



DOCUMENTO N.º 3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES



DOCUMENTO Nº3

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES	1
1.1	Objeto del pliego y ámbito de aplicación	1
1.2	Disposiciones Generales	1
1.2.1	Dirección de obra	1
1.2.2	Representación del contratista	2
1.2.3	Documentos que se entregan al contratista.....	3
1.2.3.1	Documentos contractuales	3
1.2.3.2	Documentos informativos	3
1.2.4	Cumplimiento de las ordenanzas y normativas vigentes. Permisos y licencias.....	4
1.3	Definición de las Obras	4
1.3.1	Documentos que definen las obras y orden de prelación	4
1.3.1.1	Planos	5
1.3.1.2	Planos adicionales.....	5
1.3.1.3	Interpretación de planos	5
1.3.1.4	Confrontación de planos y medidas	5
1.3.1.5	Contradicciones, omisiones o errores en la documentación	5
1.3.1.6	Planos complementarios de detalle.....	6
1.3.1.7	Archivo actualizado de Documentos que definen las obras. Planos de obra realizada ("As Built").....	6
1.3.1.8	Descripción de las obras	6
1.4	Garantía y control de calidad de las obras	21
1.4.1	Definición	21
1.4.2	Sistema de garantía de calidad	22
1.4.3	Programa de garantía de calidad.....	22



1.4.3.1	Organización.....	22
1.4.3.2	Procedimientos, Instrucciones y Planos	22
1.4.3.3	Control de materiales y servicios comprados	23
1.4.3.4	Manejo, Almacenamiento y Transporte	23
1.4.3.5	Procesos especiales	23
1.4.3.6	Inspección de obra por parte del Contratista.....	23
1.4.3.7	Gestión de la documentación	24
1.4.4	Planes de control de calidad (P.C.C) y programa de puntos de inspección (P.P.I)	24
1.4.5	Abono de los costos del sistema de garantía de calidad.....	25
1.4.6	Nivel de control de calidad	25
1.4.7	Inspección y control de calidad por parte de la dirección de obra	26
1.5	Seguridad y Salud.....	26
1.5.1	Estudio de Seguridad y Salud.....	26
1.5.2	Plan de seguridad y salud.....	27
1.5.2.1	Información de riesgos facilitados por el titular del centro de trabajo	28
1.5.2.2	Medidas de emergencia	28
1.5.2.3	Información de los riesgos de la instalación en los trabajos de puesta en marcha	28
1.5.2.4	Información de los riesgos de la instalación en los trabajos posteriores	29
1.5.3	Organización preventiva del contratista en obra	29
1.5.4	Subcontratación	29
1.5.5	Control de acceso.....	30
1.5.6	Comunicación de Accidentes de trabajo y datos de siniestralidad	30
1.5.7	Información y formación sobre riesgos de la instalación.....	31
1.5.8	Medición y valoración de las partidas de seguridad y salud.....	31
1.6	Gestión ambiental	33
1.6.1	Definición.....	33
1.6.2	Apertura de centro ambiental.....	33
1.6.3	Plan ambiental en obra.....	33
1.6.4	Plan de gestión de residuos	34
1.6.5	Informe final de gestión de residuos.....	34



1.6.6	Técnico de medio ambiente	34
1.6.7	Autorizaciones ambientales.....	34
1.6.8	Suelos contaminados	35
1.6.9	Patrimonio cultural.....	35
1.6.10	Restauraciones y revegetaciones	36
2.	CAPÍTULO II – ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	37
2.1	Origen de los materiales.....	37
2.1.1	Materiales suministrados por el contratista.....	37
2.1.2	Materiales suministrados por el Consorcio de Aguas	37
2.1.3	Yacimientos y canteras	37
2.1.4	Materiales procedentes de otras obras.....	38
2.1.5	Otros materiales reciclados	38
2.2	Calidad de los materiales.....	38
2.2.1	Condiciones generales	38
2.2.2	Normas oficiales	38
2.2.3	Examen y prueba de los materiales	38
2.3	Materiales a emplear en rellenos, terraplenes y zanjas	39
2.3.1	Características generales.....	39
2.3.2	Origen de los materiales.....	39
2.3.3	Clasificación de los materiales.....	40
2.3.3.1	Suelos seleccionados	40
2.3.3.2	Suelos adecuados.....	41
2.3.3.3	Suelos tolerables	41
2.3.3.4	Suelos marginales	42
2.3.3.5	Suelos inadecuados.....	42
2.3.4	Empleo de los materiales por zonas de relleno en terraplén	42
2.3.4.1	Suelos para empleo en coronación.....	42
2.3.4.2	Suelos para empleo en núcleo.....	43
2.3.4.3	Suelos para empleo en espaldón	43
2.3.4.4	Suelos para empleo en cimiento	44



2.3.5	Tierra vegetal	44
2.3.6	Materiales a emplear en rellenos de zanjas	44
2.3.6.1	Material procedente de la excavación	44
2.3.6.2	Material seleccionado procedente de la excavación	45
2.3.6.3	Material de préstamo o cantera	45
2.3.7	Material filtrante	45
2.3.8	Materiales reciclados	47
2.3.8.1	Áridos reciclados de residuos de construcción y demolición (RCD):	47
2.3.8.2	Árido siderúrgico de horno eléctrico:	51
2.3.8.3	Otros materiales reciclados	55
2.4	Material granular para apoyo y recubrimiento de tuberías enterradas	55
2.4.1	Definición	55
2.4.2	Características	56
2.4.3	Control de calidad	56
2.5	Materiales para sistemas de sostenimiento	57
2.5.1	Definición	57
2.5.2	Entibaciones	57
2.5.2.1	Definición y características	57
2.5.2.2	Control de Calidad	58
2.6	Hormigones y sus componentes	58
2.6.1	Definición	58
2.6.2	Áridos para hormigones	58
2.6.2.1	Generalidades	58
2.6.2.2	Suministro y almacenamiento de los áridos	60
2.6.2.3	Control de Calidad	60
2.6.3	Cementos	61
2.6.3.1	Definición	61
2.6.3.2	Condiciones Generales	62
2.6.3.3	Clasificación y Características	63
2.6.3.4	Recepción y almacenamiento	65



2.6.3.5	Control de calidad.....	65
2.6.4	Agua	66
2.6.4.1	Definición.....	66
2.6.4.2	Equipos	66
2.6.4.3	Criterios de aceptación y rechazo.....	66
2.6.4.4	Recepción	67
2.6.5	Aditivos para morteros y hormigones.....	67
2.6.5.1	Definición.....	67
2.6.5.2	Aditivos	67
2.6.5.3	Materiales.....	68
2.6.5.4	Equipos	69
2.6.5.5	Ejecución	69
2.6.5.6	Condiciones de suministro	69
2.6.5.7	Control de calidad.....	70
2.6.6	Adiciones a emplear en hormigones.....	70
2.6.6.1	Definición.....	70
2.6.6.2	Materiales.....	71
2.6.6.3	Condiciones del suministro	71
2.6.7	Hormigones	73
2.6.7.1	Definición y generalidades	73
2.6.7.2	Composición y tipología de hormigones	73
2.6.7.3	Hormigones reciclados.....	74
2.6.7.4	Hormigón ligero.....	75
2.6.7.5	Características	76
2.6.7.6	Dosificación del hormigón.....	76
2.6.7.7	Resistencia del hormigón frente al ataque por sulfatos.....	77
2.6.7.8	Fabricación y transporte a obra del hormigón.....	77
2.6.7.9	Puesta en obra del hormigón.....	78
2.6.7.10	Juntas de hormigonado	79
2.6.7.11	Hormigonado en condiciones especiales	79
2.6.7.12	Curado del hormigón.....	80



2.6.7.13	Acabado de superficies	81
2.6.7.14	Control de calidad.....	81
2.7	Morteros y lechadas.....	82
2.7.1	Definición.....	82
2.7.1.1	Mortero	82
2.7.1.2	Mortero hidráulico.....	82
2.7.1.3	Lechada de cemento	82
2.7.2	Componentes del mortero	82
2.7.2.1	Cementos	82
2.7.2.2	Cales.....	82
2.7.2.3	Arenas.....	83
2.7.2.4	Aguas	83
2.7.3	Otros componentes del mortero	83
2.7.3.1	Aditivos	83
2.7.3.2	Adiciones	83
2.7.3.3	Clasificación y definiciones.....	84
2.7.4	Propiedades de los morteros	84
2.7.4.1	Mortero fresco	84
2.7.4.2	Mortero endurecido	84
2.7.5	Clases de morteros	84
2.7.6	Ensayos sobre mortero.....	86
2.7.6.1	Determinación de la consistencia.....	86
2.7.6.2	Determinación de la densidad aparente	87
2.7.6.3	Determinación del contenido de aire.....	87
2.7.6.4	Determinación del tiempo de fraguado	87
2.7.6.5	Determinación de las resistencias a flexión y compresión	87
2.7.6.6	Determinación de la adherencia.....	87
2.7.6.7	Determinación del coeficiente de agua por absorción capilar Se realizará según la Norma experimental UNE 83-825.	87
2.7.6.8	Resistencia a la abrasión	87
2.7.7	Fabricación de los morteros	87



2.7.8	Control de calidad.....	88
2.8	Madera	88
2.8.1	Condiciones generales	88
2.8.2	Madera para entibaciones y medios auxiliares	89
2.8.2.1	Ámbito de aplicación	89
2.8.2.2	Condiciones generales.....	89
2.8.3	Madera para encofrados y cimbras	90
2.8.3.1	Ámbito de aplicación.	90
2.8.3.2	Condiciones generales.....	90
2.8.4	Características.	90
2.8.4.1	Características físicas.....	90
2.8.4.2	Características mecánicas.	91
2.8.5	Recepción.	91
2.8.6	Control de calidad.....	91
2.9	Encofrados, apeos y cimbras.....	91
2.9.1	Encofrados	91
2.9.1.1	Definición.....	91
2.9.1.2	Tipos de encofrado y características.....	92
2.9.1.3	Control de calidad.....	93
2.9.2	Apeos y cimbras	94
2.9.2.1	Características y condiciones generales	94
2.9.2.2	Cimbra autoportante	95
2.9.2.3	Elementos de arriostramiento	95
2.9.2.4	Control de calidad.....	95
2.10	Acero y materiales metálicos	96
2.10.1	Acero en armaduras	96
2.10.1.1	Barras corrugadas para hormigón estructural	96
2.10.1.2	Mallas electrosoldadas	97
2.10.1.3	Armaduras básicas electrosoldadas en celosía	99
2.10.2	Aceros laminados en estructuras metálicas	100



2.10.3	Acero inoxidable	102
2.10.3.1	Características	102
2.10.3.2	Control de Calidad	103
2.10.4	Elementos de unión de las estructuras metálicas.....	103
2.10.4.1	Características	103
2.10.4.2	Control de Calidad	103
2.10.5	Acero en entramados metálicos	103
2.10.5.1	Características	103
2.10.5.2	Control de Calidad	103
2.10.6	Alambre para atar	104
2.10.6.1	Características	104
2.10.6.2	Control de Calidad	104
2.10.7	Electrodos para soldar	105
2.10.7.1	Condiciones generales.....	105
2.10.7.2	Forma y dimensiones.....	105
2.10.7.3	Características del material de aportación.....	106
2.10.7.4	Control de Calidad	106
2.10.8	Fundición dúctil.....	106
2.10.8.1	Definición.....	106
2.10.8.2	Características	107
2.10.8.3	Control de Calidad	107
2.11	Galvanizados por inmersión en caliente	107
2.11.1	Condiciones generales	107
2.11.2	Material a emplear	108
2.11.3	Características de recubrimiento	108
2.11.3.1	Aspecto.....	108
2.11.3.2	Adherencia	108
2.11.3.3	Masa de cinc por unidad de superficie.....	108
2.11.4	Espesor del revestimiento Mínimo	108
2.11.5	Continuidad del revestimiento de cinc	108
2.11.6	Toma de muestras.....	108



2.12	Elementos metálicos auxiliares	109
2.12.1	Cerramientos	109
2.12.2	Cadenas de seguridad.....	109
2.12.3	Pasamanos y barandillas.....	110
2.12.4	Escaleras	110
2.12.5	Pates.....	110
2.13	Elementos de fundición.....	111
2.13.1	Definición y características	111
2.13.2	Marcos y tapas de registro	111
2.13.3	Control de calidad.....	112
2.14	Tuberías de hormigón en masa o armado.....	112
2.14.1	Normativa y características generales y Materiales.....	112
2.14.1.1	Características comunes	112
2.14.1.2	Tuberías de Hormigón en masa	118
2.14.1.3	Tuberías de Hormigón armado.....	119
2.14.1.4	Tuberías de Hormigón no pretensado con Alma de Chapa.....	120
2.14.2	Tipos / Clasificación y Resistencia	121
2.14.2.1	Tuberías de Hormigón en masa	121
2.14.2.2	Tuberías de Hormigón Armado	121
2.14.2.3	Tuberías de Hormigón Armado con empujador	126
2.14.2.4	Tuberías de Hormigón con Alma de Chapa.....	128
2.14.2.5	Tuberías de Hormigón en masa	129
2.14.2.6	Tuberías de Hormigón Armado y con empujador.....	130
2.14.2.7	Tuberías de Hormigón con Alma de Chapa.....	132
2.14.3	Recepción de tuberías en fábrica.....	135
2.14.4	Control de calidad.....	136
2.14.4.1	Bases de aceptación de los tubos.....	136
2.14.4.2	Control sobre los materiales empleados en la fabricación de los tubos.....	136
2.14.4.3	Control de la resistencia a compresión del hormigón	138
2.14.4.4	Ensayos de flexión transversal	142



2.14.4.5	Recubrimiento de las armaduras.....	145
2.14.4.6	Ensayo de absorción.....	146
2.14.4.7	Ensayo de alcalinidad.....	147
2.14.4.8	Ensayos hidrostáticos.....	148
2.14.4.9	Control de la rugosidad de los tubos	149
2.14.4.10	Inspección de los tubos en procesos de fabricación.....	150
2.14.4.11	Inspección de los tubos acabados	150
2.14.4.12	Ensayo de estanqueidad	151
2.14.4.13	Ensayo de tuberías de hormigón con camisa de chapa.....	153
2.14.4.14	Ensayo de las juntas de goma	155
2.14.4.15	Marcado de los tubos, sello de conformidad.....	156
2.15	Tuberías de fundición dúctil.....	157
2.15.1	Características generales. Materiales	157
2.15.2	Clasificación. Resistencia	159
2.15.3	Características geométricas.....	159
2.15.4	Control de Calidad	162
2.16	Tuberías de acero	163
2.16.1	Características Generales. Materiales.....	163
2.16.2	Clasificación y resistencia	166
2.16.3	Geometría	167
2.17	Tuberías de polietileno.....	169
2.17.1	Características Generales. Materiales.....	169
2.17.2	Clasificación. Resistencia	171
2.17.3	Geometría.....	172
2.17.4	Control de calidad.....	172
2.18	Elementos prefabricados no estructurales.....	173
2.18.1	Bloques prefabricados de hormigón.....	173
2.18.1.1	Definición.....	173
2.18.1.2	Materiales.....	173
2.18.1.3	Condiciones generales.....	174



2.18.1.4	Clasificación.....	174
2.18.1.5	Características Geométricas.....	174
2.18.1.6	Características Físicas.....	175
2.18.1.7	Características Mecánicas.....	175
2.18.1.8	Control de calidad.....	175
2.18.1.9	Utilización.....	177
2.18.2	Baldosa de cemento.....	177
2.18.2.1	Definición.....	177
2.18.2.2	Materiales.....	178
2.18.2.3	Calidades.....	178
2.18.2.4	Características geométricas.....	178
2.18.2.5	Aspecto y estructura.....	179
2.18.2.6	Características físicas.....	179
2.18.2.7	Control de Calidad.....	179
2.18.3	Cunetas prefabricadas de hormigón.....	180
2.18.3.1	Definición.....	180
2.18.3.2	Condiciones generales.....	180
2.18.3.3	Características.....	181
2.18.3.4	Control de Calidad.....	181
2.18.4	Piezas para absorbedores y sumideros.....	181
2.18.4.1	Definiciones y características.....	181
2.18.4.2	Materiales.....	182
2.18.4.3	Fabricación.....	182
2.18.4.4	Control de calidad.....	183
2.19	Materiales para apoyos y juntas.....	183
2.19.1	Apoyos elásticos para tuberías.....	183
2.19.1.1	Características.....	183
2.19.1.2	Control de Calidad.....	183
2.20	Materiales para firmes y pavimentos flexibles.....	184
2.20.1	Materiales granulares para sub-bases.....	184
2.20.1.1	Definición.....	184



2.20.1.2	Procedencia y características de los materiales	184
2.20.1.3	Control de Calidad	184
2.20.2	Materiales para riegos de imprimación	185
2.20.2.1	Ligante bituminoso	185
2.20.2.2	Áridos.....	185
2.20.2.3	Control de Calidad	185
2.20.3	Materiales para mezclas bituminosas en caliente	185
2.20.3.1	Ligantes bituminosos	185
2.20.3.2	Control de Calidad	185
2.21	Materiales elastomericos.....	186
2.21.1	Bandas elastoméricas para estanqueidad de juntas	186
2.21.1.1	Definición.....	186
2.21.1.2	Características	186
2.21.1.3	Uniones y piezas especiales	188
2.21.1.4	Recepción	188
2.21.1.5	Transporte y almacenamiento	189
2.22	Impermeabilizantes	189
2.22.1	Condiciones que debe reunir la superficie a impermeabilizar.....	189
2.22.2	Pinturas de imprimación	189
2.22.3	Áridos a emplear en riegos de imprimación.....	190
2.22.4	Características	190
2.22.5	Control de Calidad	190
2.22.6	Áridos en mezclas bituminosas en caliente.....	190
2.22.6.1	Características	190
2.22.6.2	Control de Calidad	190
2.23	Imprimaciones y pinturas.....	190
2.23.1	Condiciones generales Se estará a lo dispuesto en el CTE.....	190
2.23.2	Pinturas de minio de plomo para imprimación anticorrosiva	191
2.23.2.1	Definición.....	191
2.23.2.2	Composición.....	191



	2.23.2.3	Características de la pintura líquida.....	192
	2.23.2.4	Características de la película seca de pintura.....	192
2.23.3		Imprimación selladora para hormigón	192
2.23.4		Esmaltes sintéticos	193
	2.23.4.1	Definición.....	193
	2.23.4.2	Características	193
	2.23.4.3	Recepción	194
	2.23.4.4	Normativa de aplicación.....	194
	2.23.4.5	Conservación	195
2.23.5		Pintura plástica	195
2.23.6		Pinturas no especificadas.....	195
2.24		Válvulas de paso o seccionamiento	195
	2.24.1	Definición	195
	2.24.2	Tipos / clasificación	196
	2.24.3	Características y materiales.....	196
	2.24.3.1	Válvulas de Compuerta	196
	2.24.3.2	Válvulas de Mariposa	197
	2.24.3.3	Válvulas de Bola.....	198
	2.24.4	Accionamiento.....	199
	2.24.5	Protección superficial	199
	2.24.5.1	Preparación de las superficies a proteger	199
	2.24.5.2	Aplicación	199
	2.24.6	Control de calidad.....	200
	2.24.6.1	Puntos de inspección	201
	2.24.6.2	Control de Calidad de los materiales	202
	2.24.6.3	Control de Fabricación	202
	2.24.6.4	Ensayos y pruebas en fábrica.....	203
	2.24.6.5	Control del revestimiento	204
	2.24.6.6	Procedimientos de reparación.....	204
	2.24.6.7	Limpieza.....	204
	2.24.6.8	Identificación	205



	2.24.6.9	Referencias, certificados y garantías	205
2.25	Válvulas de retención		205
	2.25.1	Definición	205
	2.25.2	Tipos / clasificación	205
	2.25.3	Características y materiales	206
	2.25.3.1	Válvulas de Doble Clapeta (Muelle)	206
	2.25.3.2	Válvulas de retención de Disco Axial (Muelle)	207
	2.25.3.3	Válvulas de retención Múltiple	207
	2.25.3.4	Válvulas de retención a Bola	208
	2.25.3.5	Válvulas de retención de Pie	209
	2.25.4	Protección superficial	209
	2.25.4.1	Preparación de las superficies a proteger	209
	2.25.4.2	Aplicación	209
	2.25.5	Control de calidad	210
	2.25.5.1	Puntos de inspección	211
	2.25.5.2	Control de Calidad de los materiales	211
	2.25.5.3	Control de Fabricación	212
	2.25.5.4	Ensayos y pruebas en fábrica	213
	2.25.5.5	Control del revestimiento	214
	2.25.5.6	Procedimientos de reparación	214
	2.25.5.7	Limpieza	214
	2.25.5.8	Identificación	214
	2.25.5.9	Referencias, certificados y garantías	215
2.26	Válvulas de control		215
	2.26.1	Definición	215
	2.26.2	Tipos	216
	2.26.3	Características y materiales	216
	2.26.3.1	Válvulas de Llenado de los Depósitos	216
	2.26.3.2	Válvulas Control de Presión o Caudal	217
	2.26.3.3	Válvulas de Sobrevelocidad	219
	2.26.4	Protección superficial	219



	2.26.4.1	Preparación de las superficies a proteger	219
	2.26.4.2	Aplicación	220
2.26.5		Control de calidad	220
	2.26.5.1	Puntos de inspección	222
	2.26.5.2	Control de Calidad de los materiales	222
	2.26.5.3	Control de Fabricación	222
	2.26.5.4	Ensayos y pruebas en fábrica	223
	2.26.5.5	Control del revestimiento	224
	2.26.5.6	Procedimientos de reparación	225
	2.26.5.7	Limpieza	225
	2.26.5.8	Identificación	225
	2.26.5.9	Referencias, certificados y garantías	226
2.27		Válvulas de aireación	226
	2.27.1	Definición	226
	2.27.2	Tipos / Clasificación Según su funcionamiento:	226
	2.27.2.1	Válvulas Aductoras	226
	2.27.2.2	Purgadores automáticos	226
	2.27.2.3	Ventosas Bifuncionales	227
	2.27.2.4	Ventosas Trifuncionales	227
	2.27.3	Diseño / Geometría	227
	2.27.3.1	Válvulas aductoras	227
	2.27.3.2	Purgadores automáticos:	227
	2.27.3.3	Ventosas Bifuncionales:	227
	2.27.3.4	Ventosas Trifuncionales:	227
	2.27.4	Características de los materiales	228
	2.27.5	Control de calidad	228
2.28		Carretes de desmontaje	229
	2.28.1	Definición	229
	2.28.2	Tipos / Clasificación Según:	229
	2.28.3	Diseño / Geometría	229
	2.28.4	Características de los materiales	229



2.28.5	Control de calidad.....	230
2.29	Acumuladores hidroneumáticos-antiarrietes.....	230
2.29.1	Definición	230
2.29.2	Tipos / Clasificación	230
2.29.3	Diseño / Geometría	230
2.29.4	Características de los materiales	231
2.29.5	Control de calidad	231
2.30	Juntas anti vibratorias.....	231
2.30.1	Definición	231
2.30.2	Características de los materiales	231
2.30.3	Control de calidad.....	231
2.31	Pantallas deflectoras.....	232
2.31.1	Definición	232
2.31.2	Tipos/clasificación	232
2.31.3	Diseño/geometría.....	232
2.31.4	Características de los materiales Los materiales podrán ser los siguientes:	232
2.31.5	Control de calidad.....	233
2.32	Tramex.....	233
2.32.1	Definición	233
2.32.2	Tipos/clasificación	233
2.32.3	Diseño/geometría.....	233
2.32.4	Características de los materiales	234
2.32.5	Control de calidad	234
2.33	Bombas hidráulicas.....	235
2.33.1	Definición	235
2.33.2	Tipos/clasificación	235
2.33.3	Características de los materiales	235
2.33.4	Control de calidad.....	236
2.34	Instrumentación	236



