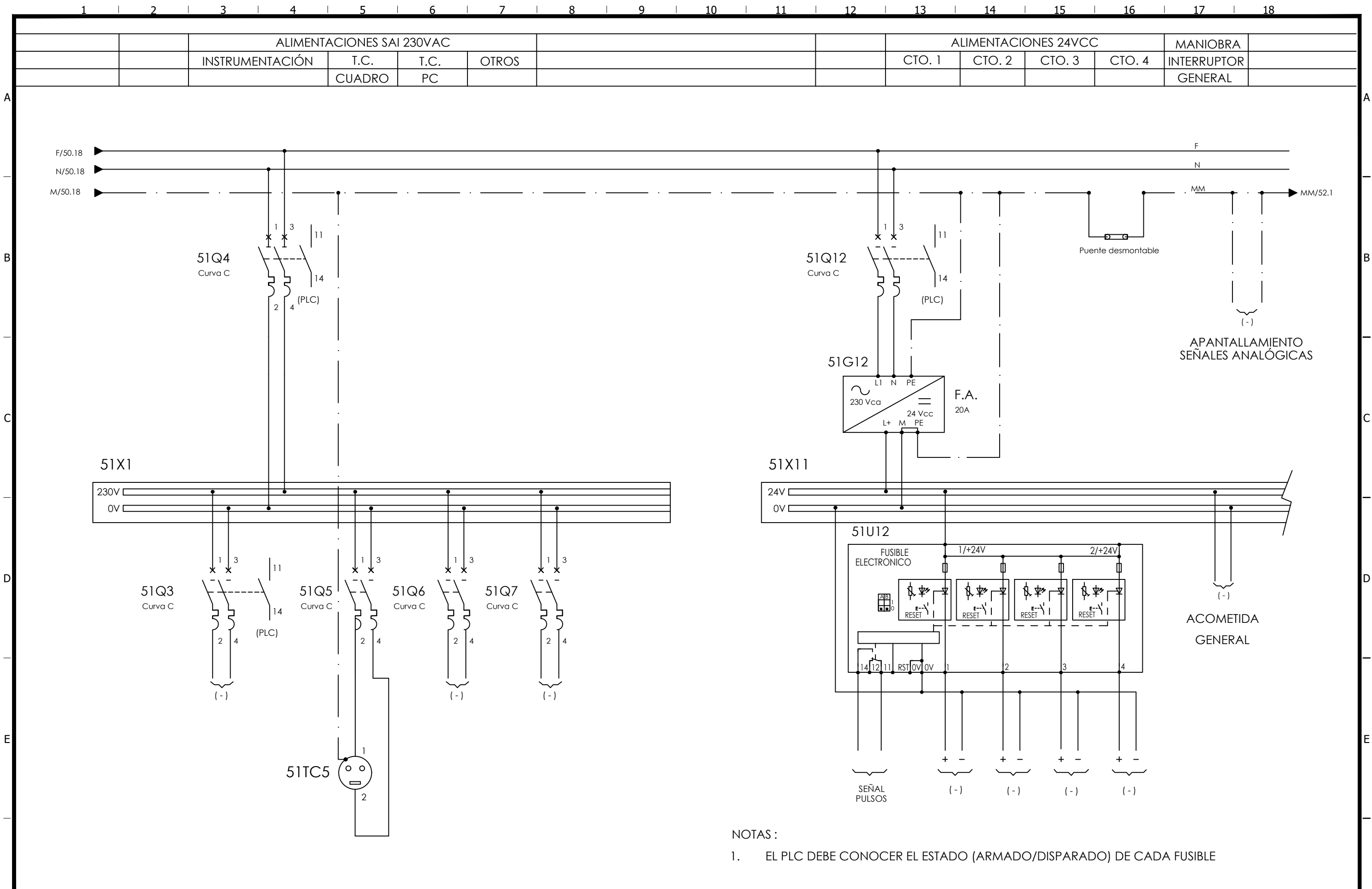








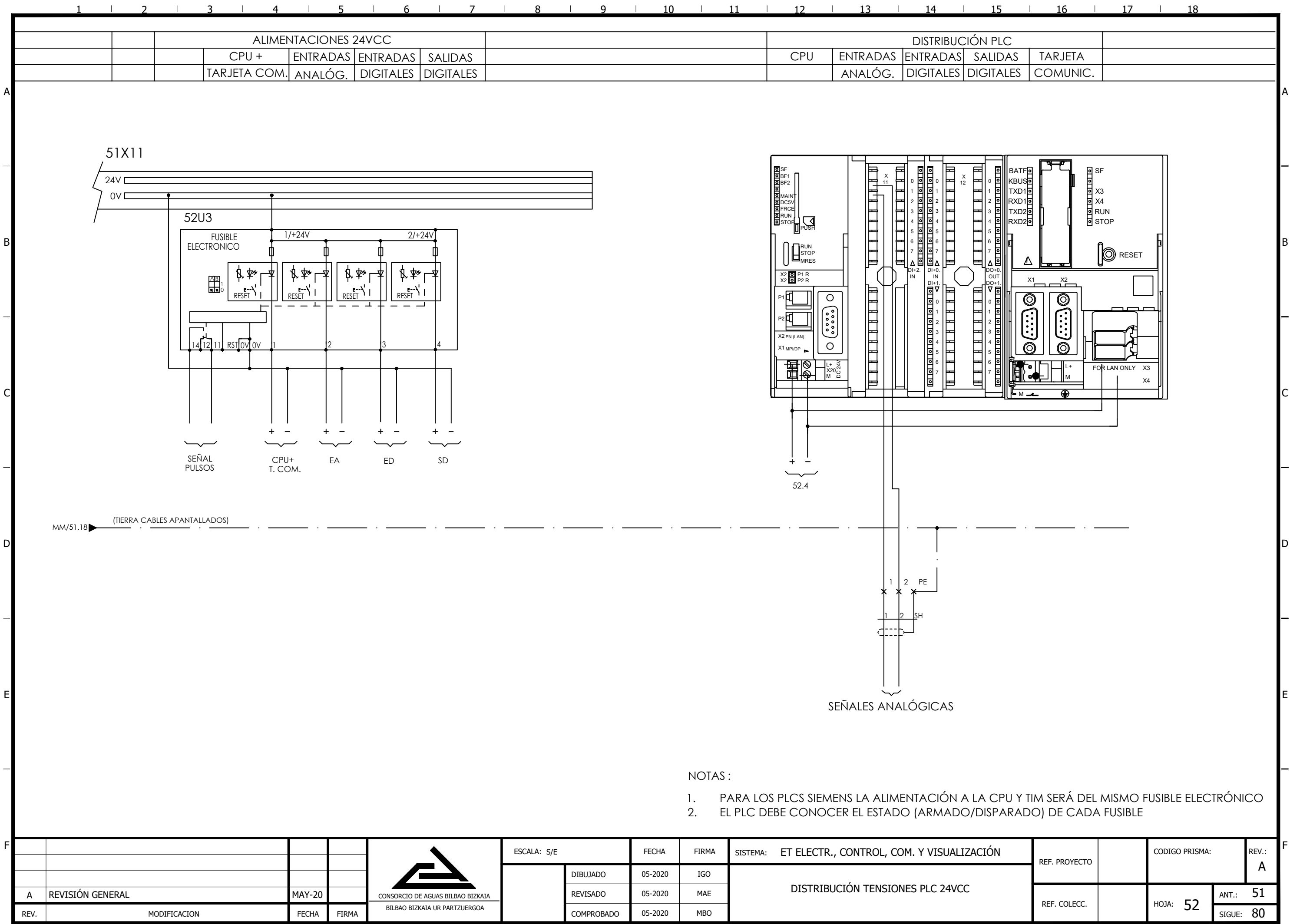


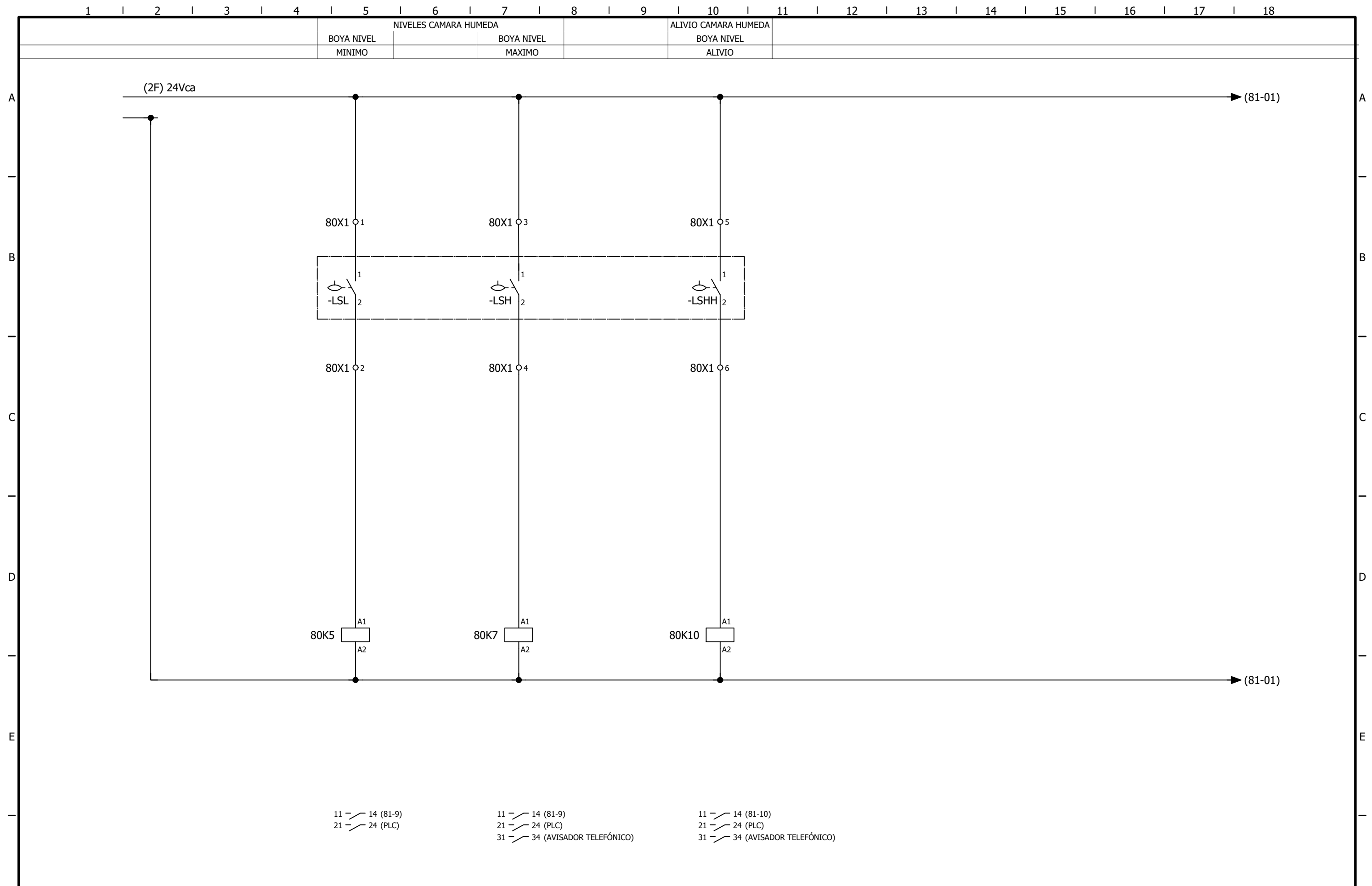


NOTAS :

1. EL PLC DEBE CONOCER EL ESTADO (ARMADO/DISPARADO) DE CADA FUSIBLE

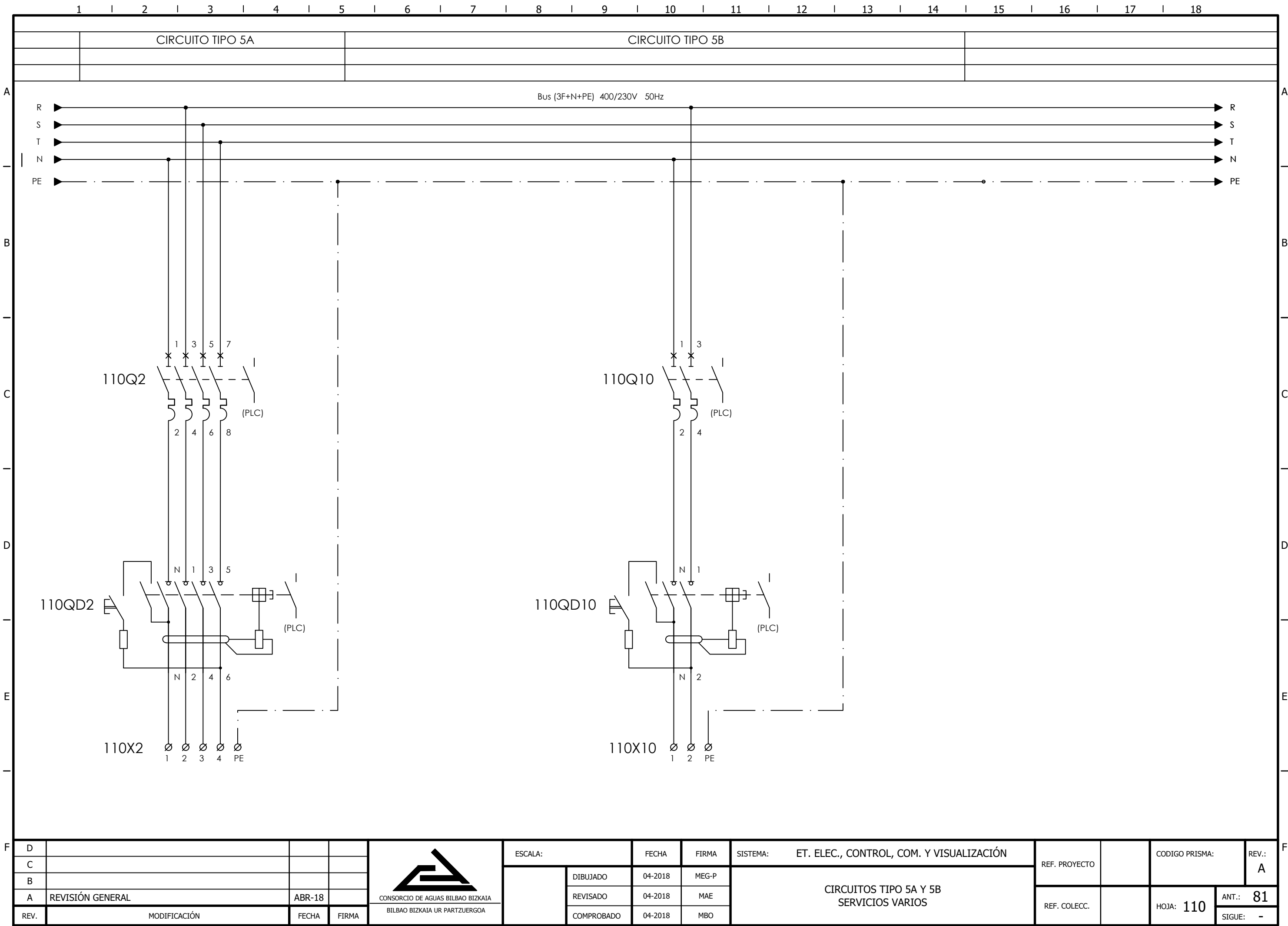
F				 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA	ESCALA: S/E		FECHA	FIRMA	SISTEMA: ET ELECTR., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:		REV.: A	F
						DIBUJADO	05-2020	IGO	DISTRIBUCIÓN TENSIONES SAI 230VAC						
						REVISADO	05-2020	MAE							
	A	REVISIÓN GENERAL	MAY-20			COMPROBADO	05-2020	MBO							
	REV.	MODIFICACION	FECHA		FIRMA										

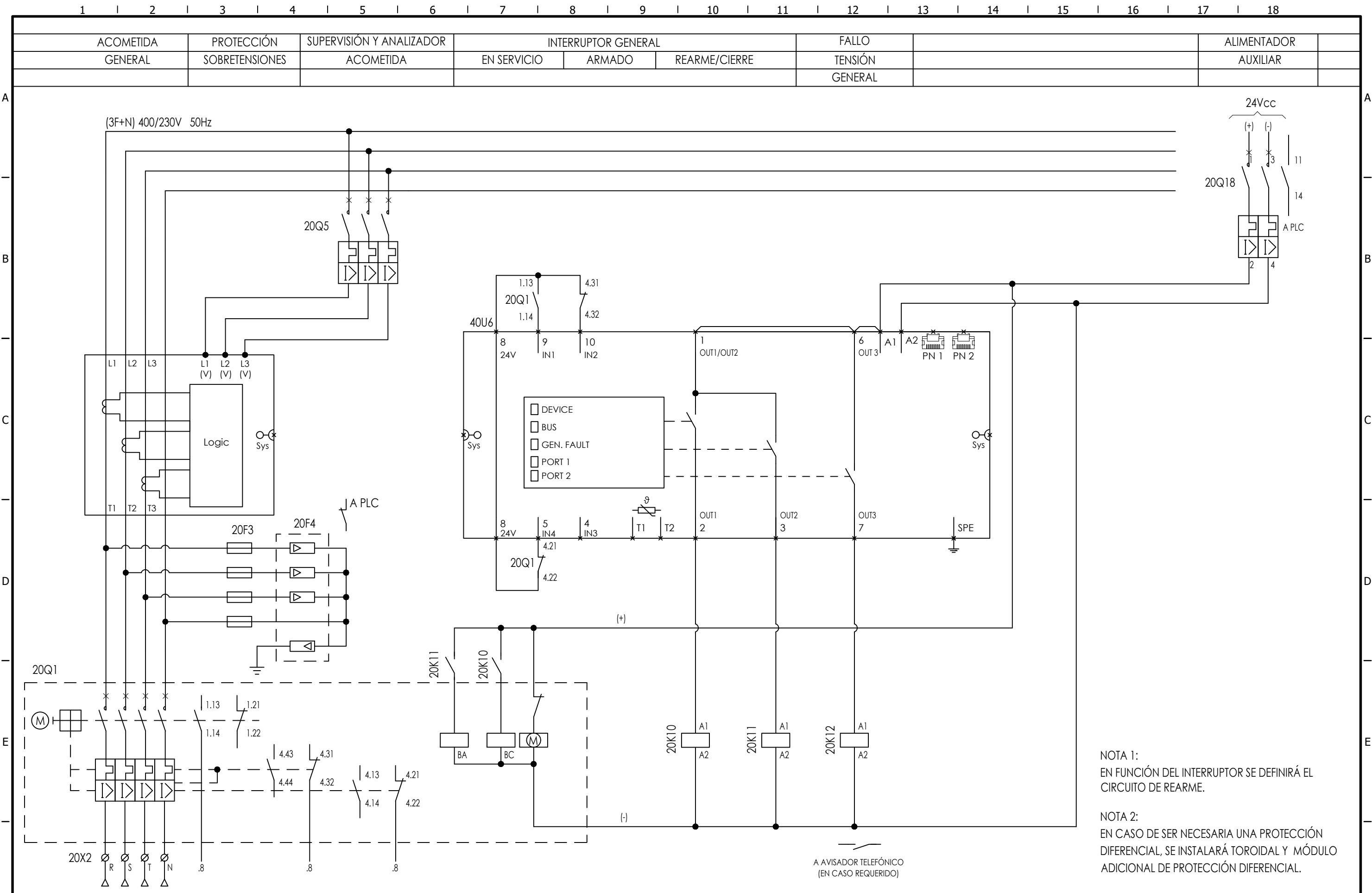




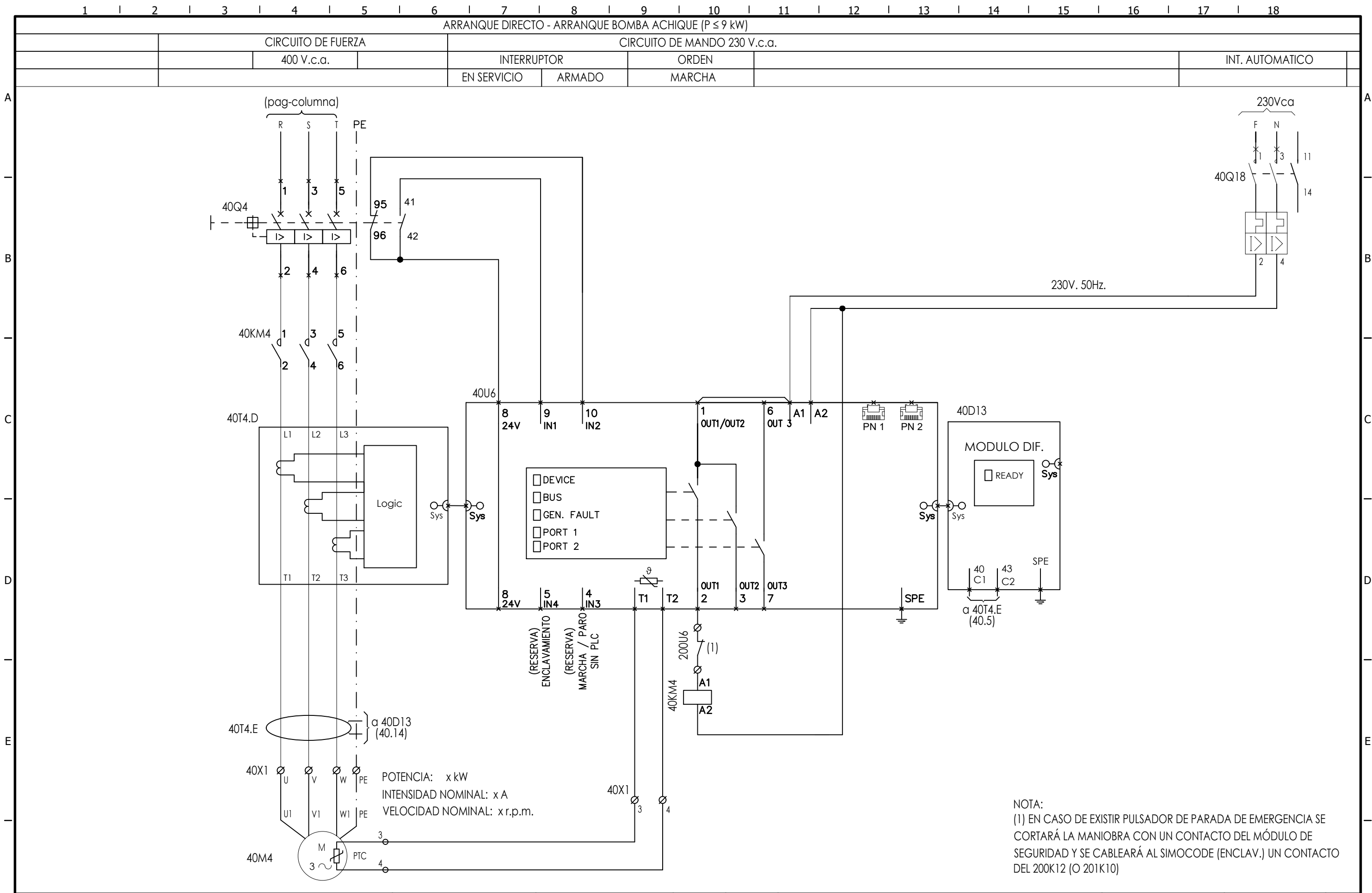
F	D			 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA	ESCALA:		FECHA	FIRMA	SISTEMA:	ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: A
	C					DIBUJADO	04-2018	JGE	MANIOBRA ANTIALIVIO		REF. COLECC.		HOJA: 80	ANT.: 52
	B					REVISADO	04-2018	MAE						
	A	REVISIÓN GENERAL	ABR-18			COMPROBADO	04-2018	MBO						
	REV.	MODIFICACIÓN	FECHA		FIRMA									