2.34.1	Definición	236
2.34.1.1	Manómetros	236
2.34.1.2	Caudalímetros	237
2.34.1.3	Medidores de nivel	238
2.34.2	Clasificación	241
2.34.2.1	Indicadores	241
2.34.2.2	Interruptores	241
2.34.2.3	Medidores transmisores	241
2.34.3	Características de los materiales	241
2.34.3.1	Manómetros	242
2.34.3.2	Manómetros con separador	242
2.34.3.3	Medidores de presión	242
2.34.3.4	Interruptores y medidores de nivel	243
2.34.3.5	Medidores de caudal en tubería	244
2.34.3.6	Medidores de caudal en tubería parcialmente llena	245
2.34.3.7	Contador de chorro	246
2.34.3.8	Contador de hélice de arrastre magnético	246
2.34.3.9	Medidores de caudal de aire	246
2.34.3.10	Medidores de oxígeno disuelto	247
2.34.3.11	Medidores de temperatura	248
2.34.3.12	Medidores de ph	249
2.34.3.13	Medidores de potencial redox	250
2.34.4	Control de calidad	251
2.35	Actuadores	251
2.35.1	Definición	251
2.35.2	Clasificación	252
2.35.2.1	Eléctricos	252
2.35.2.2	Neumáticos	252
2.35.2.3	Hidráulicos	252
2.35.3	Características de los materiales	252
2.35.3.1	Eléctricos	252



	2.35.3.2	Neumáticos	253
	2.35.3.3	Hidráulicos	255
	2.35.4	Control de calidad	256
2.36	Motores eléctricos		256
	2.36.1	Definición	256
	2.36.2	Clasificación	256
	2.36.3	Características de los materiales	257
	2.36.3.1	Motores de eje horizontal	257
	2.36.3.2	Motores de eje vertical	262
	2.36.3.3	Motores para bombas sumergidas	262
	2.36.4	Control de calidad	264
2.37	Filtros		266
	2.37.1	Definición	266
	2.37.2	Características de los materiales	266
	2.37.3	Control de calidad	266
2.38	Polipastos y puentes grúa		267
	2.38.1	Definición	267
	2.38.2	Clasificación	267
	2.38.3	Diseño/geometría	267
	2.38.4	Características de los materiales	269
	2.38.4.1	Generalidades	269
	2.38.4.2	Equipo eléctrico	270
	2.38.4.3	Gálidos libres	271
	2.38.4.4	Protección superficial y pinturas	271
	2.38.4.5	Ruido	271
	2.38.4.6	Identificación, señales de aviso y varios	272
	2.38.5	Control de calidad	272
2.39	Señalización		273
	2.39.1	Señalización vial	273
	2.39.1.1	Tipos/Clasificación	273



2.39.1.2	Características de los materiales.....	274
2.39.1.3	Control de calidad.....	274
2.39.2	Señalización de conducciones	274
2.39.2.1	Descripción	274
2.39.2.2	Características de los materiales.....	274
2.39.2.3	Control de calidad.....	275
2.39.3	Señalización de salas y riesgos de la instalación.....	275
2.39.3.1	Descripción	275
2.39.3.2	Características de los materiales.....	275
2.39.3.3	Control de calidad.....	275
2.39.4	Identificación de tuberías	276
2.39.4.1	Descripción	276
2.39.4.2	Características de los materiales.....	276
2.39.4.3	Control de calidad.....	276
2.39.5	Identificación de máquinas	276
2.39.5.1	Descripción	276
2.39.5.2	Características de los materiales.....	277
2.39.5.3	Control de calidad.....	277
2.40	Conductores eléctricos.....	277
2.40.1	Características técnicas CABLE HEPRZ1 12/20 KV aluminio	277
2.41	Cables de baja tensión	278
2.41.1	Características técnicas	278
2.42	Cables de instrumentación y control	279
2.42.1	Características técnicas	279
2.43	Bandejas	279
2.43.1	Características técnicas	279
2.44	Tubos para conducciones eléctricas	283
2.44.1	Características técnicas	283
2.45	Solados y alicatados	285
2.45.1	Baldosa hidráulica	285



2.45.1.1	Características Se compone de:	285
2.45.1.2	Materiales empleados.....	285
2.45.1.3	Espesores.....	286
2.45.1.4	Ángulos	286
2.45.1.5	Rectitud de las aristas.....	286
2.45.1.6	Alabeo de la cara	286
2.45.1.7	Plano de la cara.....	286
2.45.1.8	Características físicas.....	287
2.45.1.9	Control de Calidad	287
2.45.2	Pavimentos de hormigón	288
2.45.2.1	Definición.....	288
2.45.2.2	Materiales.....	288
2.45.2.3	Control de Calidad	288
2.45.3	Adoquines de piedra labrada	288
2.45.3.1	Definición.....	288
2.45.3.2	Condiciones generales, geometría y calidad Los adoquines deberán cumplir las siguientes condiciones:	288
2.45.3.3	Mortero de asiento	289
2.45.3.4	Lechadas de rejunte	289
2.45.3.5	Control de Calidad	290
2.45.4	Terrazo	290
2.45.4.1	Características	290
2.45.4.2	Clasificación.....	291
2.45.4.3	Control de Calidad	291
2.45.5	Alicatados.....	291
2.45.5.1	Azulejos.....	291
2.45.5.2	Adhesivos.....	292
2.45.5.3	Control de Calidad	292
2.45.6	Revestimiento de mortero cementado con árido.....	292
2.45.6.1	Características	292
2.45.6.2	Materiales.....	293



	2.45.6.3	Control de Calidad	293
2.45.7		Chapados de piedra natural	293
	2.45.7.1	Características generales.....	293
	2.45.7.2	Dimensiones y tolerancias	294
	2.45.7.3	Anclajes ocultos	294
	2.45.7.4	Separadores de placas	294
	2.45.7.5	Control de Calidad	294
2.46		Materiales cerámicos y afines	295
2.46.1		Ladrillos.....	295
	2.46.1.1	Definición.....	295
	2.46.1.2	Condiciones generales.....	295
	2.46.1.3	Forma y dimensiones.....	295
	2.46.1.4	Resistencia a la intemperie	295
	2.46.1.5	Suministro e identificación	296
	2.46.1.6	Suministro y recepción.....	296
	2.46.1.7	Control de calidad.....	296
2.46.2		Bloque hueco decorativo.....	297
	2.46.2.1	Definición y condiciones generales.....	297
	2.46.2.2	Control de Calidad	297
2.47		Vidrios y lunas	298
2.47.1		Definición	298
2.47.2		Características de los materiales	298
	2.47.2.1	Vidrios y lunas.....	298
	2.47.2.2	Materiales para fijación	298
2.47.3		Control de calidad.....	299
2.48		Cierres y vallas	299
2.48.1		Verjas	299
	2.48.1.1	Materiales.....	299
	2.48.1.2	Control de Calidad	299
2.48.2		Puertas	299
	2.48.2.1	Materiales.....	299



2.48.2.2	Control de Calidad	299
2.49	Materiales para restauraciones y revegetaciones.....	300
2.49.1	Definición	300
2.49.2	Características	300
2.49.3	Control de calidad.....	301
3.	CAPÍTULO III – DEFINICIÓN, EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.....	301
3.1	Condiciones generales.....	301
3.1.1	Introducción	301
3.1.1.1	Inspección del emplazamiento	301
3.1.1.2	Ocupación de Terrenos y su Vigilancia.	301
3.1.1.3	Fuentes de Energía.....	302
3.1.1.4	Uso Temporal de Bienes de la Propiedad.....	302
3.1.1.5	Reclamaciones de terceros.	302
3.1.2	Inicio de las obras	303
3.1.2.1	Comprobación del Replanteo	303
3.1.2.2	Modificaciones al Proyecto como Consecuencia del Replanteo.	304
3.1.2.3	Orden del Inicio de la Obra y de cada uno de los Tajos.	304
3.1.2.4	Plazo de Ejecución.	305
3.1.2.5	Programa de Trabajos.	305
3.1.2.6	Variaciones en el Plazo de Ejecución, Consecuencia de Modificaciones al Proyecto.....	305
3.1.2.7	Examen de las Propiedades Afectadas por las Obras.	306
3.1.2.8	Localización de servicios, estructuras e instalaciones.....	306
3.1.3	De la ejecución normal de las obras	307
3.1.3.1	Medidas de Protección y Seguridad.	307
3.1.3.2	Libre Acceso a la Obra.	307
3.1.3.3	Inspección y Vigilancia.....	307
3.1.3.4	Oficina de Obra para la Dirección de Obra.	308
3.1.3.5	Protección, Vallado y Vigilancia de Obra	308
3.1.3.6	Accesos a la Obra.....	309
3.1.3.7	Inscripciones en las Obras.....	311
3.1.3.8	Equipos e Instalaciones Auxiliares de Obra.....	311



3.1.3.9	Cruces de Carreteras y Ferrocarriles.....	312
3.1.3.10	Obras que Afectan a Cauces de Ríos o Arroyos.....	313
3.1.3.11	Reposición de Servicios, Estructuras e Instalaciones Afectadas.....	313
3.1.3.12	Evitación de Contaminaciones	315
3.1.3.13	Utilización de Materiales que Aparezcan durante la Ejecución de la Obra.	315
3.1.3.14	Objetos hallados en las Obras.....	315
3.1.3.15	Conservación durante la Ejecución.....	315
3.1.3.16	Trabajos Ocultos.	316
3.1.4	Incidencias en la ejecución de las obras	316
3.1.4.1	Reparaciones u Obras de Urgente Ejecución.	316
3.1.4.2	Modificación del Contrato de Obras.....	316
3.1.4.3	Incumplimiento del Programa de Trabajos.	318
3.1.4.4	Suspensión Temporal de las Obras.....	318
3.1.4.5	Mejoras Propuestas por el Contratista	319
3.1.4.6	Variaciones no Autorizadas.....	319
3.1.4.7	Obras Defectuosas	319
3.1.4.8	Obras Incompletas	320
3.1.4.9	Trabajos Nocturnos y Emergencias.....	320
3.1.5	Medición y abono de las obras	320
3.1.5.1	Valoración de las obras ejecutadas.....	320
3.1.5.2	Mediciones	321
3.1.5.3	Certificaciones.....	321
3.1.5.4	Precios Unitarios	321
3.1.5.5	Abono de unidades	322
3.1.5.6	Partidas Alzadas.....	322
3.1.5.7	Abonos a Cuenta de Materiales Acopiados, Equipos e Instalaciones Son de aplicación la LCSP y lo establecido, al respecto, en el PCAG.....	323
3.1.5.8	Gastos de Seguridad y Salud	323
3.1.5.9	Precios Contradictorios.....	323
3.1.5.10	Revisión de Precios.....	323
3.1.6	Terminación de la obra	324
3.1.6.1	Notificación de Terminación de Obra.....	324



3.1.6.2	Recepción de las Obras	324
3.1.6.3	Proyecto de Obras Ejecutadas	324
3.1.6.4	Período de Garantía. Responsabilidad del Contratista	324
3.1.6.5	Liquidación de las Obras.....	325
3.2	Acondicionamiento del terreno.....	325
3.2.1	Desbroce del terreno.....	325
3.2.1.1	Definición.....	325
3.2.1.2	Ejecución de las obras	326
3.2.1.3	Medición y abono.....	326
3.2.2	Tala	326
3.2.2.1	Definición.....	326
3.2.2.2	Ejecución de las obras	326
3.2.2.3	Medición y abono.....	327
3.2.3	Pistas y explanadas de trabajo	327
3.2.3.1	Definición.....	327
3.2.3.2	Ejecución	327
3.2.3.3	Medición y abono.....	328
3.2.4	Conexión a los Colectores Existentes.....	328
3.2.4.1	Operaciones preliminares	328
3.2.4.2	Ejecución	328
3.2.4.3	Medición y abono.....	329
3.3	Demoliciones	330
3.3.1	Demoliciones de obras de fábrica de cualquier tipo.....	330
3.3.1.1	Definición.....	330
3.3.1.2	Ejecución de las obras	330
3.3.1.3	Medición y abono.....	331
3.3.2	Demolición de firmes de carreteras y caminos	331
3.3.2.1	Definición.....	331
3.3.2.2	Ejecución de las obras	331
3.3.2.3	Medición y abono.....	331
3.3.3	Demolición de conducciones de abastecimiento y saneamiento existentes.....	332



3.3.3.1	Definición.....	332
3.3.3.2	Ejecución de las obras	332
3.3.3.3	Medición y abono.....	332
3.4	Excavaciones.....	333
3.4.1	Excavación de tierra vegetal.....	333
3.4.1.1	Definición.....	333
3.4.1.2	Ejecución de las Obras.....	333
3.4.1.3	Medición y Abono.....	334
3.4.2	Excavación a cielo abierto	334
3.4.2.1	Definición.....	334
3.4.2.2	Clasificación.....	334
3.4.2.3	Ejecución de las Obras.....	336
3.4.2.4	Tolerancias	339
3.4.2.5	Medición y Abono.....	340
3.4.3	Excavación en zanjas y pozos	340
3.4.3.1	Definición.....	340
3.4.3.2	Clasificación.....	341
3.4.3.3	Ejecución de las Obras.....	341
3.4.3.4	Tolerancias	343
3.4.3.5	Medición y Abono.....	343
3.4.4	Evacuación de aguas, agotamiento.....	345
3.4.4.1	Condiciones de Vertido	345
3.4.4.2	Clasificación de los Agotamientos en Función del Caudal a Evacuar	345
3.4.4.3	Sistemas de Evacuación según el Tipo de Obras.....	345
3.4.4.4	Sistemas Especiales.....	346
3.4.4.5	Medición y Abono.....	346
3.5	Sostenimiento de zanjas y pozos.....	347
3.5.1	Definición.....	347
3.5.2	Clasificación	347
3.5.3	Entibaciones	347
3.5.3.1	Definición.....	347



3.5.3.2	Clasificación de las entibaciones	348
3.5.3.3	Sistemas de entibación.....	348
3.5.3.4	Condiciones generales de las entibaciones	349
3.5.3.5	Ejecución	349
3.5.3.6	Control de calidad.....	351
3.5.4	Retirada del sostenimiento.....	351
3.5.4.1	Entibaciones	351
3.5.5	Medición y abono de los sistemas de sostenimiento.....	351
3.6	Cimentaciones	353
3.6.1	Definición	353
3.6.2	Clasificación	353
3.6.3	Cimentaciones superficiales	354
3.6.3.1	Definición.....	354
3.6.3.2	Clasificación.....	354
3.6.3.3	Condiciones Generales	354
3.6.3.4	Ejecución	354
3.6.3.5	Medición y Abono.....	355
3.7	Instalación de tuberías	355
3.7.1	Aspectos generales y planificación.....	355
3.7.2	Transporte, carga y descarga de tuberías.....	356
3.7.2.1	Generalidades	356
3.7.2.2	Tuberías de hormigón	357
3.7.2.3	Tuberías de gres	358
3.7.2.4	Tuberías de fundición y acero.....	358
3.7.2.5	Tuberías de PVC.....	359
3.7.2.6	Tuberías de Polietileno.....	359
3.7.2.7	Tuberías de PRFV	360
3.7.3	Almacenamiento	360
3.7.3.1	Generalidades	360
3.7.3.2	Tuberías de hormigón	361
3.7.3.3	Tuberías de gres	361



3.7.3.4	Tuberías de fundición y acero.....	361
3.7.3.5	Tuberías de PVC.....	362
3.7.3.6	Tuberías de Polietileno.....	362
3.7.3.7	Tuberías de PRFV.....	362
3.7.4	Recepción en Obra.....	363
3.7.4.1	Generalidades	363
3.7.4.2	Tuberías de hormigón	363
3.7.5	Instalación de Tubería en Zanja. Medición y abono.....	364
3.7.5.1	Procedimiento general de Instalación de tubería en zanja.....	364
3.7.5.2	Definición de Zonas de la Zanja	365
3.7.5.3	Montaje de tuberías.....	370
3.7.5.4	Medición y abono de tuberías Consideraciones generales	379
3.7.6	Hinca de tuberías	381
3.7.6.1	Generalidades	381
3.7.6.2	Tubería instalada con empujador.....	383
3.7.6.3	Hinca helicoidal de tubería metálica	386
3.7.6.4	Hinca dirigida.....	388
3.7.6.5	Inyecciones en hincas.....	391
3.7.6.6	Tratamiento de lodos generados durante la perforación	392
3.7.6.7	Control de los trabajos	394
3.7.6.8	Tolerancias admisibles	395
3.7.7	Pruebas de tuberías instaladas	396
3.7.7.1	Generalidades	396
3.7.7.2	Descripción de los controles a realizar en función del régimen de funcionamiento de la conducción.....	397
3.7.7.3	Criterios para la elección del tipo de prueba.	398
3.7.7.4	Especificaciones de las pruebas.....	399
3.7.7.5	Control de adecuación al Proyecto.....	407
3.7.7.6	Prueba de Deformación.....	408
3.7.7.7	Notas Complementarias.	408
3.7.8	Desinfección de tuberías	408



3.8	Rellenos y terraplenes	412
3.8.1	Rellenos.....	412
3.8.1.1	Rellenos compactados en zanja para la cubrición y/o protección de tuberías.....	412
3.8.1.2	Rellenos compactados en trasdós de obra de fábrica	414
3.8.1.3	Control de calidad.....	416
3.8.1.4	Medición y abono.....	416
3.8.2	Terraplenes.....	417
3.8.2.1	Definición.....	417
3.8.2.2	Ejecución de las obras	417
3.8.2.3	Limitaciones de la ejecución	419
3.8.2.4	Control de calidad.....	419
3.8.2.5	Medición y abono.....	420
3.9	Encofrados.....	420
3.9.1	Definición.....	420
3.9.2	Tipos de encofrado.....	420
3.9.2.1	Oculto	420
3.9.2.2	Visto madera.....	421
3.9.2.3	Visto panel	421
3.9.2.4	Curvo.....	421
3.9.3	Ejecución de Obra	421
3.9.4	Desencofrado y Descimbramiento	423
3.9.5	Medición y Abono.....	424
3.10	Apeos y cimbras	424
3.10.1	Definición	424
3.10.2	Ejecución.....	425
3.10.2.1	Construcción y montaje	425
3.10.2.2	Descimbrado	426
3.10.3	Medición y abono	427
3.11	Obras de hormigón realizadas in situ	427
3.11.1	Obras de hormigón en masa o armado	427



3.11.1.1	Definiciones.....	427
3.11.1.2	Normativa.....	427
3.11.1.3	Materiales.....	428
3.11.1.4	Ejecución	428
3.11.2	Ejecución de las obras de hormigón	428
3.11.2.1	Definiciones.....	428
3.11.2.2	Normativa.....	431
3.11.2.3	Planos de Construcción	431
3.11.2.4	Estudio de Ejecución y Programa de Trabajos	432
3.11.2.5	Ejecución	435
3.11.2.6	Tolerancias de Ejecución.....	435
3.11.2.7	Control de Calidad	435
3.11.3	Preparación del cimiento. Hormigón de limpieza	435
3.11.3.1	Definiciones.....	435
3.11.3.2	Preparación de la Superficie de Apoyo.....	436
3.11.3.3	Hormigón de Limpieza.....	438
3.11.3.4	Dispositivos de Drenaje.....	439
3.11.3.5	Control de Calidad	439
3.11.4	Hormigón en apoyo de tubería	439
3.11.5	Hormigón en masa o armado en soleras.....	440
3.11.6	Hormigón armado en estructuras.....	440
3.11.6.1	Muros de Contención	440
3.11.6.2	Vigas, Pilares, Zapatas y Placas	440
3.11.6.3	Tolerancias	441
3.11.7	Transporte y colocación del hormigón	441
3.11.7.1	Definiciones.....	441
3.11.7.2	Clasificación.....	441
3.11.7.3	Transporte	442
3.11.7.4	Colocación del Hormigón	442
3.11.7.5	Control de Calidad.	443
3.11.8	Recubrimiento del hormigón	443



3.11.9	Hormigonado en condiciones climáticas desfavorables	446
3.11.9.1	Definición.....	446
3.11.9.2	Clasificación.....	446
3.11.9.3	Hormigonado en Tiempo Frío.....	446
3.11.9.4	Hormigonado en Tiempo Caluroso.....	447
3.11.9.5	Hormigonado en Tiempo Lluvioso.....	447
3.11.9.6	Control de Calidad	448
3.11.10	Curado del hormigón	449
3.11.10.1	Definición.....	449
3.11.10.2	Clasificación.....	449
3.11.10.3	Ejecución	451
3.11.10.4	Control de calidad.....	451
3.11.11	Control de calidad de las obras de hormigón	452
3.11.11.1	Definiciones.....	452
3.11.11.2	Control de la Recepción	452
3.11.12	Control de los materiales en obras de hormigón	454
3.11.12.1	Definición.....	454
3.11.12.2	Control de los Componentes del Hormigón 3.14.15.2.1 Control del cemento.....	455
3.11.12.3	Control del Hormigón.....	455
3.11.12.4	Regularidad del Hormigón	456
3.11.13	Control de la ejecución de las obras de hormigón	456
3.11.13.1	Definición.....	456
3.11.13.2	Pautas del Control de Producción.....	457
3.11.13.3	Control de los Replanteos	457
3.11.13.4	Control de las Operaciones Previas al Hormigonado.....	458
3.11.13.5	Control de Hormigonado	458
3.11.13.6	Control Térmico del Hormigón	458
3.11.13.7	Control Geométrico	459
3.11.14	Acabados superficiales de las obras de hormigón	459
3.11.14.1	Superficies Encofradas	459
3.11.14.2	Superficies No Encofradas.....	460



3.11.14.3	Tratamientos Superficiales del Hormigón	461
3.11.15	Medición y abono	461
3.12	Aceros y fundición.....	463
3.12.1	Armaduras a emplear en obras de hormigón.....	463
3.12.1.1	Barras aisladas.....	463
3.12.1.2	Mallas electrosoldadas	465
3.12.2	Estructura de acero	467
3.12.2.1	Definición.....	467
3.12.2.2	Materiales, Forma y Dimensiones	467
3.12.2.3	Condiciones generales de Fabricación.....	468
3.12.2.4	Transporte	471
3.12.2.5	Condiciones Generales de Ejecución	471
3.12.2.6	Montaje	474
3.12.2.7	Tolerancias	474
3.12.2.8	Protección contra la corrosión.....	476
3.12.2.9	Ignifugado.....	476
3.12.2.10	Criterio de marcado de piezas	477
3.12.2.11	Control de calidad.....	478
3.12.2.12	Medición y Abono.....	479
3.12.3	Elementos de acero inoxidable	480
3.12.3.1	Definición.....	480
3.12.3.2	Ejecución	480
3.12.3.3	Control de calidad.....	480
3.12.3.4	Medición y abono.....	481
3.12.4	Fundición	481
3.12.4.1	Tapas de registro y rejillas.....	481
3.12.4.2	Pates	481
3.12.4.3	Medición y abono.....	482
3.13	Impermeabilizaciones.....	482
3.13.1	Clasificación	482
3.13.2	Impermeabilización con siliconas.....	482