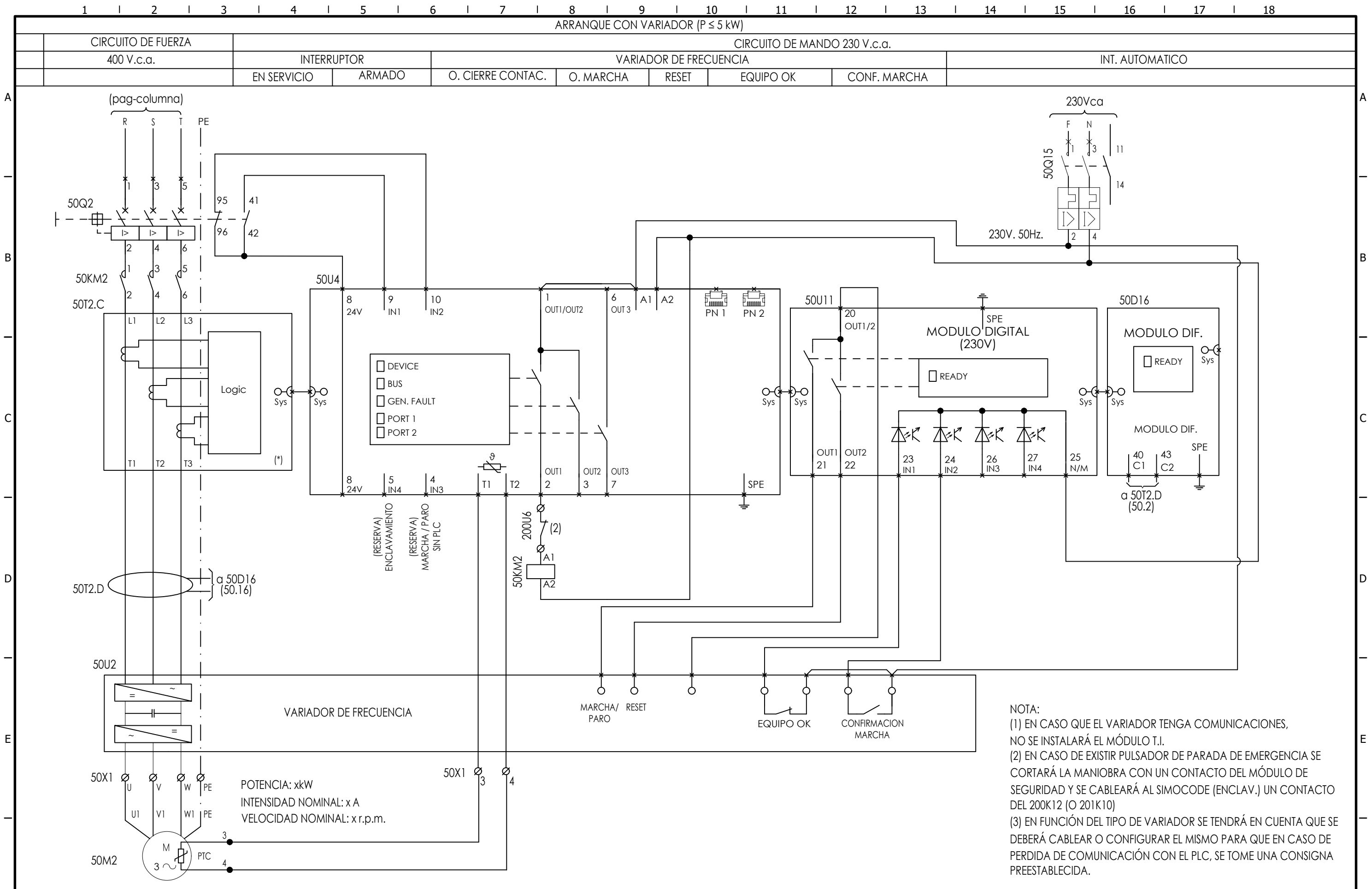




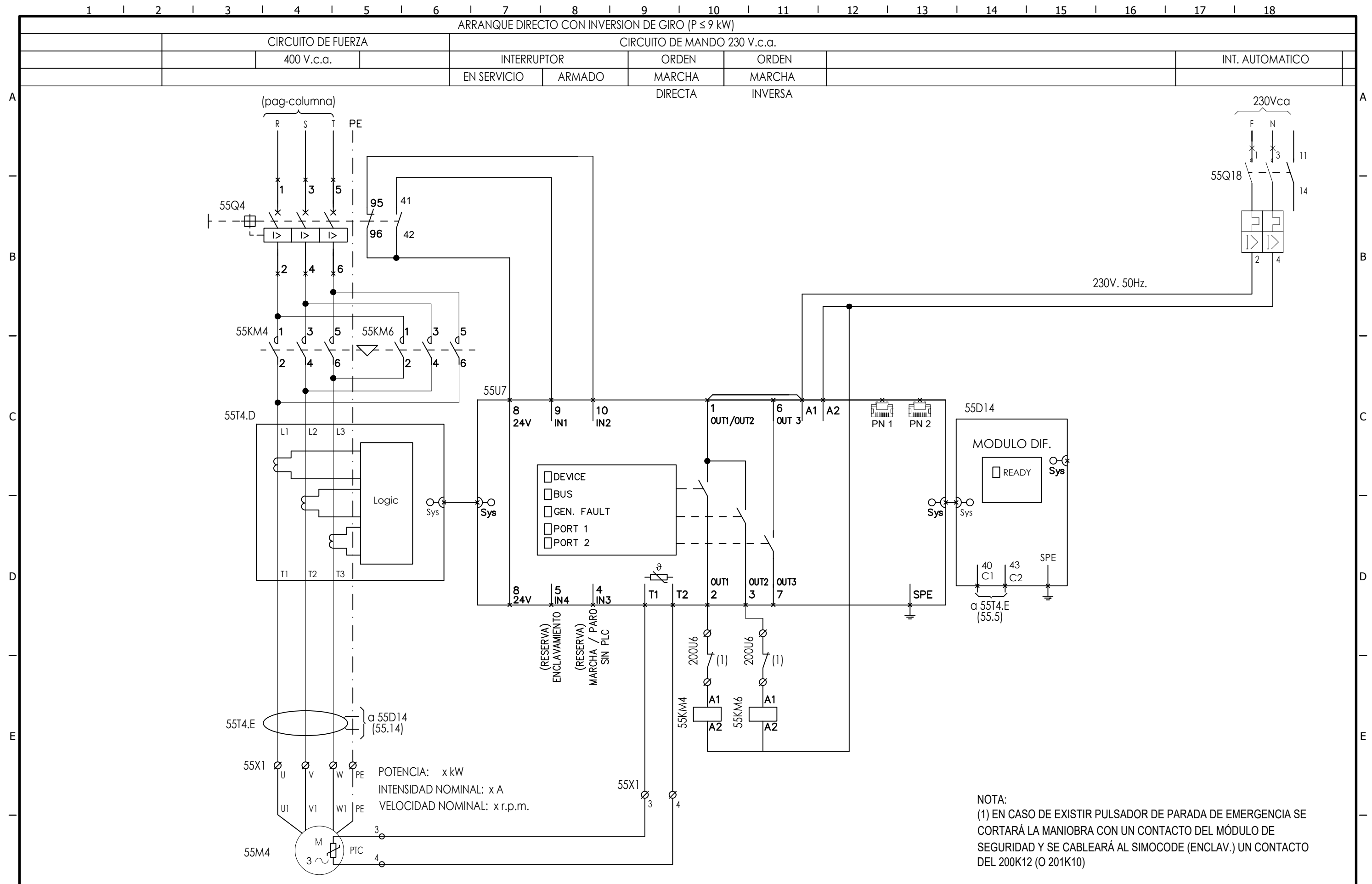
F	D			 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGEOA	ESCALA:		FECHA	FIRMA	SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: C
	C	REVISIÓN GENERAL	ABR-18			DIBUJADO	09-2017	MBG	ACOMETIDA GENERAL PEQUEÑAS INSTALACIONES OPCIÓN SIEMENS				
	B	INCLUIDO FALLO TENSIÓN GENERAL	AGO-16			REVISADO	09-2017	MBO					
	A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	DIC-15			COMPROBADO	09-2017	MBO					
	REV.	MODIFICACIÓN	FECHA		FIRMA						REF. COLECC.		HOJA: 20



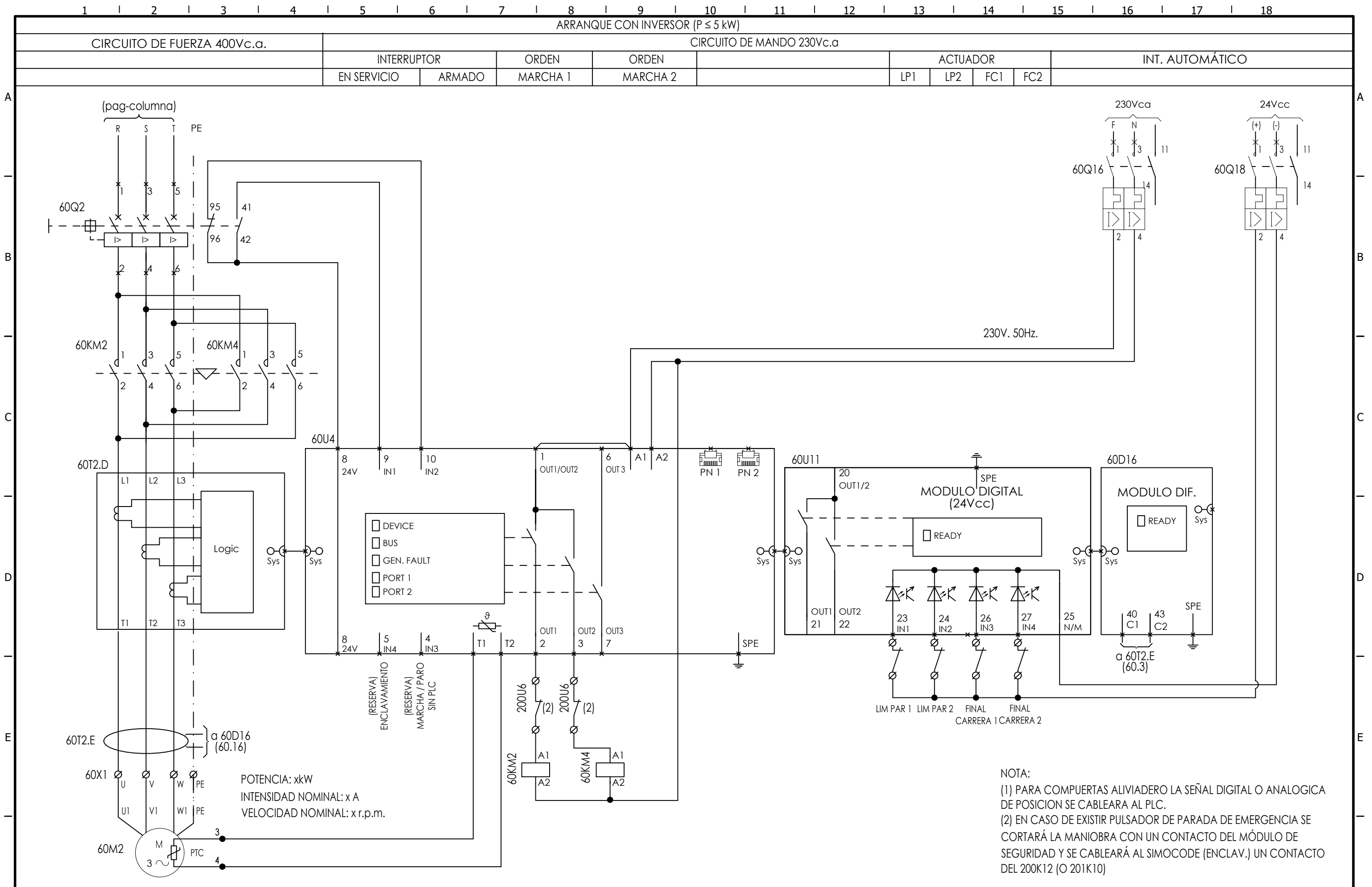
D				 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGEOA	ESCALA:	FECHA	FIRMA	SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: C
C	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19				12-2015	MBG	CIRCUITO TIPO 1A-1A0 - OPCIÓN SIEMENS ARRANQUE DIRECTO - ARRANQUE BOMBA ACHIQUE PARA MOTORES P ≤ 9kW				
B	REVISIÓN GENERAL	ABR-18			DIBUJADO	12-2015	MBO					
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	DIC-15			REVISADO	12-2015	MBO					
REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA		COMPROBADO	12-2015	MBO		REF. COLECC.		HOJA: 40	ANT.: SIGUE:



D				ESCALA:	FECHA	FIRMA	SISTEMA:	ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: C
C	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19				MBG						
B	REVISIÓN GENERAL	ABR-18				MBO						
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	ENE-16				MBO						
REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA		COMPROBADO	01-2016	MBO	CIRCUITO TIPO 1B - OPCIÓN SIEMENS ARRANQUE CON VARIADOR PARA MOTORES P ≤ 5kW	REF. COLECC.		HOJA: 50	ANT.: SIGUE:



F	D			 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA	ESCALA:		FECHA	FIRMA	SISTEMA:	ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: B
	C					DIBUJADO	12-2015	MBG	CIRCUITO TIPO 1C - OPCIÓN SIEMENS ARRANQUE DIRECTO CON INVERSIÓN DE GIRO PARA MOTORES $P \leq 9kW$					
	B	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19			REVISADO	12-2015	MBO						
	A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	DIC-15			COMPROBADO	12-2015	MBO						
	REV.	MODIFICACIÓN	FECHA		FIRMA					REF. COLECC.		HOJA: 55	ANT.: SIGUE:	

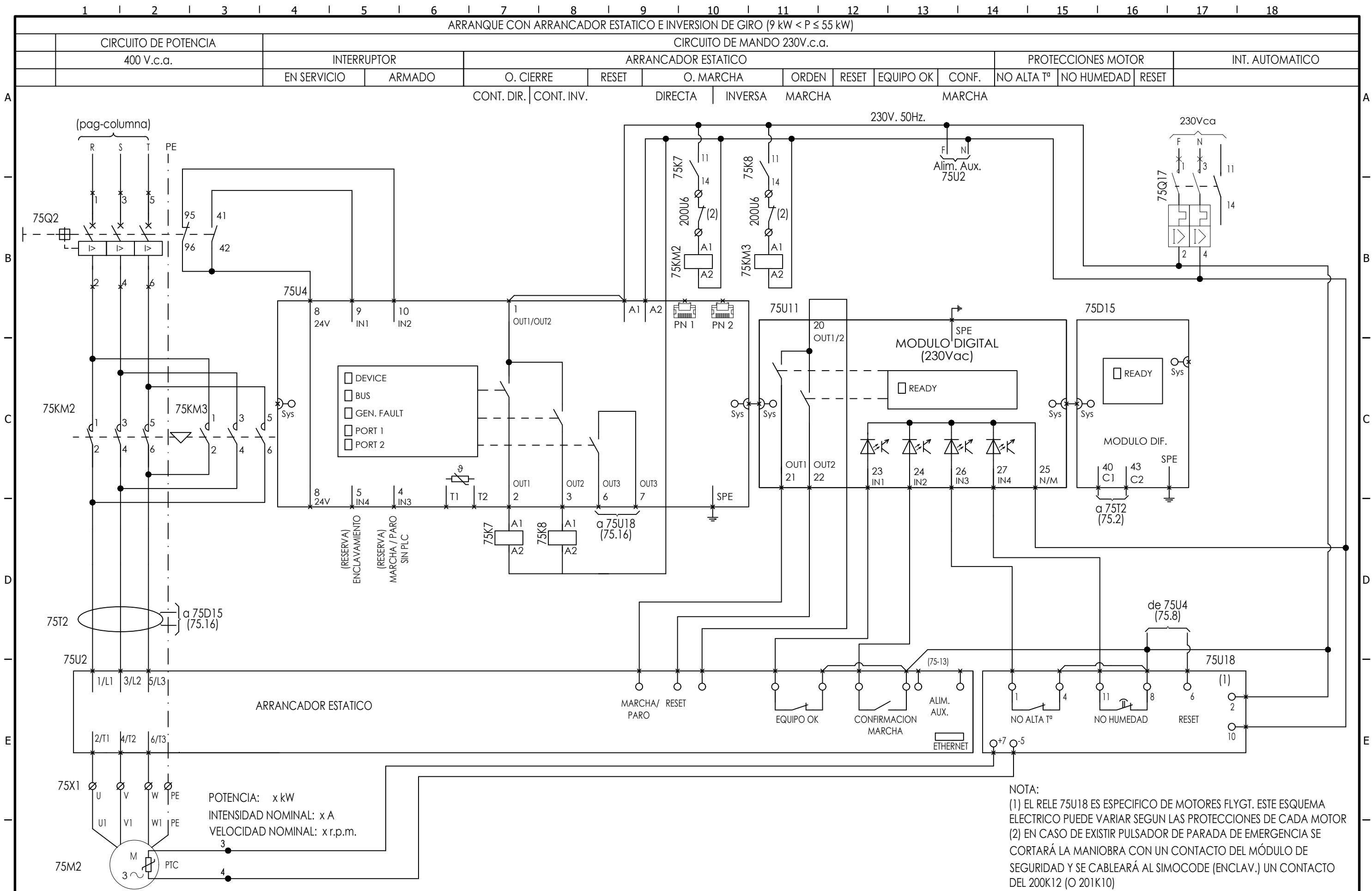


F	D																		F
	C																		
	B	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19																
	A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	DIC-15																
REV.		MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA															

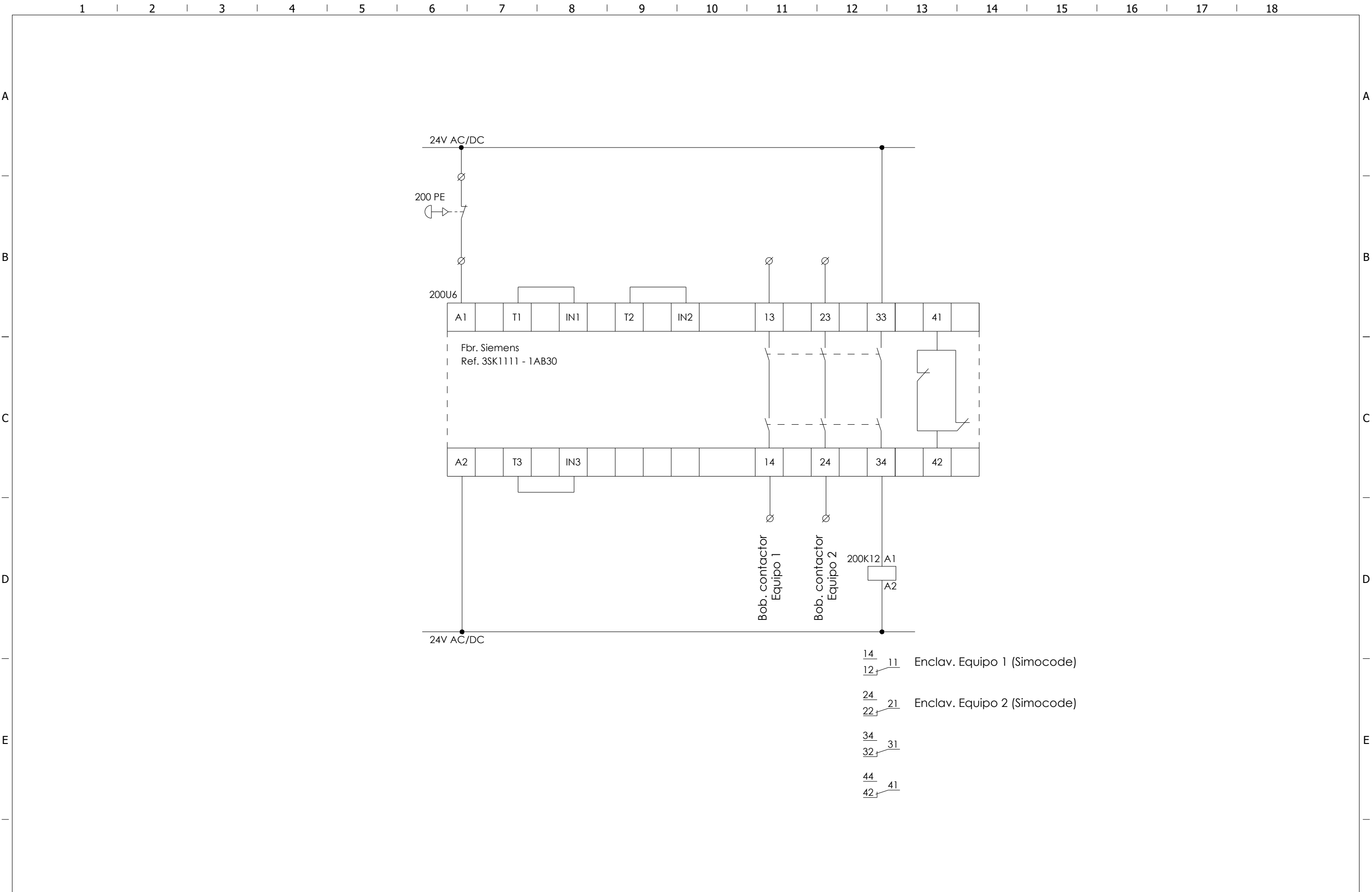
ESCALA:		FECHA	FIRMA	SISTEMA:	ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: B
	DIBUJADO	12-2015	MBG						
	REVISADO	12-2015	MBO						
	COMPROBADO	12-2015	MBO						

CIRCUITO TIPO 2 - OPCIÓN SIEMENS ARRANQUE CON INVERSOR PARA MOTORES P ≤ 5kW		REF. COLECC.		HOJA: 60	ANT.: SIGUE:

CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGEOA



F	D			 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGEOA	ESCALA:		FECHA	FIRMA	SISTEMA:	ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:		REV.: C	F
	C	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19				DIBUJADO	01-2016	MBG	CIRCUITO TIPO 3C - OPCIÓN SIEMENS ARRANQUE CON ARRANCADOR ESTÁTICO E INVERSIÓN DE GIRO PARA MOTORES 9kW < P ≤ 55kW	REF. COLECC.		HOJA: 75	ANT.: SIGUE:		
	B	REVISIÓN GENERAL	ABR-18				REVISADO	01-2016	MBO							
	A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	ENE-16				COMPROBADO	01-2016	MBO							
	REV.	MODIFICACIÓN	FECHA		FIRMA											



14
12 Enclav. Equipo 1 (Simocode)

24
22 Enclav. Equipo 2 (Simocode)