3.13.3	Impermeabilización con láminas bituminosas.....	482
3.13.4	Impermeabilización con láminas bituminosas y poliuretano.....	482
3.13.5	Impermeabilización con poliuretano monocomponente	482
3.13.6	Impermeabilización con cemento especial y recubrimiento elástico.....	482
3.13.7	Impermeabilización con poliurea bicomponente en caliente	483
3.13.8	Condiciones generales de ejecución	483
3.13.9	Medición y abono	483
3.14	Inyecciones	483
3.14.1	Definición y finalidad de las inyecciones.....	483
3.14.2	Clasificación general de las inyecciones.....	484
3.14.3	Estudio de ejecución de las inyecciones del terreno	484
3.14.3.1	Datos del terreno.....	484
3.14.3.2	Esquema de taladros	485
3.14.3.3	Materiales a mezclar e inyectar.....	485
3.14.3.4	Procedimiento de inyección.....	485
3.14.3.5	Presiones de inyección	486
3.14.3.6	Medidas de protección respecto de la obra realizada y limpieza de los tajos.....	486
3.14.4	Ejecución de los tratamientos de inyecciones.....	486
3.14.4.1	Taladros para inyecciones	486
3.14.4.2	Pruebas de permeabilidad.....	487
3.14.4.3	Materiales para inyectar	488
3.14.4.4	Mezclas de inyección de cemento.....	490
3.14.4.5	Presión de inyección.....	490
3.14.4.6	Precauciones, vigilancia y control en los trabajos de inyección	491
3.14.4.7	Maquinaria y equipos para las inyecciones.....	491
3.14.5	Inyecciones en hincas.....	493
3.14.6	Medición y Abono.....	494
3.15	Pinturas y recubrimientos.....	494
3.15.1	Ejecución.....	494
3.15.1.1	Preparación de superficies.....	495



3.15.1.2	Recubrimientos galvanizados en caliente	495
3.15.1.3	Pinturas anticorrosivas	496
3.15.2	Control de calidad	497
3.15.3	Medición y abono	497
3.16	Pavimentaciones.....	497
3.16.1	Consideraciones generales	497
3.16.2	Capas granulares	498
3.16.2.1	Bases granulares	498
3.16.3	Riegos asfálticos	499
3.16.3.1	Riegos de imprimación	499
3.16.3.2	Riego de adherencia	500
3.16.4	Mezclas bituminosas	501
3.16.4.1	Mezclas bituminosas en caliente.....	501
3.16.5	Pavimentos de hormigón	503
3.16.5.1	Definición.....	503
3.16.5.2	Ejecución de las obras	503
3.16.5.3	Control de calidad.....	503
3.16.5.4	Medición y Abono.....	504
3.16.6	Geotextil anticontaminante	504
3.16.6.1	Definición.....	504
3.16.6.2	Ejecución	504
3.16.6.3	Medición y Abono.....	504
3.16.7	Aceras.....	505
3.16.7.1	Definición.....	505
3.16.7.2	Ejecución de las obras	505
3.16.7.3	Medición y Abono.....	505
3.16.8	Cunetas	505
3.16.8.1	Definición.....	505
3.16.8.2	Ejecución de las obras	506
3.16.8.3	Control de calidad.....	506
3.16.8.4	Medición y Abono.....	506



3.17	Instalación de mecanismos	506
3.17.1	Condiciones generales	506
3.17.2	Identificación de materiales, componentes y conjuntos montados	507
3.17.3	Protección superficial	507
3.17.3.1	Preparación de las superficies a proteger	507
3.17.3.2	Aplicación	508
3.17.4	Pruebas de los mecanismos en general.....	508
3.17.4.1	Control dimensiona.....	508
3.17.4.2	Pruebas de accionamiento o funcionamiento.....	509
3.17.4.3	Tipo de mecanismo.....	509
3.17.5	Pruebas de estanqueidad y de resistencia (o hidrostática)	509
3.17.6	Instalación de mecanismos	510
3.17.6.1	Condiciones Generales.....	510
3.17.6.2	Dimensiones de las bridas y tuberías de acoplamiento.....	510
3.17.6.3	Puesta en posición.....	511
3.17.6.4	Verificaciones antes del montaje.....	511
3.17.6.5	Montaje de los mecanismos entre bridas de las tuberías	511
3.17.6.6	Control después del montaje.....	511
3.18	Válvulas de paso o seccionamiento.....	511
3.18.1	Montaje e instalación.....	511
3.18.2	Medición y abono	511
3.19	Válvulas de retención.....	512
3.19.1	Montaje e instalación.....	512
3.19.2	Medición y abono	512
3.20	Válvulas de control.....	512
3.20.1	Montaje e instalación.....	512
3.20.2	Medición y abono	512
3.21	Válvulas de aireación.....	513
3.21.1	Montaje e instalación.....	513
3.21.2	Medición y abono	513



3.22	Carretes de desmontaje	513
3.22.1	Montaje e instalación.....	513
3.22.2	Medición y abono	513
3.23	Juntas antivibratorias.....	513
3.23.1	Montaje e instalación.....	513
3.23.2	Medición y abono	514
3.24	Pantallas deflectoras.....	514
3.24.1	Definición	514
3.24.2	Ejecución de las obras.....	514
3.24.3	Tolerancias.....	514
3.24.4	Medición y abono	514
3.25	Tramex PRFV	515
3.25.1	Definición	515
3.25.2	Ejecución de las obras	515
3.25.3	Tolerancias.....	515
3.25.4	Medición y Abono	515
3.25.5	Definición	515
3.26	Bombas hidráulicas	516
3.26.1	Ejecución de las obras Ejecución de la cimentación	516
3.26.2	Medición y abono	516
3.27	Instrumentación	517
3.27.1	Definición	517
3.27.2	Ejecución de las obras.....	517
3.27.3	Tolerancias.....	521
3.27.4	Medición y abono	521
3.28	Actuadores.....	522
3.28.1	Definición	522
3.28.2	Ejecución de las obras.....	522
3.28.3	Tolerancias.....	522



3.28.4	Medición y abono	522
3.29	Motores eléctricos	522
3.29.1	Definición	522
3.29.2	Ejecución de las obras.....	523
3.29.2.1	Condiciones generales.....	523
3.29.2.2	Reglamentos y normas aplicables.....	523
3.29.2.3	Instalación de fuerza a motores	524
3.29.3	Tolerancias.....	524
3.29.4	Medición y abono	524
3.30	Filtros.....	524
3.30.1	Definición	524
3.30.2	Ejecución de las obras.....	525
3.30.3	Tolerancias.....	525
3.30.4	Medición y abono	525
3.31	Acumuladores hidroneumaticos-antiarrietes	525
3.31.1	Montaje e instalación.....	525
3.31.2	Medición y abono	526
3.32	Polipastos y puentes grúa	526
3.32.1	Definición	526
3.32.2	Ejecución de las obras.....	526
3.32.2.1	Envío a obra	526
3.32.2.2	Embalaje/desembalaje	526
3.32.2.3	Instrucciones de montaje.....	527
3.32.2.4	Instalación eléctrica.....	527
3.32.2.5	Riesgos que deben ser evitados en la instalación	527
3.32.2.6	Uso del polipasto y medidas de seguridad	528
3.32.2.7	Comprobaciones durante la puesta en marcha	528
3.32.3	Tolerancias.....	529
3.32.4	Medición y abono	530
3.33	Sistemas de aire comprimido	530



3.33.1	Definición	530
3.33.2	Ejecución de las obras.....	530
3.33.3	Tolerancias.....	531
3.33.4	Medición y abono.....	531
3.34	Señalización	531
3.34.1	Señalización vial	531
3.34.1.1	Tipos/clasificación	531
3.34.1.2	Ejecución	532
3.34.1.3	Medición y abono.....	532
3.34.2	Señalización de conducciones	532
3.34.2.1	Descripción.....	532
3.34.2.2	Ejecución	532
3.34.2.3	Medición y abono.....	532
3.34.3	Señalización de salas y riesgos de la instalación.....	533
3.34.3.1	Descripción	533
3.34.3.2	Ejecución	533
3.34.3.3	Medición y abono.....	533
3.34.4	Identificación de tuberías	533
3.34.4.1	Descripción	533
3.34.4.2	Ejecución	534
3.34.4.3	Medición y abono.....	534
3.34.5	Identificación de máquinas	534
3.34.5.1	Descripción.....	534
3.34.5.2	Ejecución	534
3.34.5.3	Medición y abono.....	534
3.35	Cables de alta tensión.....	535
3.35.1	Condiciones de suministro y almacenaje	535
3.35.2	Condiciones de tendido	535
3.35.3	Ensayos	537
3.35.4	Medición y abono.....	538



3.36	Cables de baja tensión	540
3.36.1	Condiciones de suministro y almacenaje.....	540
3.36.2	Condiciones de tendido.....	540
3.36.3	Ensayos	542
3.36.4	Medición y abono.....	542
3.37	Cables de instrumentación y control.....	543
3.37.1	Condiciones de suministro y almacenaje.....	543
3.37.2	Condiciones de tendido.....	543
3.37.3	Ensayos	544
3.37.4	Medición y abono.....	544
3.38	Canalizaciones eléctricas enterradas.....	544
3.38.1	Condiciones generales de ejecución.....	544
3.38.2	Ensayos	548
3.39	Bandejas	548
3.39.1	Condiciones de suministro y almacenaje.....	548
3.39.2	Condiciones de instalación	549
3.39.3	Ensayos	549
3.39.4	Medición y abono.....	550
3.40	Tubos para conducciones eléctricas	550
3.40.1	Condiciones de montaje	550
3.40.2	Condiciones de suministro y almacenaje.....	551
3.40.3	Ensayos	552
3.40.4	Medición y abono.....	552
3.41	Puesta en servicio de las instalaciones	552
3.41.1	Introducción	552
3.41.2	Etapa documental y de legalización.....	553
3.41.3	Etapa de puesta en marcha.....	554
3.41.3.1	Control de modificaciones temporales.....	555
3.41.4	Etapa de pruebas de rendimiento	556



3.41.5	Medición y abono	560
3.42	Carpintería metálica y cerrajería	560
3.42.1	Carpintería metálica	560
3.42.1.1	Condiciones generales de ejecución.....	560
3.42.1.2	Medición y Abono.....	561
3.43	Protección e integración ambiental.....	561
3.43.1	Medidas de protección-prevención.....	561
3.43.1.1	Jalonado temporal de protección.....	561
3.43.1.2	Gestión de residuos.....	562
3.43.1.3	Punto limpio	563
3.43.1.4	Barrera de retención de sedimentos.....	565
3.43.1.5	Balsa de decantación	568
3.43.1.6	Balsa de limpieza de hormigoneras	569
3.43.1.7	Lavarruedas	571
3.43.1.8	Sistema de tratamiento de aguas de obra (STAO).....	572
3.43.2	Actuaciones encaminadas a la integración ambiental	577
3.43.2.1	Revegetación	577
3.44	Vidrios y lunas	603
3.44.1	Definición	603
3.44.2	Ejecución.....	603
3.44.3	Medición y abono	603
3.45	Cierres y vallas	603
3.45.1	Retirada y reposición de cierres de fincas	603
3.45.2	Colocación de verjas o cierres.....	604
3.45.3	Colocación de puertas	604
3.45.4	Medición y abono	604
3.45.4.2	Verjas y cierres	604
3.45.4.3	Puertas.....	604
3.46	Cantería	605
3.46.1	Aplacados y chapados de piedra.....	605



3.46.1.1	Definición.....	605
3.46.1.2	Materiales.....	605
3.46.1.3	Ejecución de las obras	606
3.46.1.4	Medición y Abono.....	606
3.47	Unidades de obra no especificadas en el presente pliego.....	607
4.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE EQUIPOS ELÉCTRICOS Y AUTOMATIZACIÓN	608



DOCUMENTO Nº3

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

1. INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES

1.1 Objeto del pliego y ámbito de aplicación

El objeto del presente Pliego es definir aquellas Prescripciones Técnicas Particulares que regirán en la ejecución de las obras del proyecto de **“UNIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE LAS ETAPS DE MONTEGANE (BERRIATUA) Y GOROZIKA (ONDARROA)”**.

El CABB desarrolla el presente proyecto con el objetivo de establecer un nuevo esquema hidráulico diseñado para la conexión de los sistemas de suministro de agua entre los municipios de Berriatua y Ondárroa, situados en la comarca de Lea Artibai, provincia de Bizkaia.

1.2 Disposiciones Generales

1.2.1 Dirección de obra

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

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

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

- Exigir al Contratista, directamente o a través del personal a sus órdenes, el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Garantizar la ejecución de las obras con estricta sujeción al proyecto aprobado, modificaciones debidamente autorizadas y el cumplimiento del programa de trabajos.
- Definir aquellas condiciones técnicas que los Pliegos de Prescripciones correspondientes dejan a su decisión.
- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de materiales y ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del Contrato.



- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del Contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarios para la ejecución de las obras y ocupación de los bienes afectados por ellas, y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionados con las mismas.
- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en caso de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso, para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal y material de la obra.
- Acreditar al Contratista las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.
- Participar en la recepción de las obras y redactar su liquidación, conforme a las normas legales establecidas.

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

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

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

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

1.2.2 Representación del contratista

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

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



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

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

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

1.2.3 Documentos que se entregan al contratista

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

1.2.3.1 Documentos contractuales

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

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

1.2.3.2 Documentos informativos

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



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

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

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

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

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

1.3 Definición de las Obras

1.3.1 Documentos que definen las obras y orden de prelación

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

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

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

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

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



1.3.1.1 Planos

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

1.3.1.2 Planos adicionales

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

1.3.1.3 Interpretación de planos

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

1.3.1.4 Confrontación de planos y medidas

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

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

1.3.1.5 Contradicciones, omisiones o errores en la documentación

En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, prevalece lo prescrito en este último. En todo caso, ambos documentos prevalecerán sobre el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos; siempre que, a juicio del Director, quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente, y ésta tenga precio en el Contrato.

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



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

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

1.3.1.6 Planos complementarios de detalle

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

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

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

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

1.3.1.8 Descripción de las obras

1.3.1.8.1 Resumen de características de los tramos de conducción

Para facilitar la comprensión de los siguientes apartados, en el cuadro adjunto se resumen las características y longitudes de cada tramo de conducción proyectado:

CONDUCCION	TUBERÍA	LONGITUD (ML)	METODO CONSTRUCTIVO
MUNIOSOLO-A.R.C	FD DN 200 MM	391,00	Zanja (métodos convencionales)
UREPEL-A.R.C.	PE 100 RC-DN 75 MM (PN16)	147,00	Zanja (métodos convencionales)



CONDUCCION	TUBERÍA	LONGITUD (ML)	METODO CONSTRUCTIVO
A.R.C.- BERRIATUA	FD DN 200 MM	505,50	Zanja (métodos convencionales)
LARRUSKAIN-MONTEGANE	FD DN 200 MM	25,00	Zanja (métodos convencionales)
MONTEGANE-BERRIATUA	FD DN 200 MM	614,00	Zanja compartida (métodos convencionales)
BERRIATUA-GOROZIKA	FD DN 200 MM J.A.F.	760,00	Zanja compartida (métodos convencionales)
	FD DN 200 MM JUNTA ACERROJADA	258,00	Zanja compartida (métodos convencionales)
GOROZIKA-MONTEGANE	FD DN 200 MM J.A.F.	1.235,00	Zanja compartida (métodos convencionales)
	FD DN 200 MM JUNTA ACERROJADA	258,00	Zanja compartida (métodos convencionales)
SONDEO B-BERRIATUA	MANGUERA RYBLUM DN 102 MM	125,00	Sondeo AC DN 260 mm (e 6 mm)
	PE 100 RC - DN 110 MM	5,00	Zanja (métodos convencionales)
CRUCE RIO POR PUENTE CIKAUTXO	FD DN 200 MM	27,00	Anclaje a tablero puente
HINCA BI-633	ACERO DN 500 MM (6,5 MM ESPESOR)	29,50	Hinca con perforación horizontal rotativa
	FD DN 200 MM JUNTA ACERROJADA	30,00	Por interior de tubo Hinca
HINCA DIRIGIDA RIO ARTIBAI	PE-100 RCB - DN 630 mm	195,00 ML	Hinca dirigida
	PE100 RS - DN 225 mm (P.N. 16)	195,00	Por interior de tubo Hinca
TOTAL		4.575,00	

1.3.1.8.2 Tramo: Montegane - Bombeo Berriatua

Corresponde al trasvase de las aguas brutas procedentes de las captaciones del Sistema Berriatua, que actualmente llegan a la E.T.A.P. de Montegane: Beketxe, Pertike, Urdinoleta, Muniosolo y Urepel, hasta el futuro bombeo Berriatua, para su posterior impulsión a la ETAP de Gorozika, en Ondárroa.

Los caudales procedentes de los manantiales de Beketxe, Pertike y Urdinoleta (cota +66 m) se transportan en la actualidad hasta el depósito de Montegane mediante una conducción de Fundición Dúctil Ø 200 mm (J.A.F.). Con el nuevo esquema hidráulico proyectado, se trasvasarán antes de su entrada al depósito mediante una nueva conducción de FD DN 200 mm que se prolongará hasta el futuro bombeo de Berriatua (cota +15 m). La arqueta de conexión y derivación de los caudales



transportados se construirá en las inmediaciones del depósito de Montegane, dentro del recinto y cierre de este.

En su interior se dispondrán los mecanismos y válvulas de mariposa electro mandadas necesarias para seccionamiento, retención y derivación, de DN 200 mm.

1.3.1.8.2.1 Cruce del Río Artibai por Puente Cikautxo

A lo largo de este tramo, se prevé el cruce del río Artibai aprovechando la estructura del puente de Cikautxo, para lo que se prevé apoyar las conducciones proyectadas mediante soportes metálicos anclados al estribo y soldados al tablero de dicho puente.

La actuación consiste en la implantación de soportes metálicos, separados 3 m entre sí, bajo el tablero del puente que cruza el río Artibai, destinados a soportar el peso de conducciones de agua y cableado de telemando.

Cada soporte estará constituido por tres perfiles HEB100 de acero S275 unidos entre sí y al tablero del puente mediante soldadura. Los montantes tendrán una longitud de 325 mm, y la viga inferior de 1010 mm.

Dichos perfiles dispondrán de abarcones formados por chapa metálica 50 x5 mm, anclados a los soportes por espárragos de acero de M10, que servirán de sujeción para las tuberías en los apoyos

Para ello, se emplearán perfiles tubulares metálicos de sección rectangular 80x50x4 mm soldados a la estructura metálica del puente, según detalle constructivo que se adjunta en los planos del proyecto.

Dichos perfiles dispondrán de una acanaladura que permitirá el paso y sujeción de los abarcones formados por chapa metálica 50 x5 mm, a insertar en la acanaladura comentada, que servirán de sujeción para las tuberías en los apoyos.

1.3.1.8.2.2 Conexión con Red Larruskain

Se propone aprovechar la proximidad de la conducción procedente de las captaciones de Larruskain (AC Ø 300 mm) con la ETAP de Montegane, para conectarla con la nueva conducción a instalar entre Montegane y el bombeo de Berriatua, como alternativa de emergencia en caso de malfuncionamiento en la red de Larruskain (Caso de Emergencia 1).

La tubería de conexión será de FD Ø 200 mm int. (J.A.F.), en una longitud aproximada de 25 m.

En los puntos de conexión, inicial y final, del nuevo tramo se construirán arquetas con válvulas de mariposa de accionamiento eléctrico teles mandadas. Se instalará, como seguridad, una válvula de retención en la arqueta de conexión Montegane-Berriatua, para evitar retornos indeseados dada la mayor diferencia de altura manométrica con la red de Larruskain.



En este caso, no se incorporarían los recursos de Montegane (4 l/s) y se podrían llegar a conducir por gravedad, los caudales de Larruskain (27 l/s) by paseando los bombeos de Berriatua y Orubixe, hasta Gorozika.

1.3.1.8.2.3 Arqueta By Pass para caso de Emergencia 1

Se dispondrá una “arqueta by pass” en la conducción procedente de las captaciones de Montegane, en la zona final del presente tramo, antes del bombeo de Berriatua.

Desde esta arqueta y, mediante la actuación manual sobre las válvulas de mariposa proyectadas en su interior, se podrá modificar el sentido de conducción de las aguas procedentes de los recursos de Montegane y Larruskain, ya sea en dirección al bombeo de Berriatua nuevo, o bien hacia el bombeo existente de Orubixe. Esta última opción se considerará, exclusivamente, como alternativa de emergencia (Caso de Emergencia 1).

La arqueta se instalará a una distancia de, aproximadamente, 70 m del edificio del bombeo y en las proximidades de la ribera del río Artibai. Se construirá en hormigón armado, de dimensiones interiores en planta de 2,65 x 1,90 m y altura mínima de 1,35 m.

Se instalarán válvulas de mariposa de accionamiento manual, que deberán ser coordinadas con las válvulas de accionamiento automático a instalar en el interior del edificio.

Asimismo, en el interior del Bombeo de Berriatua, se dispondrá una válvula reguladora de presión (VRP) en la conducción procedente de la arqueta de By Pass, como protección ante la presión residual procedente de los manantiales de Montegane (cota +66m).

1.3.1.8.3 Tramo captación Muniosolo – Berriatua

1.3.1.8.3.1 Funcionamiento hidráulico

La conducción entre la captación de Muniosolo y el bombeo de Berriatua se realizará en toda su longitud con tubería de FD Ø 200 mm (J.A.F.), y precisará la instalación de un equipo de bombeo para la impulsión (a la cota +16 m) de los caudales máximos permitidos por la concesión actual de URA, que asciende a 40 l/s, desde el azud del río Artibai (cota +13,50 m), hasta la Arqueta de Rotura de Carga proyectada, en donde se conectará con los caudales procedentes de Urepel (cota +32 m) y desde la que se efectuará el suministro por gravedad hasta el bombeo de Berriatua.

En esta Arqueta de Rotura de Carga se conectarán los caudales procedentes de Urepel (cota +32 m), desde la que se efectuará el suministro, por gravedad, hasta el bombeo de Berriatua, mediante una conducción de FD DN 200 mm Int (JAF) y en una longitud de 524 ml, de los que la mayor parte se realizarán bajo calzada transitada por vehículos, por el camino de acceso a la captación de Muniosolo



desde la carretera foral BI-633. Su sección tipo será, por lo tanto, reforzada con relleno de hormigón de 20 cm en su parte superior y relleno de zahorra en resto.

En lo que respecta a los métodos de ejecución, se ha previsto utilizar **métodos convencionales**, salvo en el **tramo de hinca** final necesario para salvar la carretera BI-633 de Berriatua a Ondarroa. Esta hinca se efectuará en una longitud de 29,50 ml, mediante perforación horizontal con camisa de acero de DN 500 mm, con una profundidad variable en el pozo de ataque de 1,65 m, y de 2, 20 m en el de salida.

En este tramo de hinca, la conducción de FD DN 200 mm (J.A.F.) se sustituirá por otra de la misma calidad y diámetro, pero con junta acerrojada en lugar de junta automática flexible.

La nueva estación de bombeo de Muniosolo se sitúa en el barrio del mismo nombre, en el término municipal de Berriatua y en las proximidades del río Artibai. El objeto de este nuevo bombeo es impulsar el agua procedente del manantial de Muniosolo hasta el nuevo bombeo de Berriatua.

El caudal medio de diseño del bombeo es de 8,15 l/s en la situación inicial y de hasta 40 l/s máximo, en la más desfavorable de las situaciones. Todo ello en función de las aportaciones de los diferentes recursos que suministrarán los caudales necesarios para Berriatua y Ondarroa.

La impulsión se realizará con un bombeo, con aspiración directa, desde el cuenco de la captación. La solución propuesta consta de dos bombas idénticas centrifugas mono etapa, para instalación vertical, tipo TP 125-300/4 A-F-A-BQQE-PX3, de Grundfos, o similar, de 18,5 kW de potencia, capaz de elevar, cada una de ellas, 40,16 l/s a 29,36 m, con una NPSH requerida de 1,83 m, inferior a la disponible de 5,6 m y un rendimiento Bomba-Motor de 80,4 %.

Por su parte, la tubería de impulsión tendrá una longitud total de 395 metros, con tubería de fundición dúctil y 200 mm de diámetro. Estos diámetros, aunque excesivos para el funcionamiento del sistema en condiciones normales, son necesarios para el funcionamiento en caso de los caudales máximos. Por ello, se emplearán variadores de frecuencia con objeto de optimizar su funcionamiento.

1.3.1.8.3.2 Edificio de bombeo

La ubicación del nuevo bombeo se ha establecido lo más próxima posible a la captación de Muniosolo, en un punto que garantice que no se encuentra inmersa en la zona ZEC (Zona de Especial Conservación) del río Artibai, y siempre fuera del flujo preferente, y de la zona de inundabilidad para avenidas de 500 años.

El edificio que albergará el equipo de bombeo se ha previsto con unas dimensiones de 17,60 x 16,60 m² en planta y una altura total de 8,94 m (desde la solera hasta la cumbrera del tejado), de los cuales 5,46 m quedarán visibles y el resto enterrados.

Para los taludes de excavación se ha previsto geometrías 3H:2V, al tratarse de taludes provisionales (corto plazo) en materiales cohesivos hasta 1,80 metros de profundidad. En roca sana, a partir de esta



profundidad, se adoptarán geometrías 1H:3V. Para garantizar su estabilidad durante la construcción, se ha previsto el gunitado sistemático de la roca como medida de precaución.

De acuerdo con los criterios del CABB para edificaciones hidráulicas en zonas rurales y con el fin de mejorar la integración de la infraestructura en la trama urbana, se ha previsto un edificio de hormigón armado, con cubierta a dos aguas de teja cerámica mixta y cerramientos de bloque de hormigón prefabricados y hoja de ladrillo hueco sencillo con aplacado de piedra caliza irregular en las fachadas.

El presente proyecto contempla las actuaciones necesarias para implantar un sistema de telemando que permita explotar y gestionar eficazmente las siguientes instalaciones:

- El manantial de Muniosolo
- El bombeo de Muniosolo
- La Arqueta de Rotura de Carga

Se ha previsto dotar a las instalaciones del bombeo de Muniosolo de un completo sistema de telecontrol que, por medio de autómatas programables, equipos de transmisión de datos y sistema de comunicaciones automaticen por completo el funcionamiento de las instalaciones, provocando el arranque o parada de las bombas en función de las necesidades del momento.

El edificio destinado a albergar el bombeo de aguas de Muniosolo, se ha dispuesto según diseño rectangular y estará constituido por una planta con dos niveles claramente diferenciados. En el superior, situado por encima de la cota de la rasante del terreno y del acceso al edificio, se dispondrán los cuadros eléctricos y de telecontrol. En el nivel inferior, se instalarán los equipos hidráulicos y electromecánicos

El acceso al edificio se encuentra emplazado a la cota aproximada + 17,80 m.

La configuración arquitectónica del edificio se base en líneas regulares sencillas, buscando mantener cierta coherencia con la estética de las edificaciones próximas.

Con este objetivo, se ha proyectado un revestimiento de sus fachadas a base mortero monocapa, en tonos beige o cremas, con juntas horizontales vistas. Los zócalos de las fachadas se revestirán con aplacado de piedra caliza desconcertada tomadas con mortero de cemento en una altura de 0,80 m sobre la acera del edificio.

Las ventanas practicables se proyectan con carpintería de aluminio lacado, en color gris oscuro mate.

Las puertas de acceso al interior del edificio serán metálicas, de chapa de acero galvanizado, dotadas de rejilla de ventilación inferior.

Los cerramientos que conforman las fachadas están compuestos de doble hoja de albañilería formadas por tabique exterior de ladrillo hueco doble a media asta, aplicación de mortero hidrófugo (15 mm) en su cara interior y doblado con tabique de ladrillo hueco doble a panderete.

El acabado interior de los cerramientos se efectuará mediante un alicatado con baldosas de gres porcelánico de formato pequeño en una altura de 2,20 m en todo el perímetro interior, rematándose



el resto de las paredes y techo a base de enfoscado de mortero de cemento maestreado y bruñido, con terminación de dos capas de pintura plástica acrílica

La cubierta del edificio de bombeo se realiza en base a una cubierta a dos aguas con terminación en teja cerámica mixta, formada estructuralmente por una losa de hormigón armado de 15 cm de espesor, apoyada sobre pórticos formados por vigas y pilares de hormigón armado.

Para la evacuación de las aguas de lluvia de la cubierta, se han previsto dos bajantes por el exterior del edificio, hasta su conexión con la conducción de desagüe del bombeo.

El entorno del edificio se complementará con la construcción de una acera de 15 cm de altura con hormigón ruleteado alrededor del edificio.

1.3.1.8.3.3 Arqueta de Rotura de Carga

Esta instalación será común, tanto para el bombeo de Muniosolo, como para el bombeo de Urepel, marcará el punto final de dichas impulsiones y recogerá sus caudales para transportarlos, posteriormente, por gravedad, hasta el bombeo de Berriatua.

Se estructura en dos cuerpos diferentes. El primero servirá para alojar las válvulas y mecanismos de control y regulación, mientras que el segundo corresponderá al vaso de almacenamiento y rotura de carga de los caudales aportados.

Sus dimensiones totales interiores serán de 4,00 x 3,15 m en planta y una altura de 2,10, para el vaso de almacenamiento y de 2,50 x 3,15 m, y misma altura, para el volumen reservado a las válvulas y mecanismos. Una arqueta, de dimensiones 1,00 x 1,00 m en planta, se anexa a este último cuerpo, para un fácil control de los caudales aliviados por el rebose.

La arqueta se construirá en hormigón armado y se instalará enterrada, con registro tipo CABB para su acceso y control.

El volumen de agua máximo capaz de albergar será de 16 m³.

En su interior se instalarán las válvulas de mariposa de funcionamiento automático con actuador eléctrico de entrada al depósito y distribución al bombeo de Berriatua. Además, dispondrá de válvula de compuerta para desagüe de fondo y rebosadero.

Complementando a los bombeos de Muniosolo y Urepel, la Arqueta de Rotura de Carga, estará dotada de instalaciones de telecontrol que, por medio de autómatas programables, equipos de transmisión de datos y sistema de comunicaciones, automatizarán el funcionamiento de dichos bombeos, provocando el arranque o parada de las bombas, en función de las necesidades del momento.



1.3.1.8.4 Tramo Captación Urepel – Berriatua

1.3.1.8.4.1 Funcionamiento hidráulico

En la actualidad, los recursos de Urepel (cota +23 m) se obtienen de un sondeo que traslada las surgencias naturales que se producen en el recinto de las captaciones. En dicho sondeo, existe un pequeño recipiente en el que se recogen las aguas captadas y que, a su vez, son transportadas por gravedad hasta el bombeo existente de Urepel, situado en las proximidades del río Artibai, para ser posteriormente impulsadas hasta el depósito de Montegane.

La nueva infraestructura proyectada permitirá optimizar y aprovechar los caudales obtenidos de Urepel, y transportarlos a la de la Arqueta de Rotura de Carga proyectada (+ 32 m) aprovechando su proximidad y minimizando los requerimientos del nuevo grupo de impulsión a instalar dentro del recinto de la captación.

La distancia prevista entre la captación y la arqueta de rotura de carga es de, aproximadamente, 25 ml, y la altura manométrica de elevación de 18 m.c.a. aproximadamente, lo que aconseja la sustitución del actual bombeo que presenta mayores requerimientos de potencia y de distancia al punto de suministro, además de encontrarse ubicado en zona ZEC.

La impulsión desde la captación hasta la Arqueta de Rotura de Carga proyectada (ver apartado 1.4.2.3.2.3. ARQUETA DE ROTURA DE CARGA) se realizará con tubería de **Polietileno A.D. (PE100) – Ø 75 MM Ext; P.N. 10 AT**. La impulsión finalizará en la mencionada arqueta, desde donde se transportarán juntamente con los caudales de la captación de Muniosolo, hasta el depósito previo del bombeo de Berriatua.

1.3.1.8.4.2 Edificio de Bombeo

El equipo de impulsión estará formado por 2 bombas centrífugas de una etapa, acoplamiento cerrado y voluta con puertos de aspiración y descarga en línea de idéntico diámetro, tipo TP 40-230/2 A-F-Z-BQQE-GX1, de Grundfos, o similar, de 1,1 kW de potencia, capaz de elevar cada una de ellas 3,04 l/s a 18,04 m, con una NPSH requerida de 2,14 m. Rendimiento bomba motor = 47,4 %.

El edificio que albergará los mecanismos y equipos de la impulsión será, prácticamente, similar al del bombeo de Muniosolo.

Su ubicación se ha previsto en el interior del recinto de la captación de Urepel, en las proximidades de la puerta de acceso.

Para su construcción será necesaria la construcción de una base de pedraplén previa, en una altura de 1,00 m por debajo de la losa de cimentación sobre la que se asentará el edificio.



Se ha previsto que, con las obras de construcción del nuevo bombeo, se simultaneen trabajos de saneo y acondicionamiento del área de la captación. Entre estos trabajos se han previsto las siguientes actuaciones:

- Drenaje general del área de surgencias.
- Drenaje perimetral del edificio del bombeo para evitar afecciones.
- Construcción de sendas peatonales entre el acceso y los puntos de interés dentro del recinto (depósito almacenamiento).
- Tratamiento con herbicidas para eliminación de zonas densas de algas que proliferen dentro del recinto.
- Modificación de puerta de acceso, con cierre normalizado, tipo CABB.
- Rellenos de tierra vegetal para formación de zonas verdes, con su correspondiente drenaje.

Se redirijan las zonas de surgencia y retención de agua y otros problemas con el drenaje para que el agua no se asiente en ciertas áreas del césped. También es necesario separar la alfombra de algas para que la hierba se pueda beneficiar del agua.

Se realizará una prueba de suelo en áreas sanas del césped y en aquellas afectadas por algas. La muestra de suelo revelará si necesita aplicar fertilizante o cal al césped. También puede ser necesario aflojar las áreas compactadas en el césped.

Para casos graves de algas, se emplearán herbicidas comerciales o un tratamiento base de una mezcla de 141,5 gramos de sulfato de cobre y 11 litros de agua, por cada 300 metros cuadrados de césped.

1.3.1.8.5 Tramo Bombeo Berriatua – ETAP de Gorozika

Comprende la conducción forzada desde el nuevo bombeo Berriatua, de las aguas brutas procedentes de las captaciones del sistema Berriatua y del nuevo sondeo, hasta la estación de tratamiento de Gorozika, en Ondarroa.

La nueva conducción proyectada desde el bombeo de Berriatua se ejecutará con tubería de FD Ø 200 mm (JAF), en una longitud de 1.215 ml hasta la ETAP de Gorozika.

La traza de la nueva conducción está planteada para albergar en la misma zanja, tanto la tubería de impulsión, como la tubería de suministro, con agua depurada, ente los depósitos de Ondarroa y Berriatua, lógicamente con sentidos de flujos contrarios.

Las características de la instalación común para ambas tuberías han requerido la implantación de arquetas dobles y macizos de anclaje en los quiebros de la conducción compartida.

Siguen siendo válidas para esta conducción, las características reseñadas en apartados anteriores, en lo referente a trazado, puntos singulares, secciones tipo de zanja, mecanismos, etc...



Las piezas especiales proyectadas en las arquetas y conexiones de conducciones se realizarán en palastro, de espesor mínimo 6,5 mm, galvanizado en caliente, siendo las válvulas del tipo compuerta con cierre elástico y los carretes de desmontaje de acero inoxidable tipo AISI 304.

Todos los mecanismos (válvulas, ventosas, carretes de desmontaje, etc.) serán de alta calidad y PN 16 At.

El tramo de impulsión entre el bombeo de Berriatua y la ETAP de Gorozika, finaliza en el cuenco de entrada de agua bruta en el interior de las instalaciones de dicha ETAP.

En este trazado, al igual que en el correspondiente al de llegada al bombeo dese Montegane, se incluye también la “arqueta by pass” proyectada en las inmediaciones del nuevo bombeo. En dicha arqueta se alojarán las válvulas de mariposa de accionamiento manual qué, sincronizadas con las de seccionamiento de entrada al bombeo, permitirán derivar, en caso de emergencia, los caudales del bombeo por la tubería existente que llega hasta el depósito y bombeo de Orubixe.

La longitud total de impulsión, con tubería de F.D. DN 200 mm, será de 1.215 ml. De esta longitud, en aproximadamente 258 ml que corresponden al trazado de máxima pendiente en la ladera previa al depósito de Gorozika, se instalarán las tuberías con juntas acerrojadas.

El tramo de impulsión entre el bombeo de Berriatua y el depósito de Gorozika, finaliza con la entrada de agua bruta al cuenco de la obra de llegada, en el interior de la ETAP.

La tubería se instalará enterrada por el interior de las instalaciones de la ETAP de Gorozika, propiedad del CABB, hasta su punto de vertido al cuenco de agua bruta, mediante la instalación vista de un tramo de tubería de acero galvanizado en caliente de DN 200 mm.

En las proximidades del punto final de vertido, dentro de las instalaciones del CABB, se construirá una arqueta de hormigón, de dimensiones interiores, en planta, de 1,85x1,40 m y tabiques de 0,20 m, para una altura interior de 1,45 m. La arqueta será accesible mediante tres módulos de tramex de acero galvanizado, apoyados sobre sus tabiques. En el interior de esta arqueta, se alojarán las válvulas de mariposa neumáticas de accionamiento neumático, carretes de desmontaje de acero inoxidable y piezas especiales de acero al carbono galvanizadas en caliente, de D.N. 100 mm, para la conexión con la instalación de desagüe existente adyacente (conducción procedente de la red Amaioa-Larruskain).

Esta conexión, servirá de purga de caudales, antes de su incorporación a la línea de tratamiento de la ETAP, y permitirá evacuar las aguas al punto de desagüe previsto, cuando se superen los límites de turbidez y partículas en suspensión procedentes del bombeo de Berriatua.

También se instalarán en el interior de la nueva arqueta, un turbidímetro y un caudalímetro de DN 100 mm.

Dentro de los trabajos proyectados en este tramo, se incluye el soterramiento de la línea eléctrica aérea de la que actualmente se alimenta la ETAP de Gorozika, desde el bombeo de Orubixe (Ver Anejo N.º 8 INSTALACIONES ELECTRICAS). Para ello, aprovechando la zanja común prevista para las conducciones de FD DN 200 mm, se instalarán dos canalizaciones de PEC DN 160 mm para la línea eléctrica aislada



que sustituirá al aéreo actual. Las características de aislamiento del cableado de la nueva línea eléctrica y la potencia máxima contratada, en instalaciones soterradas, con una distancia mayor de 20 cm entre el cableado aislado y las conducciones de FD, no deberían generar episodios de corrientes parásitas entre dichas conducciones. No obstante, se ha decidido la instalación de mangas de polietileno, con un espesor mínimo de 0,2mm, enrolladas en las paredes exteriores de las tuberías de fundición dúctil de DN 200 mm, como protección contra potenciales corrientes parásitas.

Asimismo, se incluye una partida alzada a justificar para la medición de corrientes vagabundas, una vez entre en servicio la línea eléctrica soterrada.

Por otra parte, el trazado entre el bombeo de Berriatua y la ETAP de Gorozika, obliga a vadear el río Artibai. Debido a las dificultades constructivas que presenta su cruce y al fuerte impacto que provocaría la colocación de la tubería por métodos tradicionales (apertura de zanja, relleno, compactación, etc.) se propone implantar la tubería mediante una hinca horizontal dirigida (con sus fases de taladro piloto, escariado o ensanche del taladro piloto y arrastre de la conducción, etc.), que prácticamente anula el impacto en dicho cauce.

El cruce del río Artibai, se realizará mediante un tramo de hinca dirigida, con vaina de PE (100RCB) DN 630 mm y PN 16 At, en una longitud de 195 m aproximadamente. En su interior, se alojarán las dos conducciones correspondientes a la impulsión y distribución, con sendas tuberías de polietileno PE 100 RS de DN 225 mm (P.N. 16 At) y 198 mm de diámetro interior, así como una canalización, para la instalación de cableado de telemando y telecontrol, de PE DN 90 mm ext.

1.3.1.8.5.1 Bombeo Berriatua

El edificio que albergará las instalaciones del nuevo bombeo proyectado se construirá en las proximidades del sondeo de reciente ejecución (Sondeo B).

Su ubicación es colindante con el establecimiento industrial, de la empresa Cicautxo, para lavado y aparcamiento de vehículos situado en el barrio de la Magdalena, junto a la carretera vecinal que accede a la BI-633 Erribera Auzoa, Berriatua-Ondarroa, lo que permitirá un cómodo acceso en caso de reparaciones, mantenimiento, etc.

1.3.1.8.5.2 Funcionamiento hidráulico

Dada la amplia variabilidad de situaciones y combinación de aportaciones que se pueden generar, y la dificultad de adecuar los equipos de bombeo para adaptarse a todas ellas, se han diseñado los equipos del bombeo según dos rangos de caudales previamente establecidos: altos y bajos.

Los primeros, estimados para las aportaciones máximas posibles de los diferentes recursos, pero considerando siempre que el caudal máximo conjunto de aportación no deberá superar el caudal



máximo establecido de 51,20 l/s, correspondiente al consumo poblacional al año horizonte para Berriatua y Ondarroa desde de la ETAP de Gorozika.

Los caudales bajos se establecen a partir de los caudales medios diarios aportados por el CABB.

Con estos criterios, los rangos de caudales resultantes fueron de 15 l/s para caudales bajos, y de 51,20 l/s para los caudales altos.

El caudal máximo de bombeo será de 51,20 l/s, que corresponde al máximo caudal de consumo poblacional, al año horizonte, para Berriatua y Ondarroa, a suministrar desde de la ETAP de Gorozika.

La solución propuesta para los caudales MEDIOS DIARIOS es de 3 bombas centrifugas (2+1) multietapa (7 etapas) para instalación vertical con puertos de aspiración y de descarga al mismo nivel (en línea) tipo CR 45-7 K-F-A-E-HQQE, de Grundfos, o similar, de 30 kW de potencia, capaz de elevar cada una de ellas 15,- l/s, a 116,5 m, con una NPSH requerida de 2,74 m. Rendimiento bomba motor = 66 % con variador de frecuencia.

El funcionamiento será alternativo, entre dos bombas, quedando una tercera de reserva ante potenciales contingencias o reparaciones.

Para los caudales MÁXIMOS DIARIOS se proponen 2 bombas centrifugas (1+1) multietapa (3) para instalación vertical con puertos de aspiración y de descarga al mismo nivel (en línea) tipo CR 185-4-3 A-F-A-E-HQQE, de Grundfos, de 75 kW de potencia, capaz de elevar cada una de ellas 51,92 l/s a 119,80 m, con una NPSH requerida de 4,92 m. Rendimiento bomba motor = 77,75 %. Todas con variador de frecuencia.

Por último, para la impulsión de las aguas del sondeo de Berriatua, se elige una bomba sumergible multietapa tipo SP 60-16, de 30 kW de potencia de Grundfos, o similar, capaz de elevar un caudal máximo de 15,15 l/s, a 137,5 m. Contará igualmente con variador de frecuencia. El diámetro exterior de la bomba es de 139,5 mm.

Cada bomba contará con su propia tubería de aspiración e impulsión.

1.3.1.8.5.3 Edificio de bombeo

El edificio que albergará las instalaciones del nuevo bombeo proyectado se construirá en las proximidades del sondeo de reciente ejecución (Sondeo B).

Su ubicación es colindante con el establecimiento industrial, de la empresa Cicautxo, para lavado y aparcamiento de vehículos situado en el barrio de la Magdalena, junto a la carretera vecinal que accede a la BI-633 Erribera Auzoa, Berriatua-Ondarroa, lo que permitirá un cómodo acceso en caso de reparaciones, mantenimiento, etc.

El objeto de este nuevo bombeo es impulsar los caudales obtenidos de las captaciones del sistema Berriatua y del sondeo de reciente ejecución, hasta el depósito de Gorozika (cota +87,37 m) para su



posterior tratamiento y depuración, antes de proceder al suministro a los barrios de Berriatua y Ondarroa.

Para albergar los equipos necesarios se ha previsto una edificación, con unas dimensiones exteriores en planta de 10,30 x 9,25 m y una altura total de 5,16 m (desde la solera hasta la cumbrera del tejado).

La rasante del edificio se ha proyectado a la cota +15,00 m, para lo que será necesario sobre elevar 35 cm la actual rasante del terreno, con objeto de situarla por encima de la cota de inundación para la avenida de 500 años. Todos sus mecanismos principales de actuación y, por supuesto, las instalaciones eléctricas y de telemando y control se dispondrán por encima de la mencionada cota.

Se ha proyectado la construcción de un depósito previo situado por encima de la cota de acceso del edificio (cota de solera +15 m y cota de lámina de agua +16,95 m) con una capacidad de 45 m³, aproximadamente, que garantizará la estabilidad de la aspiración al grupo de bombeo, así como una reserva de aproximadamente 25 minutos para el caudal medio diario estimado.

El funcionamiento del bombeo se efectuará según la demanda telemandada desde la ETAP de Gorozika, en base a las necesidades que el explotador de la Planta establezca.

1.3.1.8.5.4 Acometida eléctrica

El nuevo bombeo de Berriatua se conectará a la red de Iberdrola a partir de una celda de línea en el CT 728 MORTUERO (13,2 kV). La potencia máxima admisible prevista es de 630 kVA.

1.3.1.8.5.5 Sondeo Berriatua

Las aportaciones de agua bruta al nuevo bombeo de Berriatua incluyen los caudales, 15 l/s, que se prevén obtener desde el **nuevo sondeo** de reciente ejecución (diciembre 2020).

Dicho sondeo se realizó mediante rotopercusión con martillo de fondo y a rotación con circulación inversa a partir de los 326m. La profundidad final alcanzada fue de 400m. La perforación de la cámara de bombeo se realizó hasta los 125m, con $\varnothing 315\text{mm}$ y entubado mediante tubería metálica ciega de $\varnothing 260/272\text{mm}$ ($e=12\text{ mm}$), cementándose el anular entre la perforación y tubería. Hasta los 400m, se perforó con $\varnothing 220\text{mm}$, dejándose inicialmente abierto (open-hole) el tramo 125-400m.

Posteriormente, se ejecutó la entubación del último tramo (121,70 - 400,00 m), con tubería de acero ciega de $\varnothing 190/180\text{mm}$ ($e=10\text{ mm}$).

Las aguas del sondeo se prevén elevar directamente hasta el edificio del bombeo de Berriatua, mediante la impulsión de una “bomba lápiz” alojada en el interior del tubo, del tipo IDEAL, Mod. SD 0,64/7F2 de 37 KW de potencia nominal, que se ubicará a una profundidad de 120 m, desde la rasante actual (cota +14 m).



Se ha previsto que la bomba tenga una capacidad de bombeo de 15 l/s, capaz de elevar los caudales captados a una altura manométrica de 136 m.c.a. con una presión residual de 10 m.c.a.

Asimismo, en el interior del tubo de sondeo se ha previsto un sistema de control del nivel piezométrico, para lo que se instalará una sonda piezométrica de $\varnothing 1^{1/2}$ ", paralela a la impulsión, de modo que se puedan realizar medidas manuales con sonda eléctrica convencional.

La impulsión desde el sondeo hasta la arqueta situada en la rasante exterior se realizará a través de una tubería de PU, poliuretano con refuerzo circular textil de poliéster, tipo **RYLBRUN-Hidryc TP20**, de **102 mm de diámetro interior y PN25**. La longitud será de, aproximadamente, 120 ml. Se considera un estiramiento de la manguera, a máxima carga, del 1,5% dado que la bomba está situada en la parte inferior del pozo.