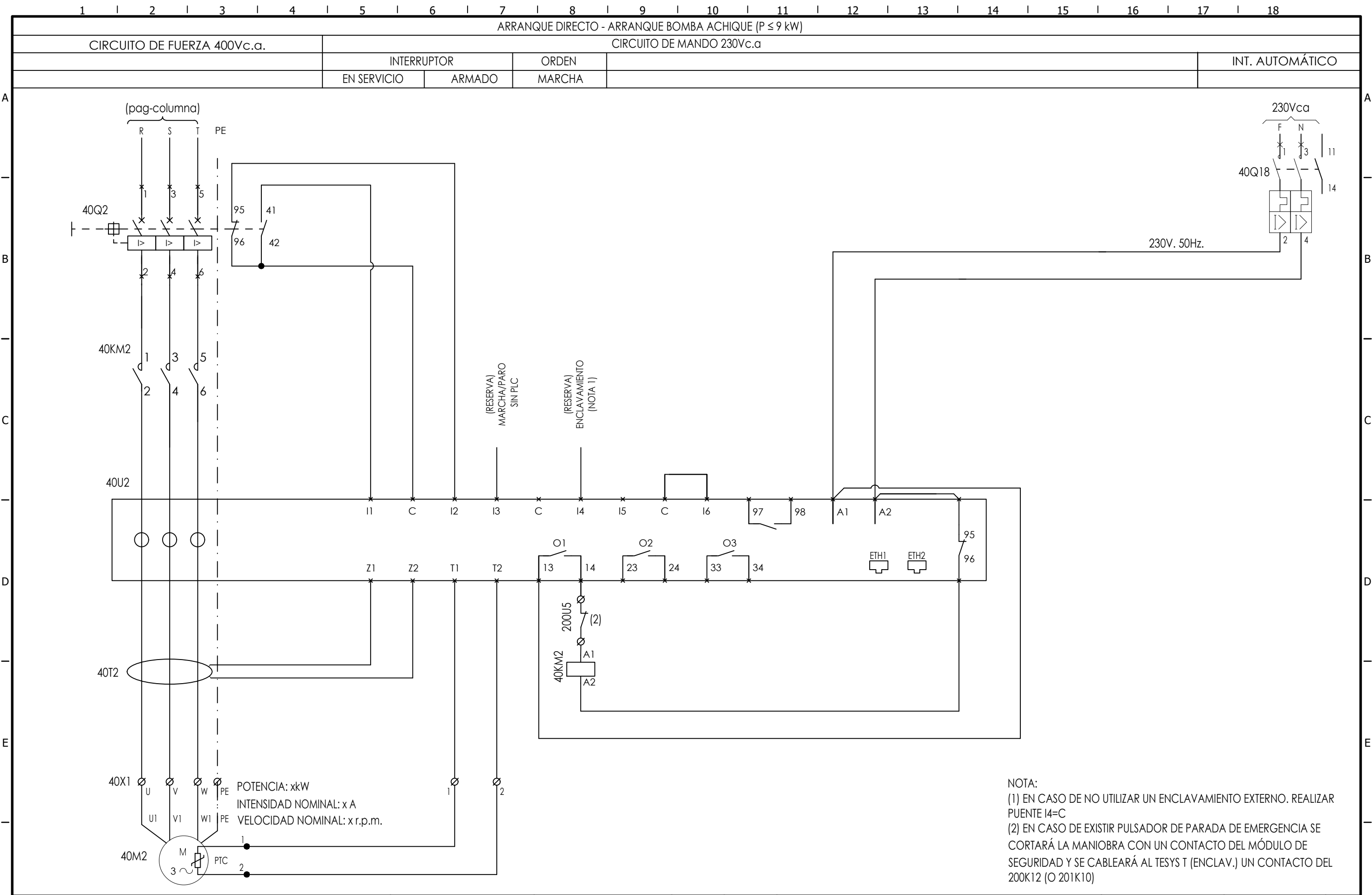
34
32

44
42

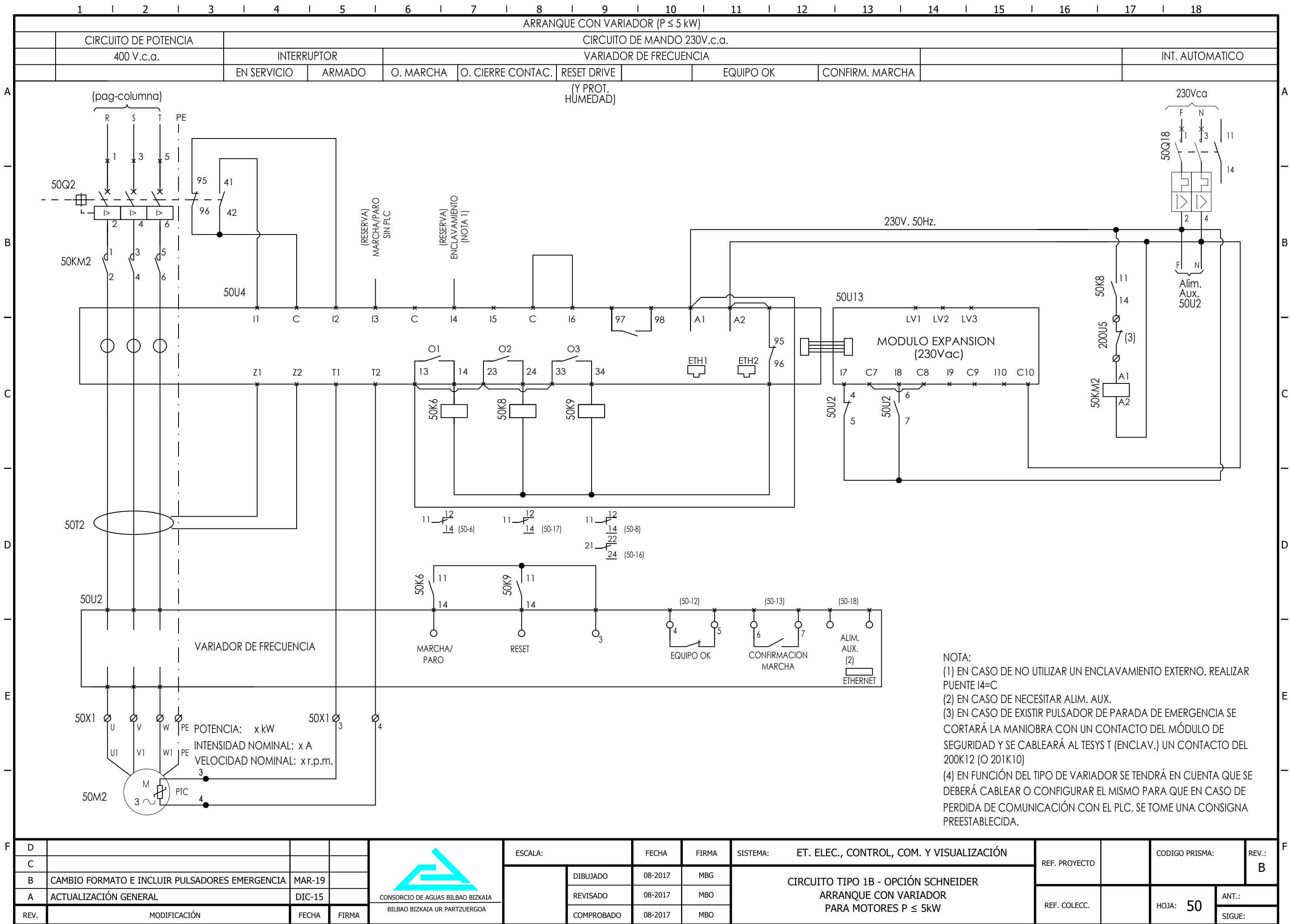
F	D			 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA	ESCALA:		FECHA	FIRMA	SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:		REV.: A	F	
	C					DIBUJADO	03-2019	JGE	CONEXIÓN PULSADOR EMERGENCIA CON MÓDULO DE SEGURIDAD VALIDO PARA 2 EQUIPOS OPCIÓN SIEMENS			REF. COLECC.		HOJA: 200		ANT.:
	B					REVISADO	03-2019	MBO			SIGUE:					
	A	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19				COMPROBADO	03-2019			MBO					
	REV.	MODIFICACIÓN			FECHA	FIRMA										