Desde la arqueta de superficie se instalará una conducción de PE $\varnothing$ 110 mm (PN 16 At) hasta el edificio de bombeo, ejecutada en zanja por **métodos convencionales**, en una longitud de aproximadamente 5 ml.

1.3.1.8.6 Tramo ETAP Gorozika – Deposito de Montegane

La conducción de las aguas tratadas desde la ETAP de Gorozika, hasta el depósito de Montegane, se resuelve con la instalación de una conducción de FD $\varnothing$ 200 mm (JAF) en una longitud aproximada de 1750 m.

Su trazado, como ya se ha indicado en los apartados anteriores, se ha elegido paralelo al de las conducciones de Montegane-bombeo Berriatua e impulsión Berriatua-Gorozika. Es por ello, que se proyectan compartiendo zanja en la mayor parte del recorrido.

Las características de la instalación, común para ambas tuberías, ha requerido la implantación de arquetas y macizos de anclaje dobles.

Siguen siendo válidas para esta conducción, las características reseñadas en el apartado anterior (6.1.1) en lo referente a trazado, puntos singulares, secciones tipo de zanja, mecanismos, etc...

En lo que respecta a los métodos de ejecución, se ha previsto utilizar métodos convencionales para instalación de tuberías en zanja sobre lecho de arena y relleno tipo conforme a las secciones tipo establecidas, salvo en el tramo de hinca dirigida necesario para salvar el vado del río Artibai.

La mayor parte de las secciones constructivas establecidas para la instalación de las tuberías de suministro de agua, incluyen las canalizaciones y arquetas de registro correspondientes para paso de cableado eléctrico (tubos de PVC $\varnothing$ 110 mm y arquetas cada 50 ml, máximo) y telemando y telecontrol (tubos de PVC $\varnothing$ 90 mm y arquetas cada 100 ml).

Por último, se seguirán una serie de buenas prácticas que se desarrollará en la ejecución de las obras como, por ejemplo:



- Jalonamiento de los caminos y la obra
- Minimizar la ocupación.
- Recuperación de la capa superior de tierra vegetal
- Prevención de incendios forestales
- Control del buen estado de vehículos y maquinaria
- Punto limpio para la gestión de residuos
- Control del buen estado de vehículos y maquinaria
- Control de emisiones de polvo
- Reposición de servicios afectados

Igualmente, y debido a la alta sensibilidad de algunas zonas, se hará hincapié en las medidas de protección de la calidad de las aguas y del sistema hidrológico, y se tendrán en cuenta los periodos de reproducción de las potenciales especies que habiten en la zona del proyecto, además de las medidas correctoras necesarias para evitar otros impactos como la erosión, o afecciones a los vecinos.

La conducción de distribución con agua depurada se inicia en la sala de válvulas del depósito de Gorozika. En su interior se aloja, actualmente, la conducción o toma para Ondárroa consistente en una tubería de 400 mm de diámetro conectada a ambos cuencos y de la que parte otra del mismo diámetro para la distribución al municipio (todas ellas de fibrocemento). Las válvulas de compuerta, dispuestas junto a los depósitos, permiten que ambos vasos puedan trabajar al mismo tiempo o que se deje fuera de servicio cualquiera de ellos sin necesidad de cortar (labores de limpieza, mantenimiento, etc.) el servicio y suministro a la población.

Asimismo, la conducción de salida dispone de una válvula de sobre velocidad que en caso de rotura de la conducción general evitaría el vaciado de los cuencos ($V = 4.000 \text{ m}^3$. en cada vaso).

Las actuaciones programadas en esta sala comprenden la sustitución de la conexión entre los cuencos de almacenamiento mediante una pieza especial bridada en forma de T, de acero al carbono, DN 400 mm int y espesor 6,50 mm, galvanizada en caliente y con imprimación epoxi, que se instalará a partir de la válvula de sobre velocidad existente.

Además, dicha pieza, dispondrá de dos derivaciones de $\varnothing 200 \text{ mm}$ para la distribución del agua depurada y una de $\varnothing 100 \text{ mm}$, como ventosa natural de dichas conducciones. Una de las derivaciones de $\varnothing 200 \text{ mm}$, marcará el inicio de la distribución al depósito de Montegane, mientras que, en la otra, se dispondrá de una brida ciega, con objeto de dejarla en reserva para futuros suministros.

Se dispondrán dos carretes bridados de $\varnothing 400 \text{ mm}$, a ambos lados de la pieza especial, para la conexión con las salidas de fibrocemento de los casos de regulación.

Las instalaciones de DN 400 mm, se completarán con válvulas de seccionamiento de mariposa con desmultiplicador manual y los carretes de desmontaje de acero inoxidable correspondientes, todo ello de PN 16 At.

En la distribución al depósito de Montegane se montará una válvula de compuerta bridada de PN 16 At con su correspondiente carrete de desmontaje.



Como complemento de las actuaciones proyectadas en la ETAP de Gorozika se incluyen, en el presente proyecto, los trabajos de rehabilitación necesarios para paliar los apreciables problemas de deterioro existentes en el exterior e interior de los dos depósitos gemelos de la ETAP de Gorozika, así como la mejora de su accesibilidad y seguridad.

1.3.1.8.7 Telemando y telecontrol

El presente proyecto contempla las actuaciones necesarias para implantar un sistema de telemando que permita explotar y gestionar eficazmente las siguientes instalaciones:

- El bombeo de BERRIATUA
- El depósito de MONTEGANE
- El bombeo de MUNIOSOLO.
- El depósito de UREPEL
- El bombeo de ORUBIXE.
- Los depósitos de GOROZIKA

Se ha previsto dotar a las instalaciones de bombeo de un completo sistema de telecontrol que, por medio del tendido de fibra óptica, autómatas programables, equipos de transmisión de datos y sistema de comunicaciones permitan gestionar el completo funcionamiento de las instalaciones, provocando el arranque o parada de las bombas en función de las necesidades del momento.

1.4 Garantía y control de calidad de las obras

1.4.1 Definición

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

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

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

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



1.4.2 Sistema de garantía de calidad

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

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

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

1.4.3 Programa de garantía de calidad

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

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

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

1.4.3.1 **Organización**

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

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

1.4.3.2 **Procedimientos, Instrucciones y Planos**

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

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



1.4.3.3 Control de materiales y servicios comprados

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

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

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

1.4.3.4 Manejo, Almacenamiento y Transporte

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

1.4.3.5 Procesos especiales

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

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

1.4.3.6 Inspección de obra por parte del Contratista

El Contratista es responsable de realizar los controles, ensayos, inspecciones y pruebas requeridos en el presente Pliego y en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares. La Dirección de Obra tendrá acceso directo a la ejecución de cualquier ensayo y a la obtención sin demora de sus resultados del Contratista. Igualmente, podrá entrar en contacto directo con el personal que el Contratista empleará



en su autocontrol con dedicación exclusiva y cuya relación, será recogida en el Plan de Control de Calidad, incluyendo sus respectivos "Currícula Vitae" y experiencias en actividades similares.

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

1.4.3.7 Gestión de la documentación

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

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

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

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

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

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

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

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

- Descripción y objeto del Plan.
- Códigos y normas aplicables.
- Materiales a utilizar.
- Planos de construcción.



- Procedimientos de construcción.
- Procedimientos de inspección, ensayo y pruebas.
- Proveedores y subcontratistas.
- Embalaje, transporte y almacenamiento.
- Marcado e identificación.
- Documentación a generar referente a la construcción, inspección, ensayos y pruebas.

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

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

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

1.4.5 Abono de los costos del sistema de garantía de calidad

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

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

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

1.4.6 Nivel de control de calidad

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



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

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

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

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

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

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

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

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

1.5 **Seguridad y Salud**

1.5.1 Estudio de Seguridad y Salud

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

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



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

1.5.2 Plan de seguridad y salud

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

1.5.2.2 Medidas de emergencia

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

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

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

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



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

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

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

1.5.3 Organización preventiva del contratista en obra

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

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

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

1.5.4 Subcontratación

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

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

Conforme a lo establecido en el artículo 16.2.a) del Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, Reguladora de la Subcontratación en el Sector de la



Construcción (R.D. 1109/2007), el contratista deberá comunicar cada subcontratación anotada en el Libro de Subcontratación al Coordinador de Seguridad y Salud.

1.5.5 Control de acceso

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

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

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

1.5.6 Comunicación de Accidentes de trabajo y datos de siniestralidad

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

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

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

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



1.5.7 Información y formación sobre riesgos de la instalación

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

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

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

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

1.5.8 Medición y valoración de las partidas de seguridad y salud

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

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

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

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



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

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

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



1.6 Gestión ambiental

1.6.1 Definición

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

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

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

1.6.2 Apertura de centro ambiental

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

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

1.6.3 Plan ambiental en obra

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

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

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



1.6.4 Plan de gestión de residuos

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

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

1.6.5 Informe final de gestión de residuos

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

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

1.6.6 Técnico de medio ambiente

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

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

1.6.7 Autorizaciones ambientales

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

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

- Autorización de vertido al Dominio Público Hidráulico o al Dominio Público Marítimo Terrestre ante la Agencia Vasca del Agua.



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

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

1.6.8 Suelos contaminados

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

En el caso de que el volumen a excavar sea superior a 500 m³, se actuará según lo establecido en la preceptiva autorización del Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno Vasco, que deberá solicitar el CABB y cuyo otorgamiento ha de ser previo al inicio del movimiento de tierras. Si el volumen es inferior a 500 m³, se deberá caracterizar el material y determinar la vía de gestión en función de las características del material y de las necesidades de la obra. En cualquier caso, finalizadas las actuaciones en este tipo de emplazamientos, se deberá redactar y remitir al Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno Vasco un informe final descriptivo de las actividades realizadas, que incluya la documentación asociada a la gestión externa de las tierras, en su caso. Todas estas actividades deben ser supervisadas y/o realizadas por una Entidad acreditada en la investigación y recuperación de la calidad del suelo.

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

1.6.9 Patrimonio cultural

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



1.6.10 Restauraciones y revegetaciones

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



2. CAPÍTULO II – ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

2.1 Origen de los materiales

2.1.1 Materiales suministrados por el contratista

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

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

2.1.2 Materiales suministrados por el Consorcio de Aguas

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

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

2.1.3 Yacimientos y canteras

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

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

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

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

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



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

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

2.1.4 Materiales procedentes de otras obras

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

2.1.5 Otros materiales reciclados

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

2.2 Calidad de los materiales

2.2.1 Condiciones generales

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

2.2.2 Normas oficiales

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

2.2.3 Examen y prueba de los materiales

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

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

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



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

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

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

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

2.3 Materiales a emplear en rellenos, terraplenes y zanjas

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

2.3.1 Características generales

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

2.3.2 Origen de los materiales

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

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

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

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

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

2.3.3 Clasificación de los materiales

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

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

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

2.3.3.1 Suelos seleccionados

Se considerarán como tales aquellos que cumplen las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento ($MO < 0,2\%$), según UNE 103204.
- Contenido en sales solubles en agua, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ($SS < 0,2\%$), según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros ($D_{máx} \leq 100 \text{ mm}$).
- Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento ($\# 0,40 \leq 15\%$) o que en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:
 - Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ($\# 2 < 80\%$).



- Cernido por el tamiz 0,40 UNE, menor del setenta y cinco por ciento ($\# 0,40 < 75\%$).
- Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al veinticinco por ciento ($\# 0,080 < 25\%$).
- Límite líquido menor de treinta ($LL < 30$), según UNE 103103.
- Índice de plasticidad menor de diez ($IP < 10$), según UNE 103103 y UNE 103104.

2.3.3.2 Suelos adecuados

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

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

2.3.3.3 Suelos tolerables

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

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

2.3.3.4 Suelos marginales

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

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

2.3.3.5 Suelos inadecuados

Se considerarán suelos inadecuados:

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

2.3.4 Empleo de los materiales por zonas de relleno en terraplén

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

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

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

2.3.4.1 Suelos para empleo en coronación

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



≥ 5), según UNE 103502.

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

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

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

2.3.4.2 Suelos para empleo en núcleo

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

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

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

2.3.4.3 Suelos para empleo en espaldón

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

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

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



2.3.4.4 Suelos para empleo en cimiento

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

2.3.5 Tierra vegetal

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

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

2.3.6 Materiales a emplear en rellenos de zanjas

2.3.6.1 Material procedente de la excavación

2.3.6.1.1 Definición

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

2.3.6.1.2 Características

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



2.3.6.2 Material seleccionado procedente de la excavación

2.3.6.2.1 Definición

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

2.3.6.2.2 Características

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

2.3.6.3 Material de préstamo o cantera

2.3.6.3.1 Definición

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

2.3.6.3.2 Características

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

2.3.7 Material filtrante

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

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



Su composición granulométrica cumplirá las prescripciones siguientes:

- El tamaño máximo no será, en ningún caso, superior a setenta y seis milímetros (76 mm.), cedazo 80 UNE, y el cernido ponderal acumulado por el tamiz 0.080 UNE no rebasará el cinco por ciento (5 %).
- Siendo F_x , el tamaño superior al del $x\%$, en peso, del material filtrante, y d_x el tamaño superior al del $x\%$, en peso, del terreno a drenar, se deberán cumplir las siguientes condiciones de filtro:
 - $F_{15} / d_{28} < 5$ (a)
 - $F_{15} / d_{15} < 5$ (b)
 - $F_{50} / d_{50} < 25$ (c)
 - $F_{60} / F_{10} < 20$ (d)
- En el caso de terrenos cohesivos, la condición (a) se puede sustituir por la de: $F_{15} < 0,1$ mm.
- Además, de acuerdo con el sistema previsto para la evacuación del agua, el material filtrante situado junto a los tubos o mechinales deberá cumplir las condiciones siguientes:
 - Si se utilizan tubos perforados:

$F_{85} / \text{diámetro del orificio} > 1$
 - Si se utilizan tubos con juntas abiertas:

$F_{85} / \text{ancho de la junta} > 1,2$
 - Si se utilizan tubos de hormigón poroso:

$F_{85} / d_{15} \text{ del árido del tubo} > 0,2$
 - Si se drena por mechinales:

$F_{85} / \text{diámetro del mechinal} > 1$

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

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

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

$$F_{15} < 1 \text{ mm.}$$

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



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

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

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

$$D60 / D10 < 4$$

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

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

Control de calidad

El Contratista comprobará que la calidad de los materiales a emplear se ajusta a lo especificado en los artículos 2.3.3, 2.3.4, 2.3.5, 2.3.6, 2.3.7 del presente Pliego mediante los ensayos en él indicados, que se realizarán sobre una muestra representativa, como mínimo, una vez antes de iniciar los trabajos y posteriormente con la siguiente periodicidad:

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

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

2.3.8 Materiales reciclados

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

2.3.8.1.1 Definición

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

2.3.8.1.2 Características

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

TIPO DE ÁRIDO	COMPONENTES (UNE-EN 13242)					
	R _c	R _c +R _u +R _g	R _b	R _a	FL	X
AR-H	≥ 50%	≥ 90% ^(*)	≤ 10%	≤ 10%	≤ 5 cm ³ /kg	≤ 1% ^(**)
AR-M	Sin requisito	≥ 70% ^(*)	≤ 30%	≤ 10%	≤ 5 cm ³ /kg	≤ 1% ^(**)

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

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

Donde:

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

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

Estos áridos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo. La pérdida en el ensayo de sulfato de magnesio según la norma UNE-EN 1367-2 no superará el 18% (categoría MS₁₈).

Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme. El contenido ponderal de sulfatos solubles en agua (expresados en SO₃), determinado según la UNE-EN 1744-1, será igual o inferior al 0,2% (categoría SS_{0,2}) donde los materiales estén en contacto con capas tratadas con cemento, e inferior al 0,7% (categoría SS_{0,7}) en los demás casos.

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

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

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

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

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

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

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

2.3.8.1.3 Clasificación de los materiales

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

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

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

2.3.8.1.4 Empleo de los materiales

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

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



- Zahorra: en la ejecución de capas estructurales de firmes de carreteras.

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

2.3.8.1.5 Control de calidad

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

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

Para la puesta en obra se comprobará de manera sistemática:

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

2.3.8.2 Árido siderúrgico de horno eléctrico:

2.3.8.2.1 Definición

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

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

2.3.8.2.2 Características

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

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

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

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

ELEMENTO	UNIDAD	LÍMITE	
		Tipo 2	Tipo 3
As	mg/kg	0,5	0,6
Ba	mg/kg	20	25
Cd	mg/kg	0,04	0,05
Cr total	mg/kg	0,5	2
Cr (VI)	mg/kg	0,1	0,4
Cu	mg/kg	2	3
Hg	mg/kg	0,01	0,01
Mo	mg/kg	0,5	2,8
Ni	mg/kg	0,4	0,5
Pb	mg/kg	0,5	0,6
Sb	mg/kg	0,06	0,08

ELEMENTO	UNIDAD	LÍMITE	
		Tipo 2	Tipo 3
Se	mg/kg	0,1	0,4
Zn	mg/kg	4	5
Cl	mg/kg	800	5000
F	mg/kg	18	30
SO ₄	mg/kg	1000	5000
V	mg/kg	1,5	4

El árido siderúrgico de horno eléctrico deberá presentar una expansividad inferior al 5% (categoría V₅) según la Norma UNE-EN 1744-1. En cualquier caso, dicha expansividad deberá ser acreditativa de que no se ha producido mezcla de escorias negras con escorias blancas. La duración del ensayo será de ciento sesenta y ocho horas (168 h). Además, el resultado el índice IGE según la Norma NLT-361 será inferior al 1%. El contenido de cal libre del árido siderúrgico de horno eléctrico debe ser inferior al 0,5%, determinado según la Norma UNE-EN 1744-1.

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

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

2.3.8.2.3 Clasificación de los materiales

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

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

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



oportuno, se pueda tramitar la solicitud de las correspondientes autorizaciones a los órganos competentes.

2.3.8.2.4 Empleo de los materiales

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

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

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

- Actuaciones en espacios naturales que presenten alguna figura de protección especial contemplada en la normativa sobre la conservación de la naturaleza.
- En caso de encontrarse en contacto directo con el suelo en zonas cuyo uso sea asimilable al establecido como “Otros usos” de acuerdo con el Anexo I de la Ley 4/2015, del 25 de junio, para la prevención y corrección de la contaminación del suelo.
- En casos en los que se encuentren en contacto con el agua.



- Como aplicaciones drenantes o en lugares por donde discurra agua de manera temporal.
- Como aplicaciones sin cobertura alguna, tales como pistas forestales, o caminos rurales no asfaltados u hormigonados.

Cualquier otro uso no contemplado en este apartado deberá cumplir con lo establecido en el Decreto 64/2019, o bien, en caso de no estar regulados por dicho Decreto, el contratista deberá comunicárselo a la Dirección de Obra con antelación suficiente para que, en caso de considerarse oportuno, se pueda tramitar la solicitud de las correspondientes autorizaciones ante los órganos competentes.

2.3.8.2.5 Control de calidad

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

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

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

2.3.8.3 Otros materiales reciclados

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

2.4 Material granular para apoyo y recubrimiento de tuberías enterradas

2.4.1 Definición

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

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

2.4.2 Características

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

CLASIFICACION

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

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

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

2.4.3 Control de calidad

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

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



2.5 Materiales para sistemas de sostenimiento

2.5.1 Definición

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

2.5.2 Entibaciones

2.5.2.1 Definición y características

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

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

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

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

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

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

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

- Deberá soportar las acciones previstas en el Proyecto o las que fije el Director de Obra y permitir su puesta en obra de forma que el personal no tenga necesidad de entrar en la zanja o pozo hasta que las paredes de los mismos estén adecuadamente soportadas.
- Deberá eliminar el riesgo de asientos inadmisibles en los edificios e instalaciones próximos.
- Eliminará el riesgo de rotura del terreno por sifonamiento.



- Se dejarán perdidos los apuntalamientos si no se pueden recuperar antes de proceder al relleno o si su retirada puede causar un colapso de la zanja antes de ejecutar el relleno.
- La entibación deberá retirarse a medida que se compacte la zanja de forma que se garantice que la retirada de la entibación no ha disminuido el grado de compactación del terreno adyacente.
- La entibación de las zanjas y de los elementos estructurales tales como arquetas especiales, pozos de hinca, etc., deberá tener unas guías que permitan el cierre transversal y el sistema de codales deberá ser tal que permita el deslizamiento de los propios codales a lo largo de las guías para poder cambiar la posición de los codales según se avance con el hormigonado de la estructura.

2.5.2.2 Control de Calidad

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

2.6 Hormigones y sus componentes

2.6.1 Definición

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

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

2.6.2 Áridos para hormigones

2.6.2.1 Generalidades

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

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

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



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

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

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

Designación y tamaños de los áridos

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

$$d/D - IL$$

Dónde:

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

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

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

$$d/D - IL - N$$

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

- Arena o árido fino: Árido o fracción del mismo que pasa por un tamiz de 4 mm de luz de malla (tamiz 4 UNE EN 933-2).
- Árido grueso o grava: Árido o fracción del mismo que resulta retenido por el tamiz 4 (UNE EN 933-2) y cuyo tamaño máximo sea menor que las dimensiones siguientes:
 - 0,8 de la distancia horizontal libre entre vainas o armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo mayor que 45º con la dirección de hormigonado.
 - 1,25 de la distancia entre un borde de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo no mayor que 45º con la dirección de hormigonado.
 - 0,25 de la dimensión mínima de la pieza, excepto en los casos siguientes:
 - ~ Losa superior de los forjados, donde el tamaño máximo del árido será menor que 0,4 veces el espesor mínimo.

- ~ Piezas de ejecución muy cuidada (caso de prefabricación en taller) y aquellos elementos en los que el efecto pared del encofrado sea reducido (forjados que se encofran por una sola cara), en cuyo caso será menor que 0,33 veces el espesor mínimo.
- Árido total o árido: el que por sí solo o por mezcla posee las proporciones de arena y grava necesarias para la fabricación de un tipo de hormigón.

Requisitos generales de los tamaños máximo D y mínimo d

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

a) Como tamices $1,4D$ y $d/2$ se tomarán de la serie elegida o el siguiente tamaño del tamiz más próximo de la serie.

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

2.6.2.2 Suministro y almacenamiento de los áridos

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

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

Cada carga de árido irá acompañada de una hoja de suministro en la que figuren como mínimo el nombre del suministrador, el nº de serie de la hoja de suministro, el nombre de la cantera, la fecha de entrega, el nombre del peticionario, el tipo, cantidad y designación de árido, así como la identificación del lugar de suministro.

2.6.2.3 Control de Calidad

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

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

Los ensayos justificativos de todas las condiciones especificadas se realizarán:



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

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

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

2.6.3 Cementos

2.6.3.1 Definición

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



2.6.3.2 Condiciones Generales

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

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

Se exigirá la marca "AENOR" en los cementos.

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

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

- La temperatura del cemento a su llegada a la obra no será superior a sesenta grados centígrados (60º), ni a cincuenta grados centígrados (50º) en el momento de su empleo.

2.6.3.3 Clasificación y Características

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

Podrán utilizarse aquellos cementos que cumplan las siguientes condiciones:

- Ser conformes con la reglamentación específica vigente
- Cumplan las limitaciones de uso establecidas en la Tabla 26 de la EHE-08
- Pertenezcan a la clase resistente 32,5 o superior

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

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

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

Tabla 26
Tipos de cemento utilizables

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

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

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

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

TABLA A.4.3.3

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

TABLA A.4.5

Tipos de cementos en función de las clases de exposición

Clase de exposición	Tipo de proceso (agresividad debida a)	Cementos recomendados
I	Ninguno	Todos los recomendados según la aplicación prevista.
II	Corrosión de las armaduras de origen diferente de los cloruros	CEM I, cualquier CEM II (preferentemente CEM II/A), CEM III/A y CEM IV/A.
III (*)	Corrosión de las armaduras por cloruros de origen marino	Muy adecuados los cementos CEM II/S, CEM II/V (preferentemente los CEM II/B-V), CEM II/P (preferentemente los CEM II/B-P), CEM II/A-D, CEM III, CEM IV (preferentemente los CEM IV/A) y CEM V/A.
IV	Corrosión de las armaduras por cloruros de origen no marino	Preferentemente, los CEM I y CEM II/A y, además, los mismos que para la clase de exposición III.
Q (**)	Ataque al hormigón por sulfatos	Los mismos que para la clase de exposición III.
Q	Lixiviación del hormigón por aguas puras, ácidas, o con CO ₂ agresivo	Los cementos comunes de los tipos CEM II/P, CEM II/V, CEM II/A-D, CEM II/S, CEM III, CEM IV y CEM V.
Q	Reactividad álcali-árido	Cementos de bajo contenido en alcalinos (***) (óxidos de sodio y de potasio) en los que $(Na_2O)_{eq} = Na_2O (\%) + 0,658 K_2O (\%) < 0,60$.



- (*) En esta clase de exposición es necesario cumplir las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia al agua de mar (MR), tal y como establece la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.
- (**) En esta clase de exposición es necesario cumplir las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia a los sulfatos (SR), en el caso de la clase específica Qb o Qc, tal y como establece el articulado de esta Instrucción. En los casos en que el elemento esté en contacto con agua de mar será necesario cumplir las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia al agua de mar (MR).
- (***) También son recomendables los cementos citados en la tabla A.4.2 para hormigones con áridos potencialmente reactivos (que necesitarían cementos con bajo contenido en alcalinos).

2.6.3.4 Recepción y almacenamiento

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

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

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

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

2.6.3.5 Control de calidad

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

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

El número de muestras a tomar será:



- uno por cada cien (100) toneladas, si la partida resulta identificable.
- uno por cada veinticinco (25) toneladas o por cada embarque, en caso contrario. Sobre cada muestra se realizarán los siguientes ensayos:
- Químicos: Pérdida al fuego, residuo insoluble, óxido magnésico y trióxido de azufre.
- Físicos: Finura de molino, tiempos de fraguado, expansión y resistencia a flexotracción y compresión.

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

2.6.4 Agua

2.6.4.1 Definición

En general, podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Se prohíbe expresamente el empleo de agua de mar o salina análoga para el amasado o curado del hormigón armado o pretensado, salvo estudios especiales. Si podrán utilizarse para hormigones sin armaduras. En este caso deberán utilizarse cementos MR o SR.

Será prescriptivo el Artículo 27º de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.

2.6.4.2 Equipos

La maquinaria y los equipos empleados en el amasado de morteros u hormigones tendrán que conseguir una mezcla adecuada de todos los componentes con el agua.

2.6.4.3 Criterios de aceptación y rechazo

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas y salvo justificación especial de que no alteran perjudicialmente las propiedades de los hormigones, deberán cumplir las condiciones siguientes:

- Exponente de hidrogeno pH (UNE 7234) > 5
- Sustancias disueltas (UNE 7130) < 15 gramos por litro (15.000 p.p.m.)
- Sulfatos, expresado en SO₄ (UNE 7131) excepto para el cemento SR en que se eleva este limite a 5 gramos por litro (5.000 p.p.m.) ≤ 1 gramo por litro (1.000 p.p.m.)
- Ion cloruro Cl (UNE 7178) ≤ 1 gramo por litro (1.000 p.p.m.)
 - Para hormigón pretensado < 1 gramo por litro (1.000 p.p.m.)



- Para hormigón armado u hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración < 3 gramo por litro (3.000 p.p.m.)
- Hidratos de carbono (UNE 7132) = 0
- Sustancias orgánicas solubles en éter (UNE 7235) ≤ 15 gramo por litro (15.000 p.p.m.) Con respecto al contenido del ión cloruro, se tendrá en cuenta lo prescrito en la EHE.

2.6.4.4 Recepción

Cuando no se posean antecedentes de su utilización en obras de hormigón, o en caso de duda, el control de calidad de recepción del agua de amasado se efectuará realizando los ensayos especificados en el apartado anterior.

El incumplimiento de los valores admisibles considerará al agua como no apta para amasar mortero u hormigón, salvo justificación técnica documentada de que no perjudica apreciablemente las propiedades exigibles al mismo, ni a corto ni a largo plazo.

2.6.5 Aditivos para morteros y hormigones

2.6.5.1 Definición

Los aditivos son productos que, incorporados al hormigón o el mortero en una proporción igual o menor del cinco por ciento (5 por 100) del peso del cemento, antes del amasado, durante el mismo y/o posteriormente en el transcurso de un amasado suplementario, producen las modificaciones deseadas de sus propiedades habituales, de sus características, o de su comportamiento, en estado fresco y/o endurecido.

La designación de los aditivos se hará de acuerdo con lo indicado en la UNE EN 934-2:2010.

2.6.5.2 Aditivos

Se consideran fundamentalmente los cinco tipos de aditivos que se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 29.2
Tipos de aditivos

Tipo de aditivo	Función principal
Reductores de agua / Plastificantes	Disminuir el contenido de agua de un hormigón para una misma trabajabilidad o aumentar la trabajabilidad sin modificar el contenido de agua.
Reductores de agua de alta actividad / Superplastificantes	Disminuir significativamente el contenido de agua de un hormigón sin modificar la trabajabilidad o aumentar significativamente la trabajabilidad sin modificar el contenido de agua.
Modificadores de fraguado / Aceleradores, retardadores	Modificar el tiempo de fraguado de un hormigón.
Inclusores de aire	Producir en el hormigón un volumen controlado de finas burbujas de aire, uniformemente repartidas, para mejorar su comportamiento frente a las heladas.
Multifuncionales	Modificar más de una de las funciones principales definidas con anterioridad.

Los aditivos de cualquiera de los cinco tipos descritos anteriormente deberán cumplir la UNE-EN 934-2

En los documentos de origen, figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en la UNE-EN 934-2, así como el certificado del fabricante que garantice que el producto satisface los requisitos prescritos en la citada norma, el intervalo de eficacia (proporción a emplear) y su función principal de entre las indicadas en la tabla anterior.

Salvo indicación previa en contra de la Dirección Facultativa, el Suministrador podrá emplear cualquiera de los aditivos incluidos en la Tabla 29.2 de la EHE-08. La utilización de otros aditivos distintos a los contemplados en este artículo requiere la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

La utilización de aditivos en el hormigón, una vez en la obra y antes de su colocación en la misma, requiere de la autorización de la Dirección Facultativa y el conocimiento del Suministrador de Hormigón.

La utilización de cualquier otro aditivo no contemplado en esta tabla requerirá la aprobación previa de la Dirección Facultativa

2.6.5.3 Materiales

La Dirección Facultativa fijará los tipos, las características y dosificaciones de los aditivos que sean necesarios para modificar las propiedades del mortero u hormigón, en caso de ser requerido su empleo.

No se utilizará ningún tipo de aditivo modificador de las propiedades de morteros y hormigones sin la aprobación previa y expresa de la Dirección Facultativa.



2.6.5.4 Equipos

La maquinaria y equipos necesarios para la dosificación, mezcla y homogeneización de los aditivos en morteros y hormigones serán los adecuados para que dichas operaciones se lleven a cabo correctamente.

2.6.5.5 Ejecución

Será de aplicación todo lo prescrito en el apartado 281.4 del artículo 281 del PG-3.

En los hormigones armados o pretensados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro cálcico ni productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

En los elementos pretensados mediante armaduras ancladas exclusivamente por adherencia, no podrán utilizarse aditivos que tengan carácter de aireantes.

El aditivo tendrá una consistencia tal que su mezcla sea uniforme y homogénea en la masa del mortero y hormigón.

2.6.5.6 Condiciones de suministro

Si los aditivos poseen un distintivo reconocido o un CC-EHE, ambos en el sentido expuesto en la EHE, cada partida acreditará que está en posesión del mismo.

Si los aditivos no poseen un distintivo reconocido o un CC-EHE, cada partida irá acompañada de su correspondiente documentación, las instrucciones de uso y un certificado, realizado por un laboratorio acreditado, donde figurarán expresamente los datos especificados en el apartado 281.5.1 del artículo 281 del PG-3.

Además, en los documentos de origen, figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en la UNE EN 934-2:2002, así como el certificado de garantía del fabricante de que las características y especialmente el comportamiento del aditivo, agregado en las proporciones y condiciones previstas, son tales que produce la función principal deseada sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón, ni representar peligro para las armaduras.

2.6.5.6.1 Envasado y etiquetado

Los aditivos se transportarán y almacenarán de manera que se evite su contaminación y que sus propiedades no se vean afectadas por factores físicos o químicos. El fabricante suministrará el aditivo correctamente etiquetado según la UNE EN 934-6:2002.



2.6.5.6.2 Especificaciones de la unidad terminada

Se cumplirán los requisitos contenidos en la UNE EN 934-2:2002.

2.6.5.6.3 Recepción

La Dirección Facultativa exigirá la presentación del expediente donde figuren las características y valores obtenidos en los aditivos a utilizar, de acuerdo con lo especificado en el apartado 281.5 del PG-3, o bien, el documento acreditativo de su certificación.

El control de recepción de los aditivos se llevará a cabo según se especifica en el apartado 281.7 del artículo 281 del PG-3.

2.6.5.7 Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de los aditivos para morteros y hormigones para que sus características se ajusten a lo indicado en este Pliego, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en la Instrucción EHE.

Antes de comenzar la obra, se comprobará en todos los casos el efecto del aditivo sobre las características de calidad del hormigón. Tal comprobación se realizará mediante los ensayos previos del hormigón citados en el Apartado 2.7.7.14. del presente Pliego. Igualmente se comprobará mediante los oportunos ensayos de laboratorio la ausencia en la composición del aditivo de compuestos químicos que puedan favorecer la corrosión de las armaduras.

Durante la ejecución se vigilará que el tipo y la marca del aditivo utilizado sean los aceptados por la Dirección de la Obra. El Contratista tendrá en su poder el Certificado del Fabricante de cada partida que certifique el cumplimiento de los requisitos indicados en los documentos señalados en el primer párrafo del presente apartado.

2.6.6 Adiciones a emplear en hormigones

2.6.6.1 Definición

Adiciones son aquellos materiales inorgánicos, puzolánicos o con hidraulicidad latente que, finamente divididos, pueden ser añadidos al hormigón con el fin de mejorar alguna de sus propiedades o conferirle características especiales.

En hormigón pretensado podrá emplearse adición de cenizas volantes cuya cantidad no podrá exceder del 20% del peso de cemento, o humo de sílice cuyo porcentaje no podrá exceder del 10% del peso del cemento.



2.6.6.2 Materiales

El humo de sílice es un subproducto que se origina en la reducción de cuarzo de elevada pureza con carbón en hornos eléctricos de arco para la producción de silicio y ferrosilicio.

Las cenizas volantes son los residuos sólidos que se recogen por precipitación electrostática o por captación mecánica de los polvos que acompañan a los gases de combustión de los quemadores de centrales termoeléctricas alimentadas por carbones pulverizados.

2.6.6.3 Condiciones del suministro

El suministrador de la adición la identificará y garantizará documentalmente el cumplimiento de las características especificadas a continuación, según que la adición empleada sea ceniza volante o humo de sílice.

Para las cenizas volantes o el humo de sílice suministrados a granel se emplearán equipos similares a los utilizados para el cemento.

2.6.6.3.1 Prescripciones y ensayos de las cenizas volantes

Las cenizas volantes no podrán contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras. Además, deberán cumplir las siguientes especificaciones de acuerdo con la UNE EN-1-2:2006:

- Anhídrido sulfúrico (SO), según la UNE EN 196-2:2006 $\leq 3,0\%$
- Cloruros (Cl-), según la UNE EN 196-2:2006 $\leq 0,10\%$
- Óxido de calcio libre, según la UNE EN 451-1:2006 $\leq 1\%$
- Pérdida al fuego, según la UNE EN 196-2:2006 $\leq 5,0\%$
- Finura, según la UNE EN 451-2:95
- Cantidad retenida por el tamiz 45 μm $\leq 40\%$
- Índice de actividad, según la UNE EN 196-1:2005
- A los 28 días $> 75\%$
- A los 90 días $> 85\%$
- Expansión por método de las agujas, UNE EN 196-3:2005 $< 10\text{ mm}$
- La especificación relativa a la expansión sólo debe tenerse en cuenta si el contenido en óxido de calcio libre supera el 1% sin sobrepasar el 2,5%.

Los resultados de los análisis y de los ensayos previos estarán a disposición de la Dirección Facultativa.



2.6.6.3.2 Prescripciones y ensayos del humo de sílice

El humo de sílice no podrá contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras. Además, deberá cumplir las siguientes especificaciones:

- Óxido de silicio (SiO), según la UNE EN 196-2:2006 $\geq 85\%$
- Cloruros (CL) según la UNE 80217 $< 0,10\%$
- Pérdida al fuego, según la UNE EN 196-2:2006 $< 5\%$
- Índice de actividad, según la UNE EN 13263-1 $> 100\%$

Los resultados de los análisis y de los ensayos previos estarán a disposición de la Dirección Facultativa.

2.6.6.3.3 Almacenamiento

Las adiciones se almacenarán en recipientes y silos impermeables que los protejan de la humedad y de la contaminación, los cuales estarán perfectamente identificados para evitar posibles errores de dosificación.

2.6.6.3.4 Condiciones de utilización

Se podrán utilizar cenizas volantes o humo de sílice como adición en el momento de la fabricación del hormigón, únicamente cuando se utilice cemento tipo CEM I.

En estructuras de edificación, en elementos no pretensados, la cantidad máxima de cenizas volantes adicionadas no excederá del 35% del peso de cemento, mientras que la cantidad máxima de humo de sílice adicionado no excederá del 10% del peso de cemento.

No se utilizará ningún tipo de adición sin la aprobación previa y expresa de la Dirección Facultativa, quien exigirá la presentación de ensayos previos favorables.

Para la utilización de las cenizas volantes y el humo de sílice además se seguirán las indicaciones de la UNE 83414:1990 EX y UNE 83460-2:2005.

Las adiciones se dosificarán en peso, empleando básculas y escalas distintas de las utilizadas en los áridos. La tolerancia en peso de adiciones será del ± 3 por 100.



2.6.6.3.5 Recepción

La central de hormigonado llevará a cabo el control de recepción de los diferentes suministros para comprobar que las posibles variaciones de su composición no afectan al hormigón fabricado con las mismas.

No se utilizarán suministros de adiciones que no lleguen acompañados de un certificado firmado de garantía del suministrador.

Antes de comenzar la obra se realizarán en un laboratorio oficial u oficialmente acreditado los ensayos especificados en los apartados anteriores. La determinación del índice de actividad resistente se realizará con cemento de la misma procedencia que el previsto para la ejecución de la obra.

Al menos cada tres meses de obra se realizarán las siguientes comprobaciones sobre las adiciones: trióxido de azufre, pérdida por calcinación y finura para las cenizas volantes y pérdida por calcinación y contenido de cloruros para el humo de sílice, con el fin de comprobar la homogeneidad del suministro.

2.6.7 Hormigones

2.6.7.1 Definición y generalidades

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

Los hormigones cumplirán las condiciones exigidas en la "Instrucción de Hormigón Estructural EHE" y en el artículo 610 del PG-3.

2.6.7.2 Composición y tipología de hormigones

El cemento a emplear en la fabricación de hormigones cumplirá las especificaciones del artículo 2.7.3. del presente Pliego.

El agua para amasado y curado del hormigón cumplirá lo especificado en el artículo 2.7.4. Los áridos a emplear cumplirán lo prescrito en el artículo 2.7.2.

Los aditivos y adiciones cumplirán las condiciones establecidas en los artículos 2.7.5 y 2.7.6. del presente Pliego.

Los hormigones se tipificarán de acuerdo con el siguiente formato (lo que deberá reflejarse en los planos de proyecto y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto):

T - R / C / TM / A



Donde:

- T Indicativo que será HM en el caso de hormigón en masa, HA en el caso de hormigón armado y HP en el de pretensado.
- R Resistencia característica especificada, en N/mm².
- C Letra inicial del tipo de consistencia, tal y como se define en 31.5 de la EHE-08.
- TMTamaño máximo del árido en milímetros, definido en 28.3 de la EHE-08.
- A Designación del ambiente, de acuerdo con 8.2.1 de la EHE-08.

En cuanto a la resistencia característica especificada, se recomienda utilizar la siguiente serie: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100

En la cual las cifras indican la resistencia característica especificada del hormigón a compresión a 28 días, expresada en N/mm².

La resistencia de 20 N/mm² se limita en su utilización a hormigones en masa.

El hormigón que se prescriba deberá ser tal que, además de la resistencia mecánica, asegure el cumplimiento de los requisitos de durabilidad (contenido mínimo de cemento y relación agua/cemento máxima) correspondientes al ambiente del elemento estructural, reseñados en la EHE.

2.6.7.3 Hormigones reciclados

Hormigón reciclado (HR) es el hormigón fabricado con árido grueso reciclado procedente del machaqueo de residuos de hormigón.

Para su aplicación en hormigón estructural, se recomienda limitar el contenido árido grueso reciclado al 20% en peso sobre el contenido total del árido grueso. Con esta limitación, las propiedades finales del hormigón reciclado apenas se ven afectadas en relación a las que presenta un hormigón convencional, siendo necesaria, para porcentajes superiores, la realización de estudios específicos y experimentación complementaria en cada aplicación.

El árido reciclado puede emplearse tanto para hormigón en masa como hormigón armado de resistencia característica no superior a 40 N/mm², quedando excluido su empleo en hormigón pretensado.

En el caso de hormigones reciclados con un porcentaje de árido reciclado menor o igual al 20%, los valores característicos del peso propio se obtienen a partir de los mismos valores de densidades que establece la instrucción:

- Hormigón en masa 2.300 Kg/ m²
- Hormigón armado 2.500 Kg/ m²

Para porcentajes de árido grueso reciclado superiores al 20%, la densidad resultante del hormigón reciclado es inferior a la de un hormigón convencional por la menor densidad que presenta el árido reciclado, a causa del mortero que permanece adherido al árido natural. Cuanto mayor es el porcentaje



de árido reciclado utilizado menor será la densidad del hormigón. Así, para sustituciones totales del árido grueso, los descensos se sitúan entre el 5-15% de la densidad de hormigón convencional.

Los tipos de cementos utilizados en la fabricación de hormigones con áridos reciclados serán los mismos que se emplean en un hormigón convencional para las mismas aplicaciones.

La combinación de árido grueso natural y reciclado ha de satisfacer las especificaciones recogidas en la Instrucción.

En general se emplearán para los áridos reciclados los métodos de ensayo incluidos en la Instrucción.

Se considera que los áridos reciclados obtenidos a partir de hormigones estructurales sanos, o bien de hormigones de resistencia elevada, son adecuados para la fabricación del hormigón reciclado estructural, aunque deberá comprobarse que cumplen las especificaciones exigidas en los siguientes apartados.

Las partidas de árido reciclado deben disponer de un documento de identificación de los escombros a origen que incluya los siguientes aspectos:

- Naturaleza del material (hormigón en masa, armado, mezcla de hormigón, etc.),
- Planta productora del árido y empresa transportista del escombros,
- Presencia de impurezas (cerámico, madera, asfalto),
- Detalles sobre su procedencia (origen o el tipo de estructura de la que procede),
- Cualquier otra información que resulte de interés (causa de la demolición, contaminación de cloruros, hormigón afectado por reacciones álcali-árido, etc.)

Los áridos reciclados se designarán con el formato que se recoge en la Instrucción EHE. El tamaño mínimo permitido de árido reciclado es de 4 mm.

Será de aplicación todo lo recogido en la vigente EHE en el anejo de Recomendaciones para el uso de hormigones reciclados.

2.6.7.4 Hormigón ligero

Se define como hormigón ligero estructural (HLE) aquel hormigón de estructura cerrada, cuya densidad aparente, medida en condición de seco hasta peso constante, es inferior a 2.000 kg/m³ y que contiene una cierta proporción de árido ligero, tanto natural como artificial. Se excluye a los hormigones celulares, tanto de curado estándar como curados en autoclave.

Es importante resaltar que la densidad aparente (o peso unitario) en el estado fresco es superior al del hormigón de árido normal y depende del grado de saturación del árido ligero y del contenido de agua de amasado.

Para el caso de hormigones ligeros estructurales, la resistencia mínima se establece en 15 o 20 N/mm² en tanto que la resistencia máxima depende del tipo de árido ligero que se trate y del diseño particular

de la mezcla. Si bien existen aplicaciones de hormigones ligeros de alta resistencia, la resistencia máxima del hormigón ligero estructural considerado en este Anejo se limita a 50 N/mm².

Las características mecánicas del hormigón con árido ligero (deformación última, módulo de deformación longitudinal, resistencia a tracción), para una misma resistencia a compresión dependen en gran medida de la densidad de éste, siendo mayores conforme aumenta la densidad en seco del hormigón ligero.

En cuando a la resistencia característica indicada se empleará la misma serie que para hormigón convencional con la resistencia especificada en N/mm²:

HLE – 25, HLE – 30, HLE – 35, HLE – 40, HLE – 45 y HLE – 50

Este tipo de hormigones deben cumplir todo lo recogido en la vigente EHE.

2.6.7.5 Características

Las características mecánicas de los hormigones empleados en estructuras cumplirán las condiciones impuestas en el artículo 39 de la Instrucción EHE.

Cada tipo de hormigón empleado deberá cumplir con la resistencia a compresión a los 28 días de edad especificada en proyecto, excepto en aquellas obras en las que el hormigón no vaya a ser sometido a sollicitación los tres primeros meses desde su puesta en obra, en cuyo caso podrá referirse la resistencia a compresión a los 90 días de edad.

2.6.7.6 Dosificación del hormigón

La dosificación se llevará a cabo respetando las limitaciones siguientes:

- La cantidad mínima de cemento por metro cúbico de hormigón y la máxima relación agua/cemento serán las siguientes:

Tabla 37.3.2.a
Máxima relación agua/cemento y mínimo contenido de cemento

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición												
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E
Máxima relación a/c	Masa	0,65	—	—	—	—	—	—	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,50
	Armado	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,50
	Pretensado	0,60	0,60	0,55	0,45	0,45	0,45	0,45	0,50	0,45	0,45	0,55	0,50	0,50
Mínimo contenido de cemento (kg/m ³)	Masa	200	—	—	—	—	—	—	275	300	325	275	300	275
	Armado	250	275	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300
	Pretensado	275	300	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300

- La cantidad máxima de cemento por metro cúbico de hormigón será de 400 kg. Sólo bajo la autorización expresa del Ingeniero Director podrá superarse dicho límite.

El Contratista realizará ensayos previos en laboratorio para establecer la dosificación, con objeto de conseguir que el hormigón resultante cumpla con las condiciones que se le exigen en la Instrucción EHE,



a menos que pueda acreditar documentalmente que los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos pueda conseguir un hormigón que posea las condiciones exigidas.

2.6.7.7 Resistencia del hormigón frente al ataque por sulfatos

En el caso de existencia de sulfatos, el cemento poseerá la característica adicional de resistencia a los sulfatos, según la vigente instrucción para la recepción de cementos, siempre que su contenido sea igual o mayor que 600 mg/l en el caso de aguas, o igual o mayor que 3000 mg/kg en el caso de suelos.

En el caso de que un elemento estructural armado esté sometido a un ambiente que incluya una clase general del tipo IIIb o IIIc, o bien que un elemento de hormigón en masa se encuentre sumergido o en zona de carrera de mareas, el cemento a emplear deberá tener la característica adicional de resistencia al agua de mar, según - la vigente instrucción para la recepción de cementos

2.6.7.8 Fabricación y transporte a obra del hormigón.

2.6.7.8.1 Fabricación

En la ejecución de hormigones se atenderá el Contratista a todo lo dispuesto en la vigente Instrucción EHE y a las órdenes concretas que, para la debida aplicación de la misma dicte en cada caso el Ingeniero Director.