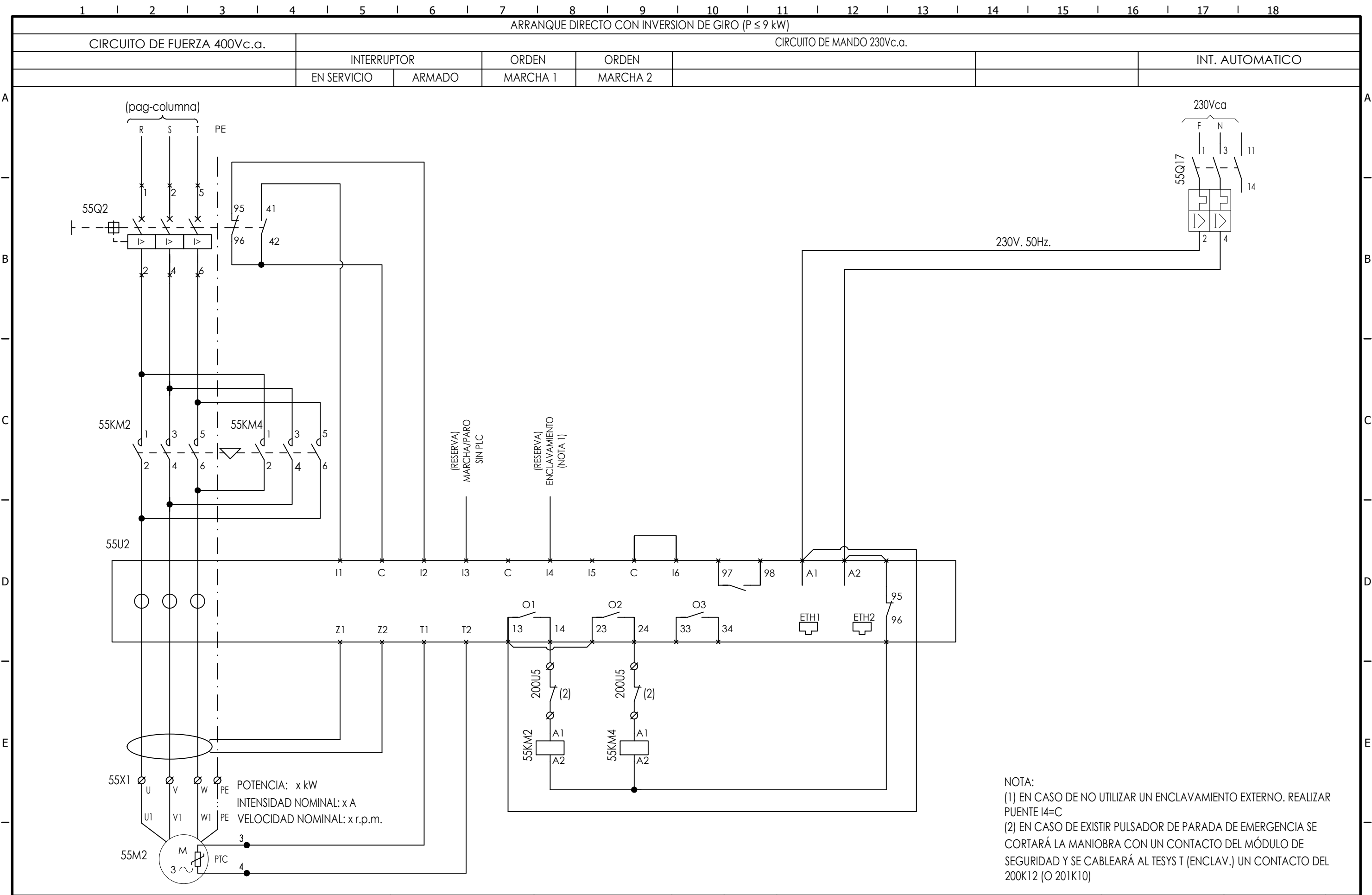
F

F

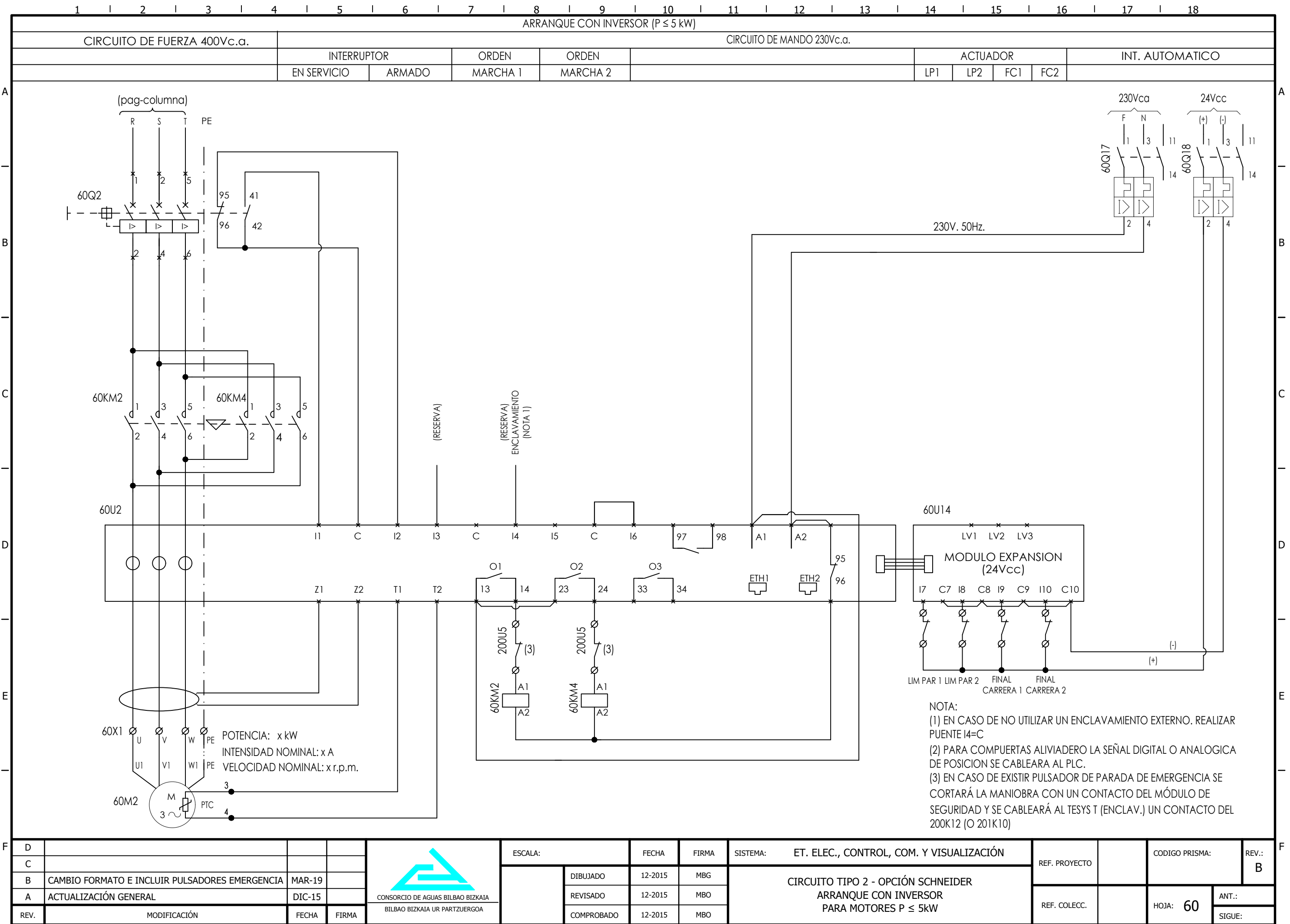


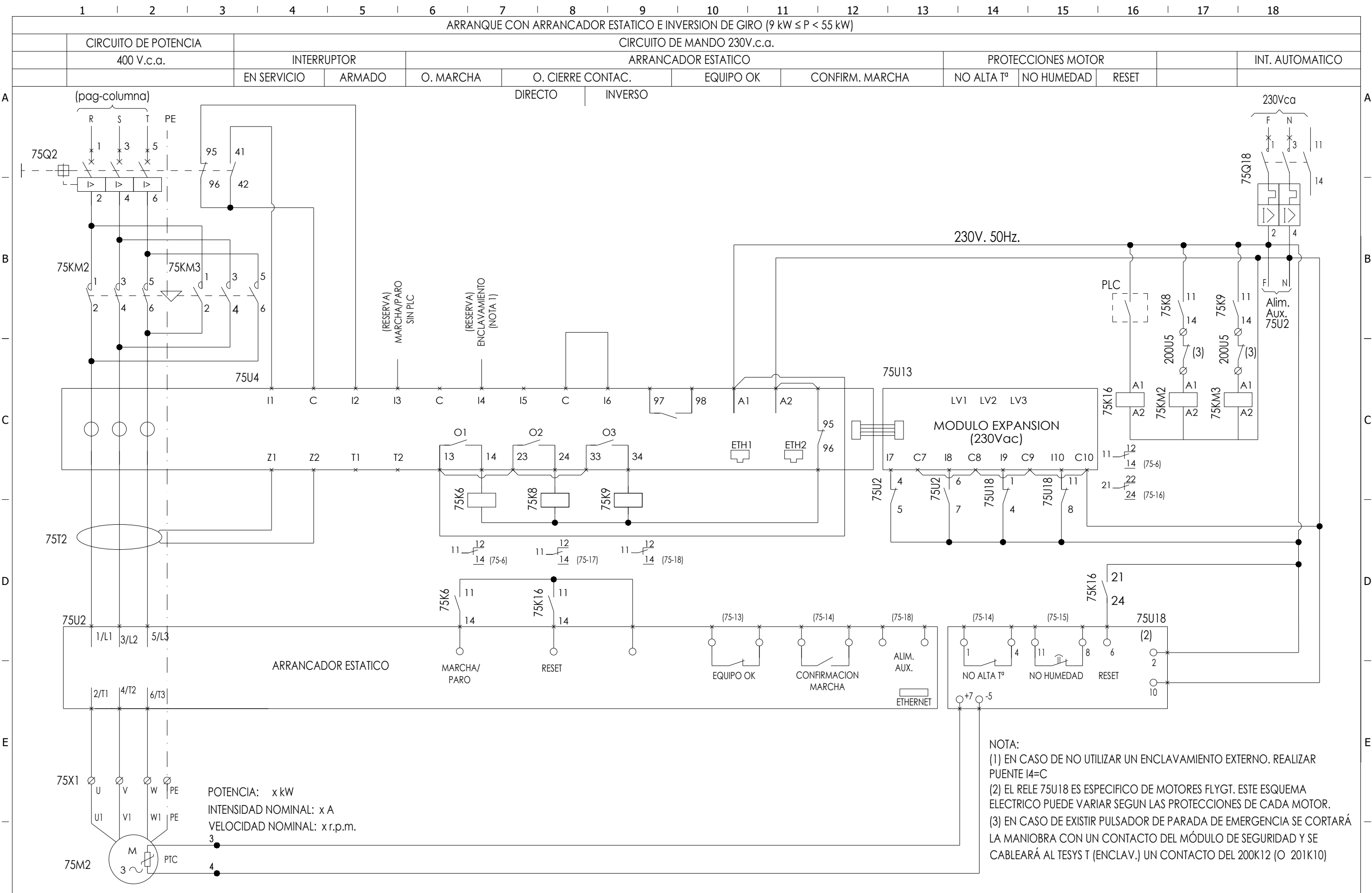
F	D			 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGEOA	ESCALA:		FECHA	FIRMA	SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:		REV.: C	
	C	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19				DIBUJADO	12-2015	MBG	CIRCUITO TIPO 1A-1A0 - OPCIÓN SCHNEIDER ARRANQUE DIRECTO - ARRANQUE BOMBA ACHIQUE PARA MOTORES $P \leq 9kW$					
	B	REVISIÓN GENERAL	ABR-18				REVISADO	12-2015	MBO						
	A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	DIC-15				COMPROBADO	12-2015	MBO						
	REV.	MODIFICACIÓN	FECHA		FIRMA						REF. COLECC.		HOJA: 40	ANT.: SIGUE:	



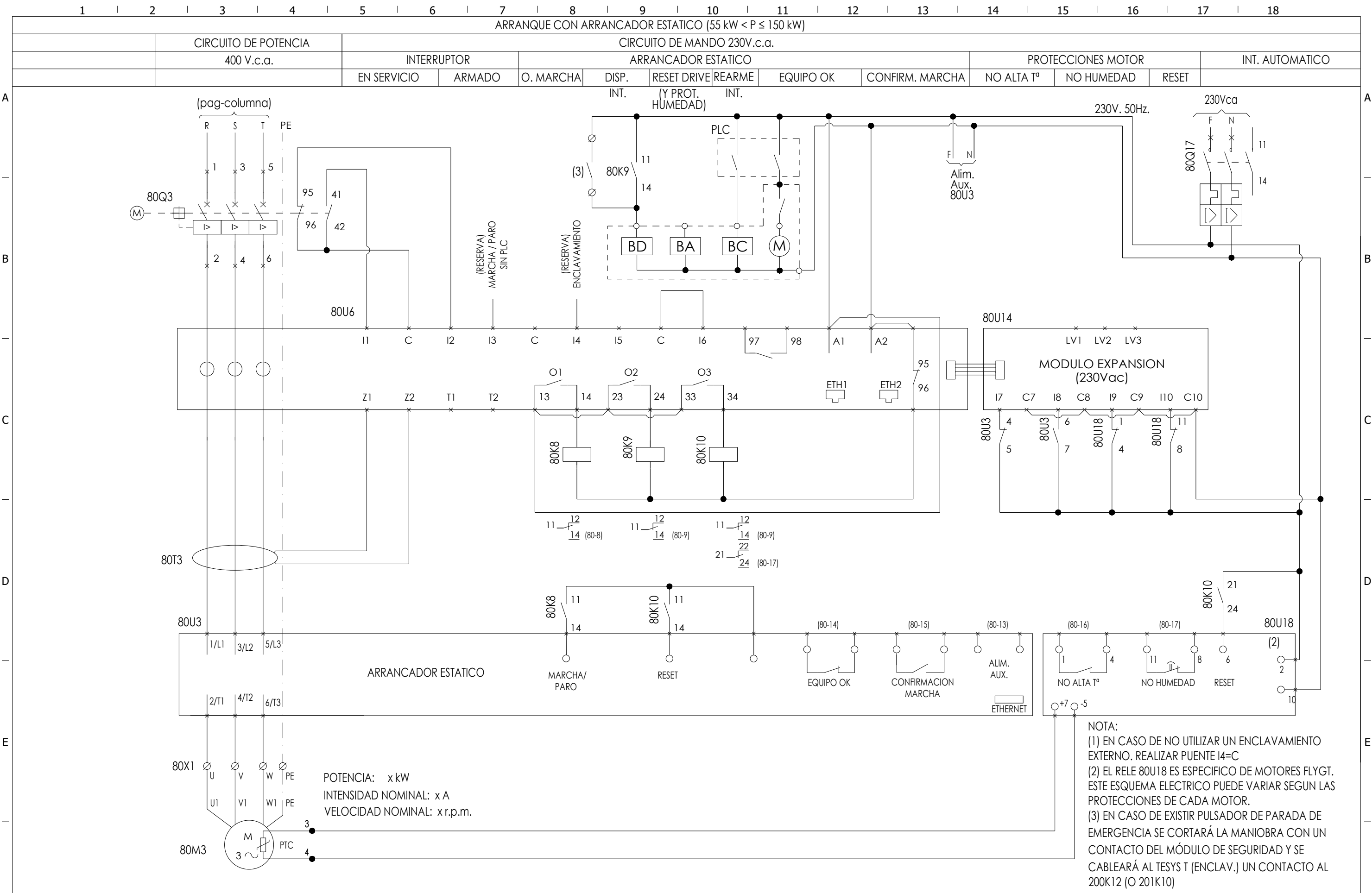


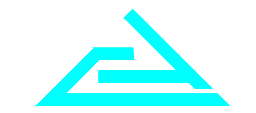
D				ESCALA:	FECHA	FIRMA	SISTEMA:	ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: B
C												
B	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19			DIBUJADO	12-2015	MBG					
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	DIC-15			REVISADO	12-2015	MBO					
REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA		COMPROBADO	12-2015	MBO	CIRCUITO TIPO 1C - OPCIÓN SCHNEIDER ARRANQUE DIRECTO CON INVERSIÓN DE GIRO PARA MOTORES $P \leq 9 \text{ kW}$	REF. COLECC.		HOJA: 55	ANT.: SIGUE:

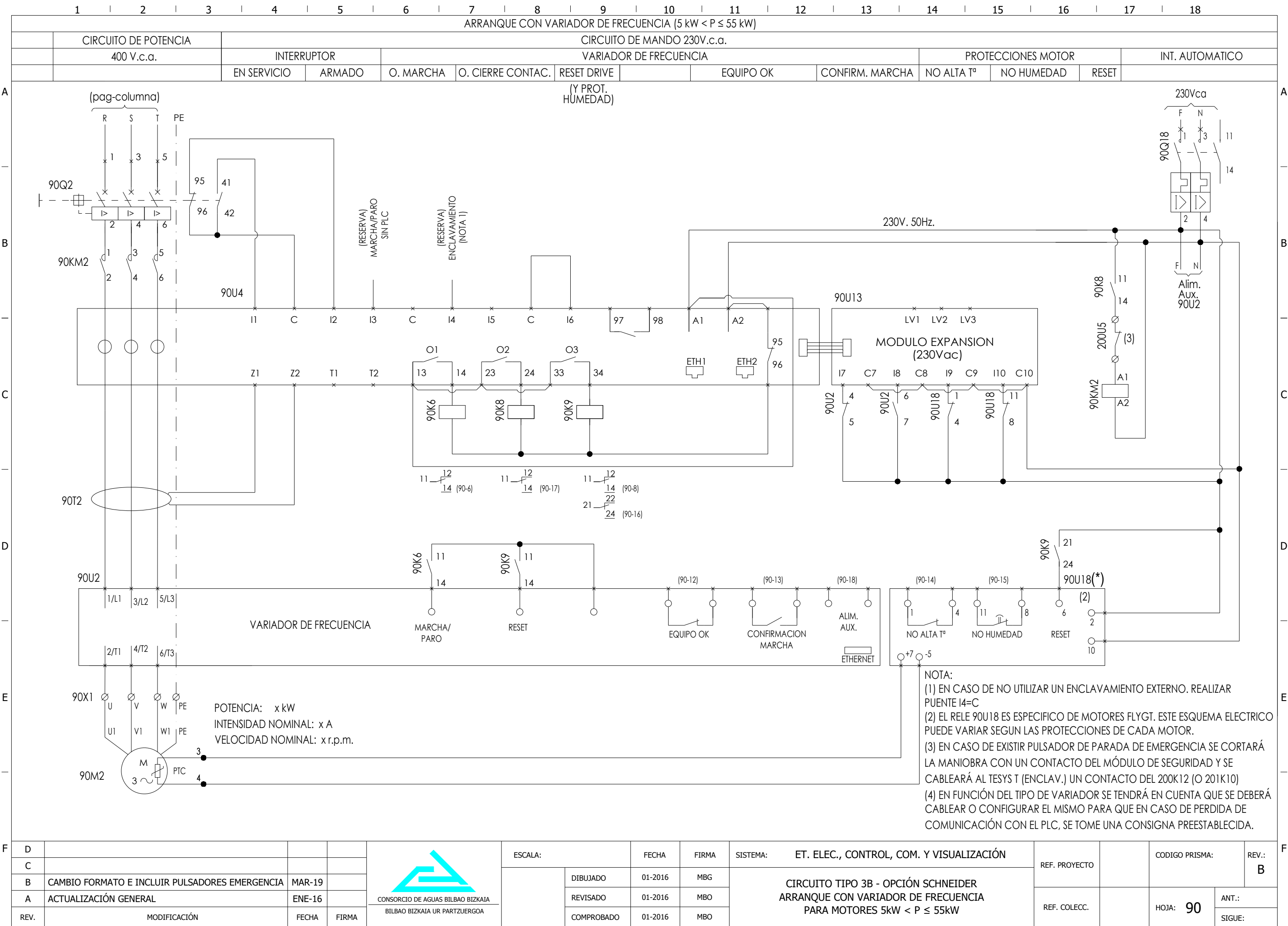


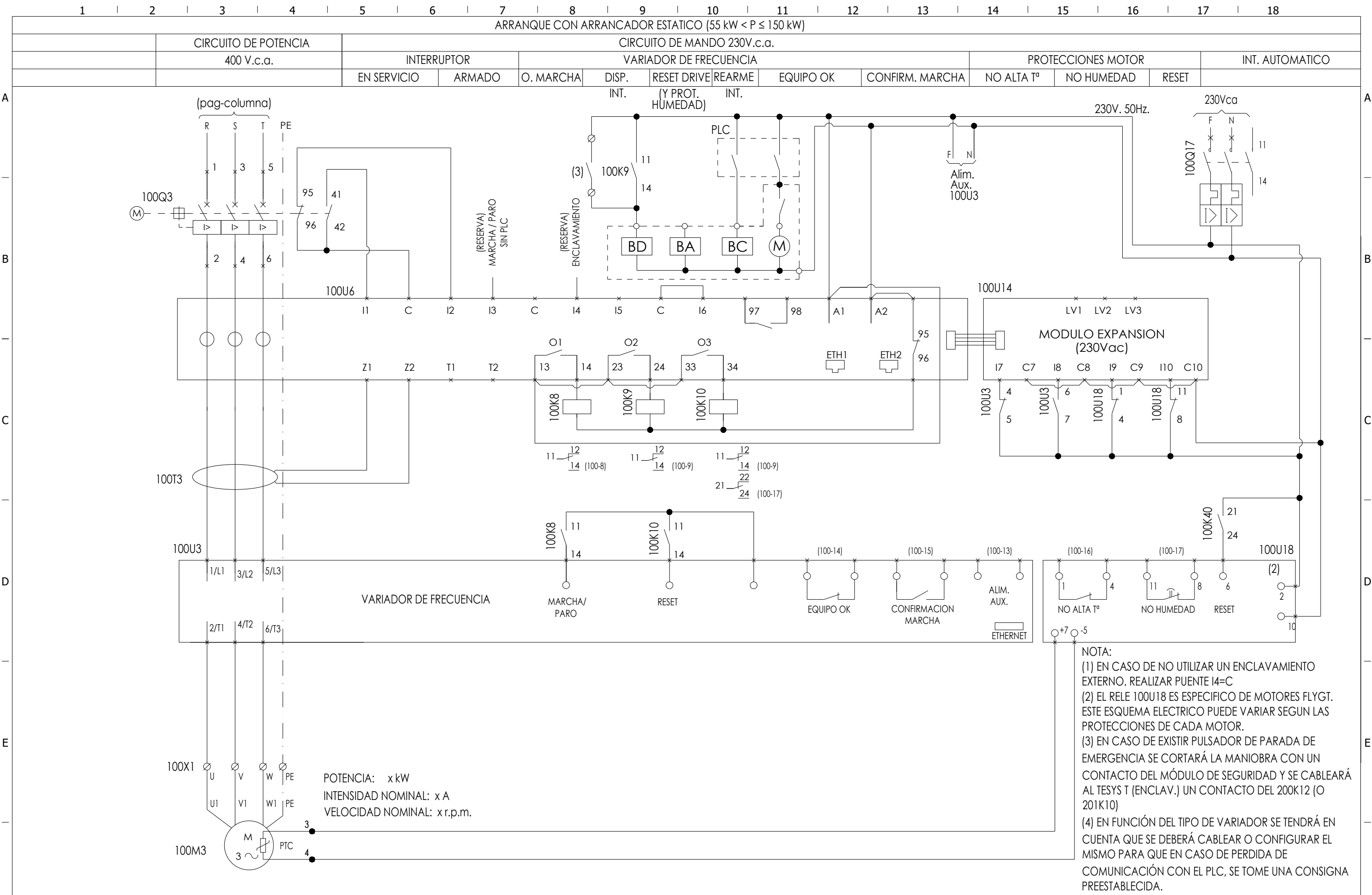


F	D			 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGEOA	ESCALA:		FECHA	FIRMA	SISTEMA:	ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:		REV.: B	F
	C					DIBUJADO	01-2016	MBG	CIRCUITO TIPO 3C - OPCIÓN SCHNEIDER ARRANQUE CON ARRANCADOR ESTÁTICO E INVERSIÓN DE GIRO PARA MOTORES 9kW < P ≤ 55kW	REF. COLECC.				HOJA: 75	ANT.:	
	B	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19			REVISADO	01-2016	MBO			SIGUE:					
	A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	ENE-16			COMPROBADO	01-2016	MBO								
	REV.	MODIFICACIÓN	FECHA		FIRMA											

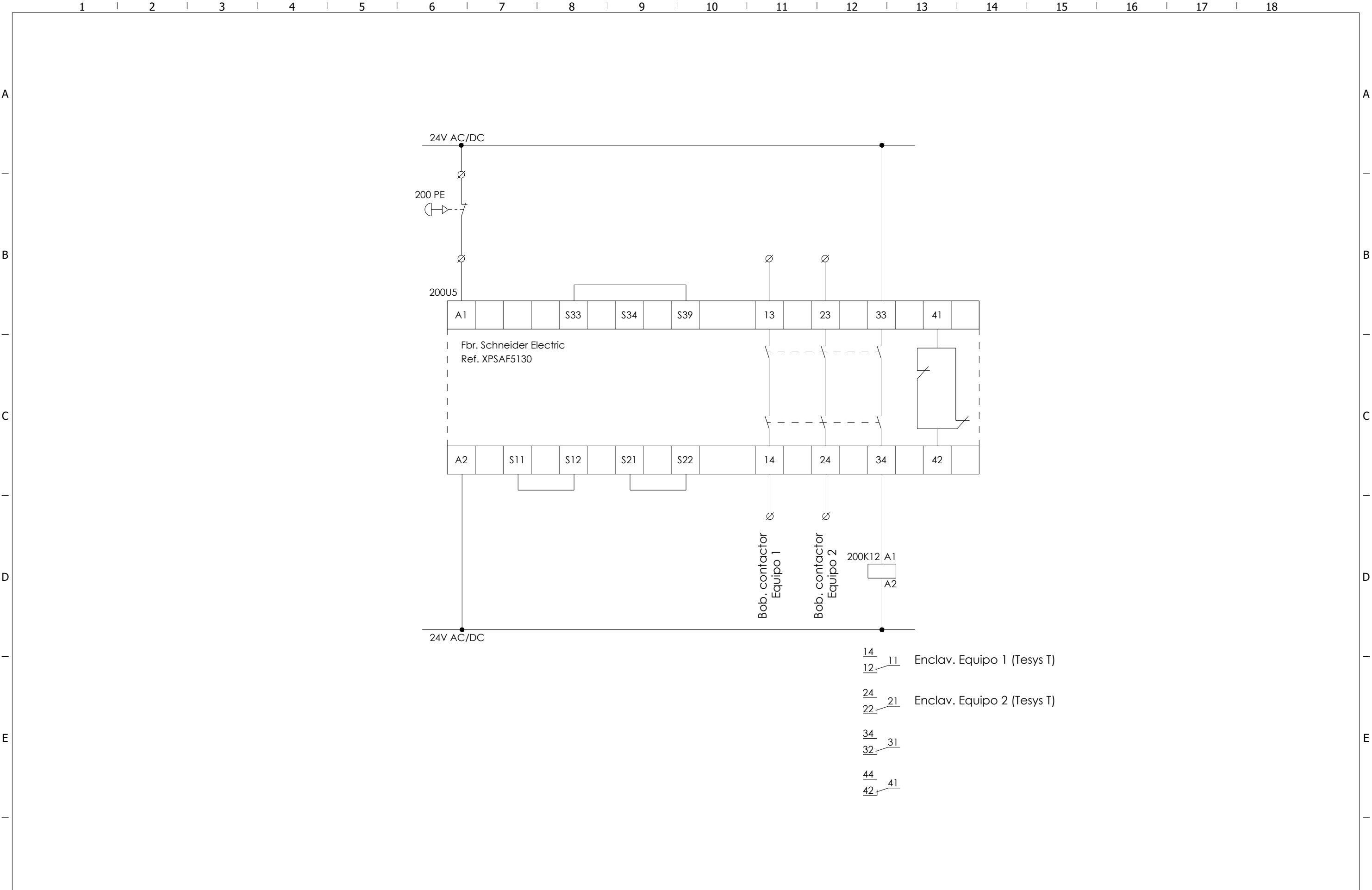


F	D			 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGEOA	ESCALA:		FECHA	FIRMA	SISTEMA:	ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:		REV.: C	F
	C	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19				DIBUJADO	01-2016	MBG	CIRCUITO TIPO 4A - OPCIÓN SCHNEIDER ARRANQUE CON ARRANCADOR ESTÁTICO PARA MOTORES 55kW < P ≤ 150kW			REF. COLECC.		HOJA: 80	
	B	REVISIÓN GENERAL	ABR-18				REVISADO	01-2016	MBO							
	A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	ENE-16		M.B.G.		COMPROBADO	01-2016	MBO							
	REV.	MODIFICACIÓN	FECHA		FIRMA											



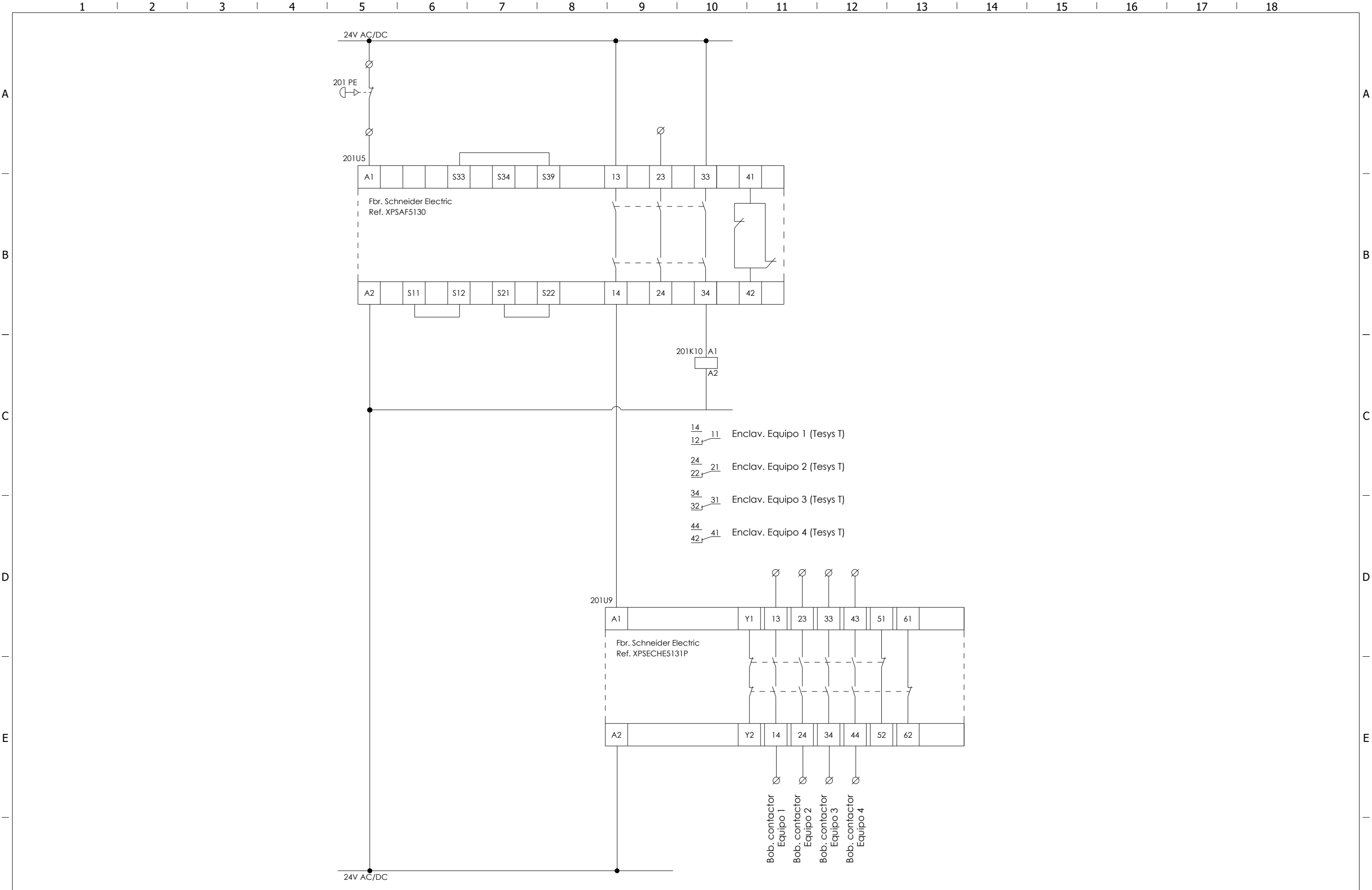


D				 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGEOA	ESCALA:	FECHA	FIRMA	SISTEMA:	ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: C
C	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19				01-2016	MBG		CIRCUITO TIPO 4B - OPCIÓN SCHNEIDER				
B	REVISIÓN GENERAL	ABR-18				01-2016	MBO		ARRANQUE CON VARIADOR DE FRECUENCIA				
A	ACTUALIZACIÓN GENERAL	ENE-16	M.B.G.			01-2016	MBO		PARA MOTORES 55kW < P ≤ 150kW				
REV.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA							REF. COLECC.		HOJA: 100	ANT.: SIGUE:

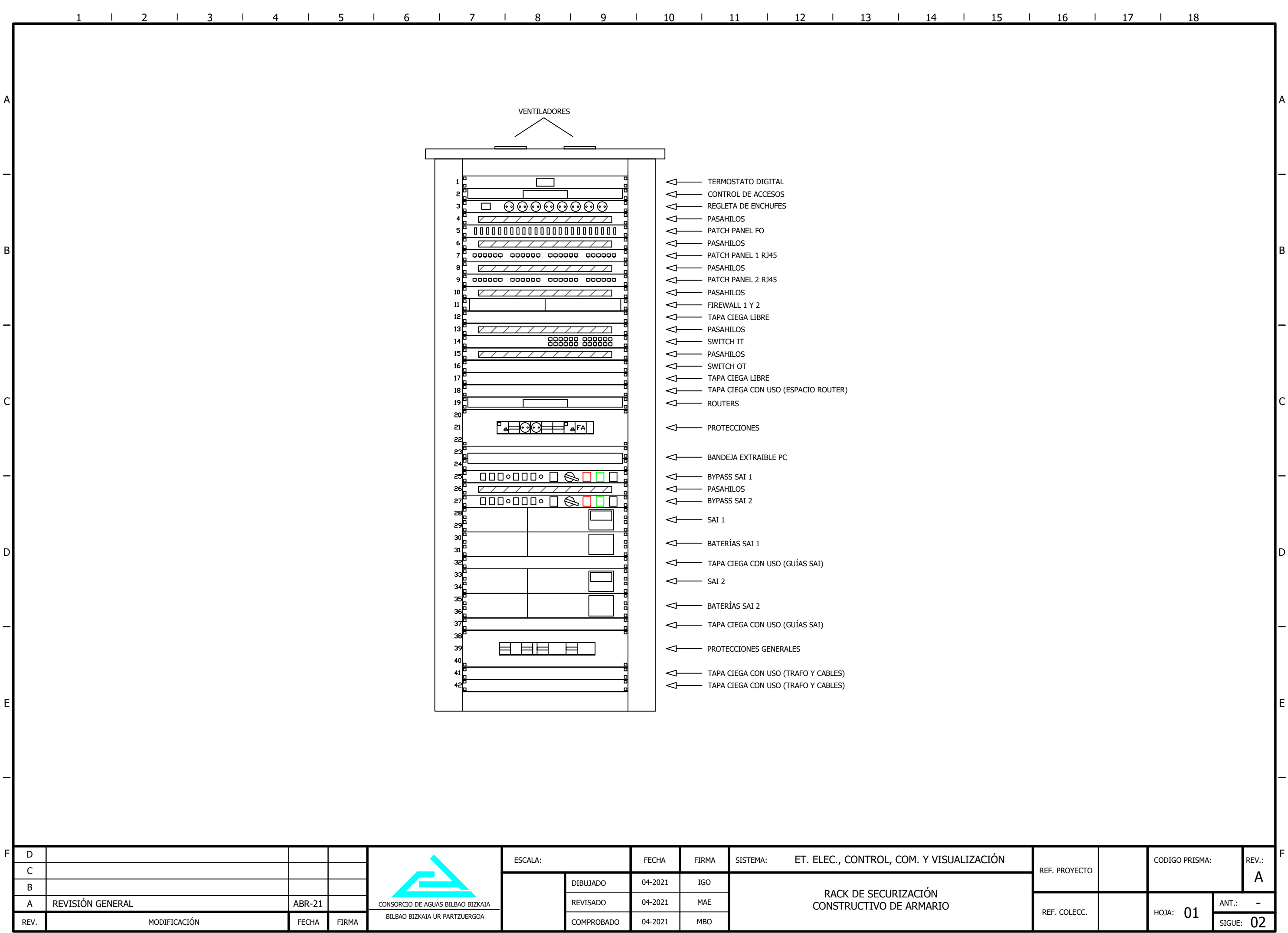


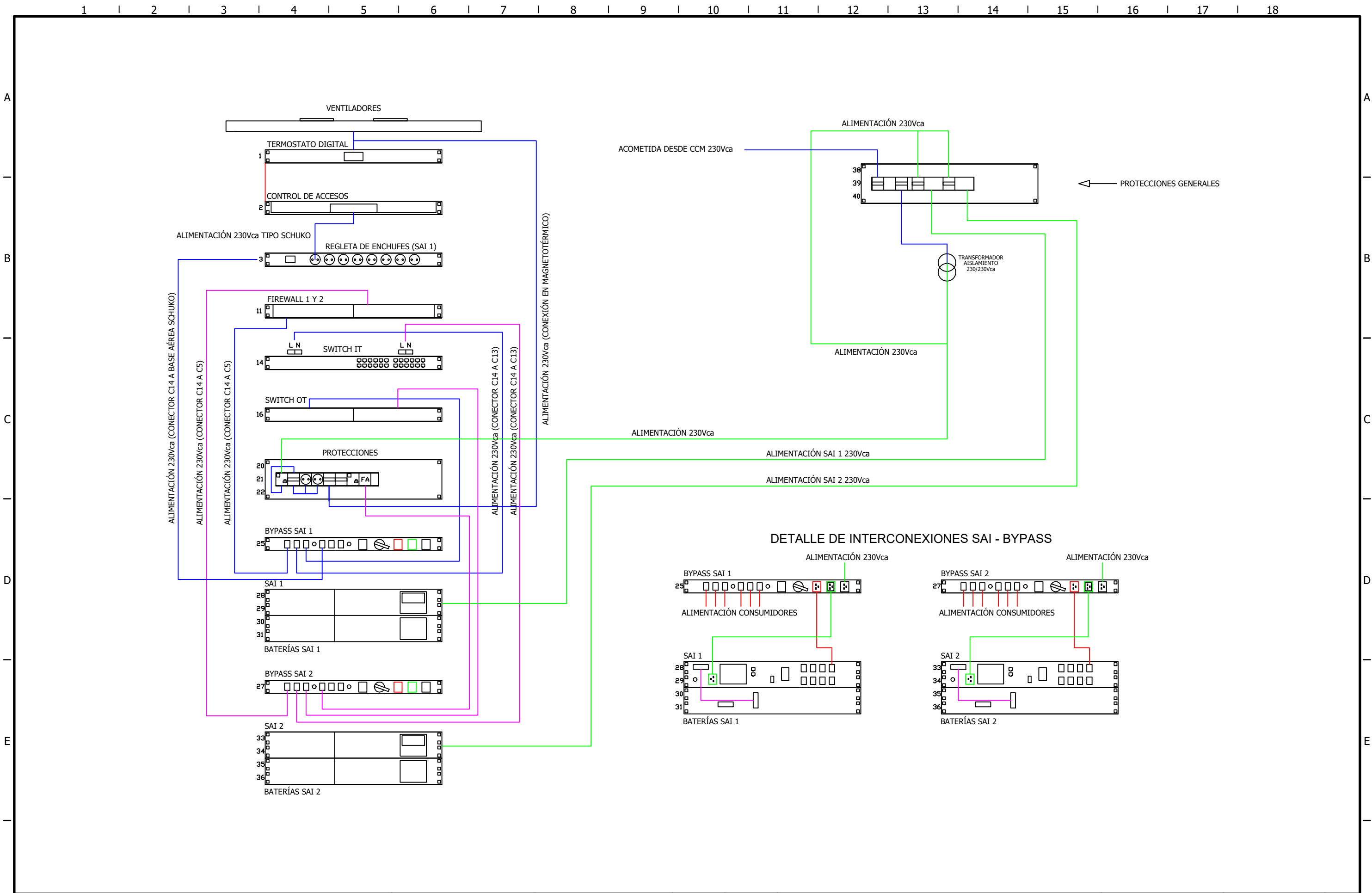
14 11 Enclav. Equipo 1 (Tesy T)
12 21
24 21 Enclav. Equipo 2 (Tesy T)
22 31
34 31
32 41
44 41
42

F	D			 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGEOA	ESCALA:		FECHA	FIRMA	SISTEMA:	ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:		REV.: A	F
	C					DIBUJADO	03-2019	JGE	CONEXIÓN PULSADOR EMERGENCIA CON MÓDULO DE SEGURIDAD VALIDO PARA 2 EQUIPOS OPCIÓN SCHNEIDER				REF. COLECC.		HOJA: 200 ANT.: SIGUE:	
	B					REVISADO	03-2019	MBO								
	A	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19				COMPROBADO	03-2019				MBO				
	REV.	MODIFICACIÓN			FECHA	FIRMA										

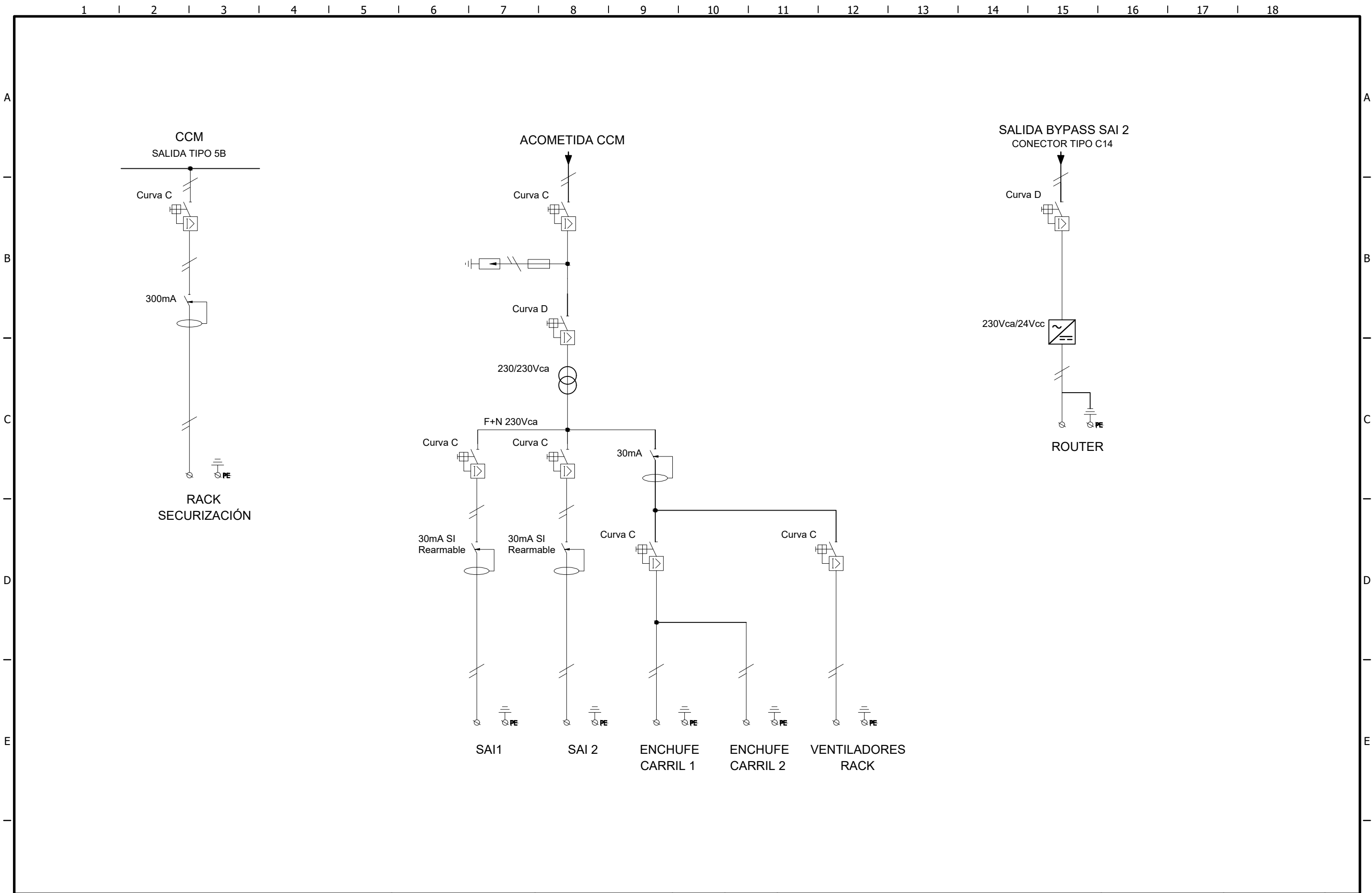


F	D			 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGOA	ESCALA:		FECHA	FIRMA	SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:		REV.: A	F
	C					DIBUJADO	03-2019	JGE	CONEXIÓN PULSADOR EMERGENCIA CON MÓDULO DE SEGURIDAD VALIDO PARA 4 EQUIPOS MÁX. OPCIÓN SCHNEIDER			REF. COLECC.		HOJA: 201	
	B					REVISADO	03-2019	MBO		SIGUE:					
	A	CAMBIO FORMATO E INCLUIR PULSADORES EMERGENCIA	MAR-19			COMPROBADO	03-2019	MBO							
	REV.	MODIFICACIÓN	FECHA		FIRMA										





F	D			 CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA BILBAO BIZKAIA UR PARTZUERGEOA	ESCALA:		FECHA	FIRMA	SISTEMA: ET. ELEC., CONTROL, COM. Y VISUALIZACIÓN	REF. PROYECTO		CODIGO PRISMA:	REV.: A
	C					DIBUJADO	04-2021	IGO	RACK DE SECURIZACIÓN DISTRIBUCIÓN INTERNA				
	B					REVISADO	04-2021	MAE					
	A	REVISIÓN GENERAL	ABR-21				COMPROBADO	04-2021		MBO			
	REV.	MODIFICACIÓN	FECHA		FIRMA				REF. COLECC.	HOJA: 02	ANT.: 01 SIGUE: 03		



F	D			 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
	C					DIBUJADO	04-2021	IGO	RACK DE SECURIZACIÓN ESQUEMA UNIFILAR						
	B					REVISADO	04-2021	MAE							
	A	REVISIÓN GENERAL	ABR-21											ANT.: 02	
	REV.	MODIFICACIÓN	FECHA		FIRMA		COMPROBADO	04-2021	MBO			REF. COLECC.		HOJA: 03	SIGUE: -