El hormigón se hará forzosamente con máquina. Si el hormigón ha de ser amasado a pie de obra, el Contratista instalará en el lugar de trabajo una hormigonera del tipo aprobado, equipada con dispositivo para la regularización y medición del agua, capaz de producir una mezcla de hormigón homogéneo de color uniforme. El volumen de material mezclado por amasado no ha de exceder los tres cuartos (3/4) de la capacidad nominal de la hormigonera.

El tiempo de amasado no será inferior a un minuto en hormigonera de setecientos cincuenta (750) litros o inferior.

2.6.7.8.2 Transporte

El hormigón se transportará desde la hormigonera al lugar del vertido, tan rápidamente como sea posible según métodos aprobados por el Ingeniero Director y que no acusen segregación o pérdida de ingredientes. Se depositará tan cerca como sea posible de su colocación final, para evitar manipulaciones ulteriores.

Si la fabricación de la mezcla se efectúa en una instalación central que abastezca obras próximas, el transporte del hormigón podrá efectuarse por medio de camiones, cuya capacidad no podrá ser



aprovechada en más del 80% de la cifra que suministre el fabricante del equipo. El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media, salvo que se utilicen aditivos retardadores de fraguado. Dicho tiempo límite podrá disminuirse, en su caso, cuando el fabricante del hormigón considere necesario establecer en su hoja de suministro un plazo inferior para su puesta en obra. Durante todo el período de permanencia de la mezcla en el camión, debe funcionar constantemente el sistema de agitación.

El transporte del hormigón por tubería con el uso de bomba de hormigón está autorizado siempre y cuando no se produzcan segregaciones, a juicio del Ingeniero Director.

2.6.7.9 Puesta en obra del hormigón

2.6.7.9.1 Colocación

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen un principio de fraguado.

No se colocarán en obra capas o tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

No se efectuará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad de la Dirección de Obra, una vez que se hayan revisado las armaduras ya colocadas en su posición definitiva.

El hormigonado de cada elemento se realizará de acuerdo con un plan previamente establecido en el que deberán tenerse en cuenta las deformaciones previsibles de encofrados y cimbras.

Se tendrá especial cuidado en evitar el desplazamiento de armaduras, conductos de pretensado, anclajes y encofrados, así como el producir daños en la superficie de estos últimos, especialmente cuando se permita la caída libre del hormigón.

2.6.7.9.2 Compactación

La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante procedimientos adecuados a la consistencia de las mezclas y de manera tal que se eliminen los huecos y se obtenga un perfecto cerrado de la masa, sin que llegue a producirse segregación. El proceso de compactación deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie y deje de salir aire.

Cuando se utilicen vibradores de superficie el espesor de la capa después de compactada no será mayor de 20 centímetros.

La utilización de vibradores de molde o encofrado deberá ser objeto de estudio, de forma que la vibración que se transmita a través del encofrado sea la adecuada para producir una correcta compactación, evitando la formación de huecos y capas de menor resistencia.



El revibrado del hormigón deberá ser objeto de aprobación por parte de la Dirección de Obra.

La utilización en obra de hormigones autocompactantes solo se podrá ejecutar tras la expresa autorización de la Dirección Facultativa.

2.6.7.10 Juntas de hormigonado

Las juntas de hormigonado se situarán en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión, y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas, con dicho fin, de las zonas en las que la armadura esté sometida a fuertes tracciones. Se les dará la forma apropiada que asegure una unión lo más íntima posible entre el antiguo y el nuevo hormigón.

Cuando haya necesidad de disponer juntas de hormigonado no previstas en el proyecto se dispondrán en los lugares que apruebe la Dirección de Obra, y preferentemente sobre los puntales de la cimbra. No se reanudará el hormigonado de las mismas sin que hayan sido previamente examinadas y aprobadas, si procede, por la Dirección de Obra.

Si el plano de una junta resulta mal orientado, se demolerá la parte de hormigón necesaria para proporcionar a la superficie la dirección apropiada.

Antes de reanudar el hormigonado, se retirará la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto y se limpiará la junta con toda suciedad o árido que haya quedado suelto. En cualquier caso, el procedimiento de limpieza utilizado no deberá producir alteraciones apreciables en la adherencia entre la pasta y el árido grueso.

Expresamente se prohíbe el empleo de productos erosivos en la limpieza de juntas.

Se prohíbe hormigonar directamente sobre o contra superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas. En este caso deberán eliminarse previamente las partes dañadas por el hielo.

2.6.7.11 Hormigonado en condiciones especiales

2.6.7.11.1 Hormigonado en tiempo frío

La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5°C.

Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados.

En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados.



En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento de hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material. En el caso de que se produzca algún tipo de daño, deberán realizarse los ensayos de información necesarios para estimar la resistencia realmente alcanzada, adoptándose, en su caso, las medidas oportunas.

El empleo de aditivos aceleradores de fraguado o aceleradores de endurecimiento o, en general, de cualquier producto anticongelante específico para el hormigón requerirá una autorización expresa, en cada caso, de la Dirección de Obra. Nunca podrán utilizarse productos susceptibles de atacar a las armaduras, en especial los que contienen ión cloro.

2.6.7.11.2 Hormigonado en tiempo caluroso

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón y para reducir la temperatura de la masa. Estas medidas deberán acentuarse para hormigones de resistencias altas.

Para ello los materiales constituyentes del hormigón y los encofrados o moldes destinados a recibirlo deberán estar protegidos del solemiento.

Una vez efectuada la colocación del hormigón se protegerá éste del sol y especialmente del viento, para evitar que se deseeque.

Si la temperatura ambiente es superior a 40°C o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten medidas especiales.

2.6.7.12 Curado del hormigón

Durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado. Este se prolongará durante el plazo necesario en función del tipo y clase del cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente.

El curado podrá realizarse manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón, mediante riego directo que no produzca deslavado.

El curado del hormigón se realizará con aportación de agua y, sólo en casos excepcionales y previa aprobación por escrito de la D.O., se podrá utilizar productos filmógenos.

2.6.7.13 Acabado de superficies

Las superficies vistas de las piezas o estructuras, una vez desencofradas o desmoldeadas, no presentarán coqueras o irregularidades que perjudiquen al comportamiento de la obra o a su aspecto exterior.

Cuando se requiera un particular grado o tipo de acabado por razones prácticas o estéticas, se especificarán los requisitos directamente o bien mediante patrones de superficie.

En general, para el recubrimiento o relleno de las cabezas de anclaje, orificios, entalladuras, cajetines, etc., que deba efectuarse una vez terminadas las piezas, se utilizarán morteros fabricados con masas análogas a las empleadas en el hormigonado de dichas piezas, pero retirando de ellas los áridos de tamaño superior a 4 mm. Todas las superficies de mortero se acabarán de forma adecuada.

2.6.7.14 Control de calidad

El control de materiales y el control de la ejecución se realizarán según lo dispuesto en los capítulos XVI y XVII de la Instrucción EHE, respectivamente.

Para los lotes correspondientes a elementos de hormigón pretensado, el control se realizará determinando la resistencia de al menos seis (6) amasadas por lote. De cada una de estas amasadas se extraerán al menos nueve (9) probetas y se comprobará la resistencia a cuarenta y ocho (48) horas (dos (2) probetas), siete (7) días (dos (2) probetas) y veintiocho (28) días (tres (3) probetas), guardándose dos (2) probetas para estudiar la evolución de la resistencia del hormigón a mayor plazo si fuese necesario.

Se realizará la rotura de probetas necesarias de forma a asegurar una resistencia del hormigón de al menos veintiocho (28) MPa para poder realizar el tesado completo.

En los lotes correspondientes a elementos de hormigón armado, el control se realizará determinando la resistencia de al menos cuatro (4) amasadas por lote. De cada amasada se extraerá al menos siete (7) probetas y se comprobará su resistencia a siete (7) días (dos (2) probetas), veintiocho (28) días (tres (3) probetas) quedando dos (2) probetas para estudiar la evolución de la resistencia del hormigón a mayor plazo si fuese necesario.



2.7 Morteros y lechadas

2.7.1 Definición

2.7.1.1 Mortero

Se puede definir como el material de construcción constituido por la mezcla de un ligante y cargas mineral inertes, naturales o artificiales.

2.7.1.2 Mortero hidráulico

Se puede definir como el material de construcción constituido por la mezcla de un conglomerante hidráulico, agua y arenas naturales o artificiales (cargas minerales inertes).

Los conglomerantes hidráulicos más utilizados son los cementos en general, aunque también se confeccionan morteros de cal y de cal+cemento, estos últimos denominados «bastardos».

2.7.1.3 Lechada de cemento

Se define la lechada de cemento, como la pasta muy fluida de cemento y agua, y eventualmente adiciones, utilizada principalmente para inyecciones de terrenos, cimientos, túneles, etc.

2.7.2 Componentes del mortero

2.7.2.1 Cementos

Los cementos que se utilicen para la fabricación de morteros deberán cumplir las prescripciones impuestas por la vigente INSTRUCCION PARA LA RECEPCION DE CEMENTOS (RC-16). La elección del tipo de cemento y su dosificación estarán determinados por las características del trabajo a realizar.

2.7.2.2 Cales

Las cales podrán ser aéreas o hidráulicas. Existe la Norma UNE-ENV 459-1:2011.



2.7.2.3 Arenas

Se entiende por arena o «árido fino», el árido o fracción que pasa por un tamiz de 5 mm de luz de malla (tamiz 5 UNE 7050). Son materiales inertes, naturales o artificiales, que no participan en el fraguado y endurecimiento, pero sí en las propiedades físicas y químicas del mortero endurecido.

Como arenas se pueden utilizar las naturales, rocas trituradas, escorias siderúrgicas adecuadas, así como cualquier material que se adapte a lo dispuesto en la vigente INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (EHE).

2.7.2.4 Aguas

En general podrá utilizarse cualquier tipo de agua, tanto para el amasado del mortero como para su curado, siempre que cumpla con lo prescrito en la vigente EHE, en base a la Norma UNE-EN 480-1:1998.

2.7.3 Otros componentes del mortero

La vigente EHE también considera como componentes del hormigón los aditivos y adiciones, siempre que su presencia esté justificada mediante ensayos. Por analogía se puede hacer extensiva esta consideración a los morteros.

2.7.3.1 Aditivos

Son sustancias o productos, en estado sólido o líquido, que incorporadas al mortero antes de, o durante el amasado (o durante un amasado adicional), en una proporción inferior al 5% del peso del cemento, producen la modificación deseada, en estado fresco y/o endurecido, de alguna de sus características, propiedades habituales o comportamiento.

2.7.3.2 Adiciones

Los aditivos son productos que, incorporados al hormigón o el mortero en una proporción igual o menor del cinco por ciento (5 por 100) del peso del cemento, antes del amasado, durante el mismo y/o posteriormente en el transcurso de un amasado suplementario, producen las modificaciones deseadas de sus propiedades habituales, de sus características, o de su comportamiento, en estado fresco y/o endurecido.



2.7.3.3 Clasificación y definiciones

Los diferentes tipos de aditivos y sus aplicaciones serán los contemplados en las Normas UNE-EN 197-1:2011, UNE-EN 450, UNE-EN 934-2.

2.7.4 Propiedades de los morteros

2.7.4.1 Mortero fresco

- Docilidad: Facultad de ser manejado, transportado y colocado fácilmente sin que pierda homogeneidad.
- Consistencia: Facilidad para deformarse, plasticidad.
- Retención de agua: Es la capacidad de retención de agua suficiente para su curado.
- Cohesión: Es la oposición a la segregación o separación de los componentes por gravedad.
- Densidad: La densidad expresada en kg/m³ es el cociente de la masa (m) en kg y el volumen (v) en m³ que ocupa el mortero fresco cuando se introduce y compacta en un recipiente de una capacidad dada.
- Contenido de aire: Es la cantidad de aire contenida en un volumen determinado, expresada en %.

2.7.4.2 Mortero endurecido

- Durabilidad: Es el tiempo durante el cual el mortero cumple con la función para que fuera previsto, en definitiva es su «vida útil». En cualquier caso, la «durabilidad» está íntimamente relacionada con la impermeabilidad.
- Resistencias a flexión y compresión: Por lo general elevadas resistencias mecánicas indican una buena calidad.
- Adherencia: La adherencia dependerá en gran medida del tipo y características del soporte.
- Resistencia a la abrasión: Indica la dureza superficial y por tanto la resistencia al desgaste.

2.7.5 Clases de morteros

La Norma UNE-EN 998-2:2018 establece la siguiente clasificación en función de las resistencias a compresión:

CLASE	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN N/MM ²
M1	1
M 2,5	2,5
M 5	5
M 7,5	7.5



M 10	10
M 12,5	12.5
M 15	15
M 20	20
M 30	30

En función del uso se prescriben las siguientes clases resistentes:

UNIDAD DE OBRA	TIPO	PIEZAS	MORTERO
FÁBRICAS	Tabiquería, Particiones	LHS LHD	M-5
	Fábrica no resistente revestida. Cerramientos	Bloque cerámico Bloque cerámico de arcilla aligerada Ladrillo perforado o macizo Bloque de hormigón Piedra	M-5 M-7,5
	Fábrica vista. Cerramientos	Ladrillos cara vista Bloques cara vista Piedra	M-5 M-7,5 absorción (2) $c \leq 0,4$ para Juntas tipo J1(3) $c \leq 0,2$ para Juntas tipo J2(3)
	Fábrica resistente no armada	Bloque cerámico Bloque cerámico de arcilla aligerada Ladrillo perforado o macizo Bloque de hormigón Piedra	M-7,5
	Fábrica armada	Bloque cerámico Bloque cerámico de arcilla aligerada Ladrillo perforado o macizo Bloque de hormigón	M-7,5 iones cloruro $< 0,1 \%$



UNIDAD DE OBRA	TIPO	PIEZAS	MORTERO
	Fábrica de alta resistencia	Bloque de hormigón Bloque cerámico Ladrillo perforado o macizo	M-10 o superior
SOLADOS (4) (5)	Pieza a pieza	Piezas de terrazo Baldosas de cemento	M-7,5 M-10
	Extensión simple	Solados de baja intensidad de tráfico con: Piezas de terrazo Baldosas de cemento Materiales pétreos absorbentes	M-2,5
	Extensión simple (6)	Solados de media y alta intensidad de tráfico con: Piezas de terrazo Baldosas de cemento Materiales pétreos absorbentes	M-5
	Extensión con adhesivos cementosos	Piezas Cerámicas Materiales pétreos poco absorbentes	M-7,5
	Extensión con adhesivos no cementosos	Parquet pegado Linóleo PVC Moquetas Goma	M-7,5 M-10

- (1) Para evitar roturas frágiles de los muros, la resistencia a compresión del mortero no debe ser superior al 0,75 de la resistencia normalizada de las piezas.
(2) Coeficiente de absorción de agua por capilaridad según Norma UNE-EN 998-1: c (Kg./m² · min^{0,5}).
(3) Designación de Juntas según CTE DB HS-1 Fachadas.
(4) Las baldosas cerámicas se recibirán conforme a los materiales indicados en la Norma UNE-EN 12004:2001.
(5) En el caso de morteros retardados el tiempo máximo de retraso será de 8 h.
(6) La adherencia se confía a una interfase producida por la aplicación sobre el mortero fresco de un espolvoreado de cemento en polvo o lechada de cemento.

2.7.6 Ensayos sobre mortero

La dirección de Obra podrá solicitar al Contratista la ejecución de los siguientes ensayos:

2.7.6.1 Determinación de la consistencia

La consistencia del mortero se determinará por medio de la mesa de sacudidas, según la Norma UNE 83258:2005.



2.7.6.2 Determinación de la densidad aparente

La densidad del mortero fresco se determinará conforme a lo especificado en la Norma UNE-EN 1015-6:1999.

2.7.6.3 Determinación del contenido de aire

El contenido de aire se determinará según el método de ensayo indicado en la Norma UNE-EN 1015-7:1999.

2.7.6.4 Determinación del tiempo de fraguado

El tiempo de fraguado se determinará de acuerdo con la Norma UNE-EN 480-2:2007.

2.7.6.5 Determinación de las resistencias a flexión y compresión

Las resistencias a flexión y compresión del mortero endurecido se determinarán de acuerdo con el método de ensayo especificado en la Norma UNE-EN 1015-11:2000.

2.7.6.6 Determinación de la adherencia

La adherencia de un mortero endurecido, a un determinado soporte, se determinará conforme a la Norma UNE-EN 1015-12:2000.

2.7.6.7 Determinación del coeficiente de agua por absorción capilar Se realizará según la Norma experimental UNE 83-825.

2.7.6.8 Resistencia a la abrasión

La resistencia a la abrasión del mortero endurecido se determinará mediante el abrasímetro TABER y el método de ensayo correspondiente.

2.7.7 Fabricación de los morteros

Los morteros serán suficientemente plásticos para rellenar los espacios en que hayan de usarse, y no se retraerán de forma tal que pierdan contacto con la superficie de apoyo.



La mezcla será tal que, al apretarla, conserve su forma una vez que se le suelta, sin pegarse ni humedecer las manos.

La proporción, en peso en las lechadas, del cemento y el agua podrá variar desde el uno por ocho (1/8) al uno por uno (1/1), de acuerdo con las características de la inyección y la presión de aplicación. En todo caso, la composición de la mezcla deberá ser aprobada por el Director de Obra para cada uso.

Los aditivos y adiciones en estado sólido (polvo) se añadirán a la mezcla seca y los líquidos se incorporarán conjuntamente con el agua de amasado.

El amasado se realizará preferiblemente con amasadora o mezcladora de mortero o de hormigón hasta conseguir un producto uniforme. El tiempo de mezclado será 1 minuto como mínimo por cada m³ de mortero. Cuando el amasado sea a mano se hará sobre una plataforma impermeable y limpia, realizándose como mínimo tres batidos. El conglomerante se mezcla en seco con la arena añadiéndose después el agua.

2.7.8 Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de los morteros a emplear en las obras para que sus características se ajusten a lo señalado en el presente Pliego y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

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

Al menos semanalmente se efectuarán los siguientes ensayos:

- Un ensayo de determinación de resistencia a compresión según el apartado 2.8.6.5 de este Pliego.
- Un ensayo de determinación de consistencia según el apartado 2.8.6.1. de este Pliego. Al menos trimestralmente se efectuará el siguiente ensayo:
- Una (1) determinación de variación volumétrica según ASTM C-827.

2.8 **Madera**

2.8.1 Condiciones generales

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

- Proceder de troncos sanos apeados en sazón.
- Haber sido desecada, por medios naturales o artificiales durante el tiempo necesario hasta alcanzar el grado de humedad preciso para las condiciones de uso que se destine.
- No presentar signo alguno de putrefacción, atronaduras, carcomas o ataque de hongos.
- Estar exenta de grietas, lupias y verrugas, manchas o cualquier otro defecto que perjudique su solidez y resistencia. En particular, contendrá el menor número posible de nudos, los cuales, en todo caso, tendrán un espesor inferior a la séptima parte (1/7) de la menor dimensión de la pieza.
- Tener sus fibras rectas y no reviradas o entrelazadas y paralelas a la mayor dimensión de la pieza.



- Presentar anillos anulares de aproximada regularidad, sin excentricidad de corazón ni entrecorteza.
- Dar sonido claro por percusión.

No se permitirá en ningún caso el empleo de madera sin descortezar ni siquiera en las entibaciones y apeos.

Las dimensiones y forma de la madera serán, en cada caso, las adecuadas para garantizar la resistencia de los elementos de la construcción en madera; cuando se trate de construcciones de carácter definitivo se ajustarán a las definidas en los Planos o a las aprobadas por el Director.

La madera de construcción escuadrada será al hilo, cortada a sierra y de aristas vivas y llenas.

2.8.2 Madera para entibaciones y medios auxiliares

2.8.2.1 **Ámbito de aplicación**

La madera para entibaciones y medios auxiliares será la destinada a las entibaciones en obras subterráneas en zanjas y pozos, en apeos, cimbras, andamios y en cuantos medios auxiliares para la construcción se utilicen en las obras a que se refiere este proyecto.

2.8.2.2 **Condiciones generales**

Además de lo estipulado en el apartado 2.9.1 de este Pliego, la madera para entibaciones y medios auxiliares deberá tener dimensiones suficientes para la seguridad de la obra y de las personas.

La madera para entibaciones y medios auxiliares poseerá una durabilidad natural al menos igual a la que presenta el pino "sylvestris".

Se emplearán maderas sanas, con exclusión de alteraciones por pudrición aunque serán admisibles alteraciones de color, como el azulado en las coníferas.

La madera para entibaciones y medios auxiliares deberá estar exenta de fracturas por compresión. Las tensiones de trabajo máximas admisibles paralelamente a las fibras serán las siguientes:

MADERA	TRACCION (Kp/cm ²)	COMPRESION (Kp/cm ²)	TANGENCIAL (Kp/cm ²)
Roble y haya	100	80	10
Pino	100	60	10
Abeto y chopo	80	50	8



2.8.3 Madera para encofrados y cimbras

2.8.3.1 **Ámbito de aplicación.**

Madera para encofrados y cimbras será utilizada para la construcción de encofrados en obras de hormigón o de mortero.

2.8.3.2 **Condiciones generales.**

Además de lo estipulado en el presente Pliego, la madera para encofrados tendrá la suficiente rigidez para soportar sin deformaciones perjudiciales las acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse en la puesta en obra y vibrado del hormigón.

La madera para encofrados será preferiblemente de especies resinosas y de fibra recta.

Según sea la calidad exigida a la superficie del hormigón las tablas para el forro o tablero de los encofrados será:

- machihembrada
- escuadrada con sus aristas vivas y llenas, cepillada y en bruto.

Solo se emplearán tablas cuya naturaleza y calidad o cuyo tratamiento o revestimiento garantice que no se producirán ni alabeos ni hinchamiento que puedan dar lugar a fugas del material fino del hormigón fresco o a imperfecciones en los paramentos.

Las tablas para forros o tableros de encofrados estarán exentas de sustancias nocivas para el hormigón frescos y endurecido o que manchen o coloreen los paramentos

2.8.4 Características.

2.8.4.1 **Características físicas.**

- El contenido de humedad de la madera determinado según la Norma UNE -EN 13183-1:2002 no excederá del quince por ciento (15%).
- El peso específico determinado según la Norma UNE 56531:1977, estará comprendido entre 0,40 y 0,60 t/cm³.
- La higroscopicidad calculada según la Norma UNE 56532:1977, será normal.
- El coeficiente de contracción volumétrica, determinado según la Norma UNE 56533:1977, estará comprendido entre 0,35 y 0,55 por 100.



2.8.4.2 Características mecánicas.

- La resistencia a compresión, determinada según la Norma UNE 56535, será:
- Característica o axial $f_{mk} > 300 \text{ kg/cm}^2$.
- Perpendicular a las fibras $> 300 \text{ kg/cm}^2$.
- La resistencia a la flexión estática, determinada según la Norma UNE 56537, será:
 - Cara radial hacia arriba $> 300 \text{ kg/cm}^2$.
 - Cara radial hacia el costado $> 25 \text{ kg/cm}^2$.

Con este mismo ensayo y midiendo la fecha a rotura, se determinará el módulo de elasticidad que no será inferior a noventa mil. (90.000 kg/cm^2).

- La resistencia a la tracción, determinada según la Norma UNE 56538, será:
- Paralelo a las fibras $> 399 \text{ kg/cm}^2$.
- Perpendicular a las fibras $> 25 \text{ kg/cm}^2$.
- La resistencia a la herida en dirección paralela a las fibras, determinada según la Norma UNE 56539, será superior a quince (15) kg/cm^2 .
- La resistencia a esfuerzo cortante en dirección perpendicular a las fibras será superior a cincuenta (50) kg/cm^2 .

2.8.5 Recepción.

Queda a criterio de la Dirección Facultativa la clasificación del material en lotes de control a la decisión sobre los ensayos de recepción a realizar.

2.8.6 Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de la madera a emplear en la obra para que cumpla con las características señaladas en los apartados 2.9.4.1 y 2.9.4.2 del presente Pliego, así como las indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La Dirección de Obra deberá autorizar la utilización de la madera destinada a las distintas zonas de la obra.

2.9 Encofrados, apeos y cimbras

2.9.1 Encofrados

2.9.1.1 Definición

Se define como encofrado el elemento destinado al moldeo "in situ" de hormigones.



2.9.1.2 Tipos de encofrado y características

El encofrado puede ser de madera o metálico, según el material que se emplee. Por otra parte, el encofrado puede ser fijo o deslizante. A su vez, puede ser recuperable o perdido, entendiéndose por esto último el que queda embebido dentro del hormigón.

2.9.1.2.1 De madera

La madera que se utilice para encofrados deberá cumplir las características del Apartado 2.9 del presente Pliego.

2.9.1.2.2 Encofrados con paneles modulares con acabado fenólico

Los aceros y materiales metálicos para encofrados deberán cumplir las características del Apartado 2.11.3 del presente Pliego.

Los módulos o paneles modulares serán de estructura metálica con forro fenólico de 22 mm. de espesor. La unión del forro fenólico al marco metálico se realizará mediante tornillos con cabeza a la gota de cera.

El cerramiento de espacios residuales se realizará con elementos de compensación unidos mediante correas a la estructura metálica de los paneles.

La unión entre paneles se ejecutará con cerrojos que permitan la correcta alineación y estanqueidad de juntas. También, de cara a garantizar la impermeabilidad de la obra de fábrica durante la ejecución de los muros a dos caras se deberá asegurar que los anclajes utilizados para la unión de los paneles sean estancos.

La colocación de tapes se realizará mediante anclajes de borde que impidan el desplazamiento del elemento.

En aquellos elementos o depósitos en los que se prevea que los paramentos de hormigón vayan a estar en contacto con agua, sea esta residual, industrial o limpia, se considera imprescindible conseguir la total estanqueidad.

Ésta sólo se consigue empleando sistemas de arriostramiento entre los paneles de encofrado que no utilicen los habituales tubos de plástico, a través de los cuales se introduce una barra diwidag y que posteriormente se fijan con placas de anclaje y tuercas de mariposa a los paneles. Una vez hormigonado el muro se retira la barra y se sella el tubo empleado tapones de corcho (interior) y de plástico (exterior) recibidos con mortero. Esta solución acarrea problemas de estanquidad, al producirse filtraciones por el interior de los tubos por la mala colocación de los tapones o la utilización de productos de sellado no



adecuados o mal colocados. Así mismo, se pueden llegar a producir filtraciones por el exterior, entre el tubo y el hormigón debido a la mala adherencia entre ambos materiales.

Por lo indicado, queda terminantemente prohibida la utilización de estos sistemas de arriostramiento de encofrados, debiendo elegirse otros, que no empleen tubos de PVC y que aseguren la estanqueidad final de los elementos contruidos.

El Contratista deberá proponer a la Dirección de Obra, para su aprobación, un sistema que asegure la total estanquidad de los muros una vez hormigonados y que pasará por la utilización de un sistema a base de barras Dywidag que atraviesen el muro, arriostrando los encofrados, pero que no vayan alojadas en el interior de una vaina de plástico, sino en contacto directo con el hormigón.

Estas barras quedarán perdidas en el hormigón y dispondrán además de un sistema de estanqueidad que quedará situado en el centro del muro y que ofrecerán una mayor resistencia a la filtración de agua a través de la junta entre hormigón y barra Dywidag.

El sistema de fijación de las barras a los encofrados será a base de conos de anclaje, que permitirán la correcta fijación y arriostramiento de los encofrados durante las labores previas al hormigonado del muro y que posteriormente se retirarán de éste, una vez el hormigón haya fraguado y se haya procedido al desencofrado.

Las consolas de trabajo se anclarán a los travesaños horizontales y verticales de los marcos metálicos mediante operación rápida y simple y llevarán incorporado el sistema de seguridad.

El izado de los paneles se realizará con ganchos de elevación de seguridad.

2.9.1.2.3 Deslizantes

El Contratista, en caso de utilizar encofrados deslizantes someterá a la Dirección de Obra, para su aprobación, la especificación técnica del sistema que se propone utilizar.

2.9.1.3 Control de calidad

Cualquiera que sea el tipo de encofrado que se emplee, cumplirán con las consideraciones del PG-3.

Serán aplicables los Apartados 2.9 y 2.11 para los correspondientes materiales que constituyen el encofrado.

Los encofrados a utilizar en las distintas partes de la obra deberán contar con la autorización escrita de la Dirección de Obra.



2.9.2 Apeos y cimbras

2.9.2.1 Características y condiciones generales

Se definen como apeos y cimbras las estructuras provisionales que tienen por objeto sustentar el peso propio de los encofrados y del hormigón fresco y las sobrecargas de construcción, ajustándose a la forma principal de la estructura, hasta que el proceso de endurecimiento del hormigón se haya desarrollado de forma tal que la estructura descimbrada sea capaz de resistir por si misma las citadas acciones. También quedan incluidas en la definición las cimbras que actúen directamente de encofrados

El proyecto de la cimbra ha de especificar la naturaleza, características, dimensiones y capacidad resistente de cada uno de sus elementos y del conjunto. La Dirección de Obra ha de aprobar el proyecto de la cimbra.

Salvo prescripción en contrario, las cimbras y apeos deberán ser capaces de resistir el peso total propio y el del elemento completo sustentado, así como otras sobrecargas accidentales que pueden actuar sobre ellas.

Los elementos que forman la cimbra han de ser suficientemente rígidos y resistentes para soportar, sin deformaciones superiores a las admisibles, las acciones estáticas y dinámicas que comporta el hormigonado.

Tolerancias de deformaciones para el hormigonado:

- Movimientos locales de la cimbra ≤ 5 mm
- Movimientos del conjunto ($L=luz$) $\leq L/1000$

En las obras de hormigón pretensado, la disposición de la cimbra ha de permitir las deformaciones que se derivan del tesado de las armaduras activas y ha de resistir la subsiguiente redistribución del peso propio del elemento hormigonado.

Cuando la estructura de la cimbra sea metálica, sus diferentes elementos han de estar sujetos con tornillos o bien soldados. Para la utilización de estructuras desmontables, en las que la resistencia en los nudos esté confiada solamente al rozamiento de collares, se requerirá la aprobación previa de la Dirección de Obra.

Las presiones transmitidas al terreno no han de producir asentamientos perjudiciales para el sistema de hormigonado previsto.

Los arriostrados han de tener la menor rigidez posible, compatible con la estabilidad de la cimbra, y se han de retirar los que se puedan antes del tesado de las armaduras, si la estructura se ha de pretensar.

La cimbra ha de tener una carrera suficiente para poder realizar las operaciones del descimbrado.



2.9.2.2 Cimbra autoportante

El Contratista propondrá al Director de la Obra un diseño concreto de la cimbra, (con Memoria, Anejo de Cálculo y Planos) siguiendo las orientaciones de los planos de Proyecto.

La rigidez de la cimbra será tal que la máxima flecha elástica en el centro de cada vano de ésta, bajo la totalidad del peso del hormigón fresco, no supere 1 cm o lo indicado en planos.

Las cimbras y la disposición de los apeos, se construirán según los planos de detalle preparados por el Contratista, previa aprobación de la Dirección de Obra, si procede, estando calculada y firmada por un técnico competente. La aprobación de la cimbra no supone conformidad con los cálculos resistentes de la misma, ya que la responsabilidad de estos últimos es exclusiva del Contratista.

Cuando por necesidad del tráfico viario existente no sea posible ejecutar la cimbra cuajada para permitir el paso del citado tráfico, se ejecutará cimbra diáfana mediante pórticos ejecutados con perfiles de acero laminado.

2.9.2.3 Elementos de arriostramiento

Los elementos horizontales deberán soportar su peso propio y las acciones exteriores, (viento, etc.) y una fuerza horizontal de tracción o compresión indicada en planos.

Los elementos verticales deberán soportar su peso propio, las acciones exteriores y arriostrar convenientemente a los elementos horizontales. Se cimentará superficialmente a una tensión que no supere las tensiones admisibles del terreno sobre el que se apoya.

Los elementos de amarre de todo el sistema garantizarán su correcto funcionamiento.

2.9.2.4 Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de los materiales a emplear en los apeos y cimbras, de acuerdo con lo especificado en el presente Pliego, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en las Normas e Instrucciones vigentes.

Si las cimbras y apeos son de madera será vigente el Apartado 2.9.3 del presente Pliego, y si son metálicas el 2.11.



2.10 Acero y materiales metálicos

2.10.1 Acero en armaduras

El acero a emplear en armaduras pasivas para hormigón cumplirá las condiciones del artículo 32 y 33 de la “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)” y estará formado por barras corrugadas, mallas electrosoldadas o armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

2.10.1.1 Barras corrugadas para hormigón estructural

2.10.1.1.1 Definición

Las barras corrugadas de acero a utilizar en hormigón estructural cumplirán con lo establecido para dichas barras en la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE.

Los diámetros nominales de las barras corrugadas se ajustarán a la serie siguiente:

6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 32 y 40 mm.

La designación simbólica de estos productos se hará de acuerdo con lo indicado en la EHE-08.

2.10.1.1.2 Materiales

Las características de las barras corrugadas para hormigón estructural cumplirán con las especificaciones indicadas en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, así como en la UNE 36068:2011 y UNE 36065:2011.

Las barras no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.

La sección equivalente no será inferior al noventa y cinco y medio por ciento (95,5 por 100) de su sección nominal.

Las barras corrugadas llevarán grabadas las marcas de identificación establecidas en el Apartado 12 de la UNE 36068:2011, relativas al tipo de acero (geometría del corrugado), país de origen (el indicativo correspondiente a España es el número 7) y marca del fabricante (según el código indicado en el Informe Técnico UNE 36811:1998 IN).

Dado que la instrucción EHE solo contempla aceros soldables, el fabricante indicará los procedimientos y condiciones recomendadas para realizar, cuando sea necesario, las soldaduras.



2.10.1.1.3 Suministro

Si los aceros poseen un marcado CE, cada partida acreditará que está en posesión del mismo, así como del certificado específico de adherencia y del certificado de garantía del fabricante que justifiquen que el acero cumple las exigencias contenidas en la EHE. El fabricante adjuntará, si la Dirección Facultativa se lo solicita, copia de los resultados de los ensayos de producción de la partida suministrada.

Si los productos no poseen un marcado CE, cada partida irá acompañada de los resultados de los ensayos correspondientes a su composición química, características mecánicas y características geométricas, efectuados por un organismo de los citados en el Artículo 1º de la EHE-98 para otorgar el CC-EHE. Además, irán acompañadas del certificado específico de adherencia.

La garantía de calidad de las barras corrugadas será exigible en cualquier circunstancia al Contratista.

2.10.1.1.4 Almacenamiento

Las barras corrugadas se almacenarán de forma que no estén expuestas a excesiva oxidación, separadas del suelo y de manera que no se manchen de grasa, polvo, tierra o cualquier otra materia perjudicial para su buena conservación y posterior adherencia.

2.10.1.1.5 Recepción

Para llevar a cabo la recepción de las barras corrugadas se realizarán ensayos de control de calidad según lo especificado en el artículo 88 de la EHE. Las condiciones de aceptación o rechazo serán las indicadas en el apartado 88.5 de la citada Instrucción.

La Dirección Facultativa, siempre que lo estime oportuno, podrá identificar y verificar la calidad y homogeneidad de los materiales acopiados.

2.10.1.2 Mallas electrosoldadas

2.10.1.2.1 Definición

Las mallas electrosoldadas estarán fabricadas con elementos de acero (barras o alambre corrugados) cruzados ortogonalmente entre sí y unidos en sus puntos de contacto con soldadura eléctrica.

La designación de las mallas electrosoldadas se hará de acuerdo al apartado 5.2 de la UNE-EN 10080:2006.



2.10.1.2.2 Materiales

Los elementos que componen las mallas electrosoldadas podrán ser barras corrugadas o alambres corrugados. Las barras cumplirán las especificaciones del apartado anterior del presente Pliego. Los alambres cumplirán las especificaciones de adherencia y las características mecánicas indicadas en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Los alambres y barras no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.

La sección equivalente de los alambres y barras no será inferior al noventa y cinco y medio por ciento (95,5 por 100) de su sección nominal.

2.10.1.2.3 Suministro

Cada paquete llegará al punto de suministro (obra, taller de ferralla o almacén) con una etiqueta de identificación conforme a lo especificado en la UNE-EN 10080:2006. Las barras o los alambres que constituyen las mallas electrosoldadas llevarán grabadas las marcas de identificación, de acuerdo con los Informes Técnicos UNE 36811:1998 IN y UNE 36812:1996 IN para barras y alambres corrugados respectivamente, relativas al tipo de acero (geometría del corrugado), país de origen (el indicativo correspondiente a España es el número 7) y marca del fabricante (según el código indicado en los citados Informes).

Si los aceros poseen un marcado CE, cada partida acreditará que está en posesión del mismo, así como del certificado específico de adherencia y del certificado de garantía del fabricante que justifiquen que el acero cumple las exigencias contenidas en la EHE. El fabricante adjuntará, si la Dirección Facultativa se lo solicita, copia de los resultados de los ensayos de producción de la partida suministrada.

Si los productos no poseen un marcado CE, cada partida irá acompañada de los resultados de los ensayos correspondientes a su composición química, características mecánicas y características geométricas, efectuados por un organismo de los citados en el Artículo 1º de la EHE-98 para otorgar el CC-EHE. Además, irán acompañadas del certificado específico de adherencia.

La garantía de calidad de las mallas electrosoldadas será exigible en cualquier circunstancia al Contratista.

2.10.1.2.4 Almacenamiento

Las mallas electrosoldadas se almacenarán de forma que no estén expuestas a excesiva oxidación, separadas del suelo y de manera que no se manchen de grasa, polvo, tierra o cualquier otra materia perjudicial para su buena conservación y posterior adherencia.



2.10.1.2.5 Recepción

Para llevar a cabo la recepción de las mallas electrosoldadas se realizarán ensayos de control de calidad según lo especificado en el artículo 88 de la EHE. Las condiciones de aceptación o rechazo serán las indicadas en el apartado 88.5 de la citada Instrucción.

La Dirección Facultativa, siempre que lo estime oportuno, podrá identificar y verificar la calidad y homogeneidad de los materiales acopiados.

2.10.1.3 Armaduras básicas electrosoldadas en celosía

2.10.1.3.1 Definición

Armaduras básicas electrosoldadas en celosía, a los efectos de esta Instrucción, son aquellas que cumplen los requisitos técnicos prescritos en la UNE 36739:95 EX.

La armadura básica electrosoldada en celosía es un producto formado por un sistema de elementos (barras o alambres), con una estructura espacial y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica por un proceso automático.

Se compone de un elemento longitudinal superior, dos elementos longitudinales inferiores y dos elementos transversales de conexión que forman la celosía. Todos los elementos están constituidos por barras o alambres, que deben ser corrugados en el caso de los elementos superior e inferiores, y pueden ser lisos o corrugados en el caso de los elementos de conexión.

2.10.1.3.2 Materiales

Los elementos que conforman las armaduras básicas electrosoldadas en celosía cumplirán los requisitos indicados en el artículo 32.2 de la EHE cuando se trate de barras corrugadas y los contenidos en la tabla

32.3 cuando se trate de alambres, lisos o corrugados. Los alambres corrugados deberán cumplir, además, las condiciones de adherencia especificadas en 32.2 de la EHE.

2.10.1.3.3 Suministro

Los paquetes de armaduras deben llegar al punto de suministro (obra, taller de ferralla o almacén) identificados conforme a lo que se especifica en la UNE 36739:95 EX.



Las barras o alambres que constituyen los elementos de las armaduras básicas electrosoldadas en celosía deberán llevar grabadas las marcas de identificación de acuerdo con el apartado 5.3 de la UNE-EN 10080, como se establece en el artículo 32.2 y 32.3 de la Instrucción EHE.

2.10.1.3.4 Control de calidad

Las armaduras se ajustarán a la designación y características mecánicas indicadas en los planos de Proyecto, y deben llevar grabadas las marcas de identificación definidas en la Instrucción EHE.

El Contratista deberá aportar certificado del suministrador de cada partida que llegue a obra, en los que se garanticen las características del material.

Para el transporte de barras de diámetros hasta diez (10) milímetros, podrán utilizarse rollos de un diámetro mínimo interior igual a cincuenta (50) veces el diámetro de la barra.

Las barras de diámetros superiores se suministrarán sin curvatura alguna, o bien dobladas ya en forma precisa para su colocación.

Para la puesta en obra, la forma y dimensiones de las armaduras serán las señaladas en los Planos. Cuando en éstos no aparezcan especificados los empalmes o solapes de algunas barras, su distribución se hará de forma que el número de empalmes o solapes sea mínimo, debiendo el Contratista, en cualquier caso, realizar y entregar al Director de las obras los correspondientes esquemas de despiece.

Se almacenarán de forma que no estén expuestas a una oxidación excesiva, separados del suelo y de forma que no se manchen de grasa, ligante, aceite o cualquier otro producto que pueda perjudicar la adherencia de las barras al hormigón.

El doblado de las armaduras se realizará según lo especificado en el PG-3, así como en la Instrucción EHE.

El control de calidad se realizará a nivel normal. Se realizarán dos (2) ensayos de doblado-desdoblado cada veinte (20) t de acero colocado, verificándose así mismo la sección equivalente. Cada cincuenta (50) t se realizarán ensayos para determinar las características mecánicas (límite elástico y rotura).

2.10.2 Aceros laminados en estructuras metálicas

2.10.2.1.1 Características

Se consideran comprendidos dentro de esta denominación todos los laminados, aceros comunes al carbono o aceros de baja aleación fabricados por cualquiera de los procedimientos usuales: convertidos ácido o básico, conversión por soplado con oxígeno (proceso L.D., etc.), Martin-Siemens, horno eléctrico.



Los laminados de acero a utilizar en la construcción de estructuras, tanto en sus elementos estructurales como en los de unión cumplirán las condiciones exigidas en el Código Técnico de la Edificación con las limitaciones establecidas en él. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares destacará aquellos casos que exijan especiales características y proporcionará la información necesaria que determine las calidades de acero apto para tales usos.

La estructura del acero será homogénea, conseguida por un buen proceso de fabricación y por un correcto laminado, estando exenta de defectos que perjudiquen a la calidad del material.

Los productos laminados tendrán superficie lisa sin defectos superficiales de importancia que afecten a su utilización. Las irregularidades superficiales como rayados, pliegues y fisuras serán reparadas mediante adecuados procedimientos previo consentimiento de la Dirección de Obra.

Serán admisibles los defectos superficiales cuando, suprimidos por esmerilado, el perfil en cuestión cumpla las tolerancias exigidas.

Los productos laminados deberán ser acopiados por el Contratista en parque adecuado, clasificados por series y clases de forma que sea cómodo el recuento, pesaje y manipulación en general. El tiempo de permanencia a intemperie quedará limitado por la condición de que una vez eliminado el óxido superficial antes de su puesta en obra, los perfiles cumplan las especificaciones de la tabla de tolerancia. El Contratista deberá evitar cualquier tipo de golpe brusco sobre los materiales y tomar las necesarias precauciones a fin de que durante la manipulación que haya de efectuarse, ningún elemento sea sometido a esfuerzos, deformaciones o trato inadecuado.

2.10.2.1.2 Control de Calidad

El Contratista controlará la calidad del acero laminado para estructuras metálicas de acuerdo con lo especificado en el presente Pliego, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en el Código Técnico de la Edificación.

El Contratista presentará los resultados oficiales de análisis químicos sobre colada o productos pertenecientes al muestreo de la producción a que corresponda la partida de suministro. De no resultar posible la consecución de estos datos, la Dirección de Obra podrá exigir con cargo al Contratista la realización de análisis químicos de determinación de proporciones de carbono, fósforo y azufre.

El Contratista presentará los resultados de los ensayos oficiales de determinación de características mecánicas, pertenecientes al muestreo de la producción a que corresponda la partida de suministro. De no resultar posible la consecución de estos datos, la Dirección de Obra podrá exigir con cargo al Contratista la realización de los ensayos pertinentes que se llevarán a cabo de acuerdo con lo detallado en el Código Técnico de la Edificación.

En aquellos casos en que se solicite un acero con características de buena soldabilidad, se llevarán a cabo un número mínimo de 10 ensayos de plegado sobre soldadura depositada, por cada lote de 10 t o parte de material suministrado, de acuerdo con la Norma DIN 17.100, página 9.



De no existir prescripción al respecto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, las tolerancias en dimensiones y en peso serán las establecidas en las tablas de tolerancias del Código Técnico de la Edificación.

2.10.3 Acero inoxidable

2.10.3.1 Características

El acero inoxidable a emplear en obras de saneamiento en ambientes de aguas o vapores de aguas residuales será acero austenítico del tipo F3434 (UNE EN 10088) AISI 316. En otros ambientes será válido el AISI 304 (UNE EN 10088).

Las piezas de acero inoxidable se marcarán con señales indelebles, para evitar confusiones en su empleo.

La composición química del acero reseñado se ajustará a los valores que a continuación se adjuntan, respetando las tolerancias establecidas para este tipo de material en la norma UNE EN 10088.

- Carbono: 0,08 % máximo.
- Silicio: 1,00 % máximo.
- Manganeso: 2,00 % máximo.
- Níquel: 10-14 %.
- Cromo: 16-18 %.
- Azufre: 0,03 % máximo.
- Fósforo: 0,045 % máximo.
- Molibdeno: 2,00-3,00 %.

Asimismo, presentará las siguientes características mecánicas:

- F3634.
- X6CrNiMo 17-12-03.
- Dureza HB máxima: 193
- Límite elástico para remanente 0,2 %: 210 N/mm².
- Límite elástico para remanente 1 %: 250 N/mm².
- Resistencia a rotura: 490/690 N/mm².
- Al min.
 - barra 5<d<160: 40
 - produc. planos, 0,5<a<3: 33
 - produc. planos, 3<a<30: 40



2.10.3.2 Control de Calidad

El Contratista controlará la calidad del acero inoxidable para que sus características se ajusten a lo indicado en el Apartado 2.11.6.1 del presente Pliego, del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en la Normativa Vigente.

2.10.4 Elementos de unión de las estructuras metálicas

2.10.4.1 Características

Los elementos y piezas de unión a emplear en las estructuras metálicas cumplirán según su naturaleza, las condiciones especificadas en el Código Técnico de la Edificación.

La forma y dimensiones de los elementos de unión a utilizar en cada caso estarán definidos en los Planos y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, que definirán igualmente cualquier elemento de unión no comprendido en las Normas citadas.

2.10.4.2 Control de Calidad

El Contratista controlará la calidad de los roblones y tornillos para que sus características se ajusten a lo señalado en el presente Pliego, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en el Código Técnico de la Edificación.

2.10.5 Acero en entramados metálicos

2.10.5.1 Características

El acero para entramados metálicos será acero laminado de la misma calidad que el acero para estructuras metálicas definido en el Apartado 2.11.3.1.1 del presente Pliego.

El acero será sometido a un tratamiento contra la oxidación. Este tratamiento, salvo indicación en otro sentido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o por la Dirección de Obra, será un galvanizado por inmersión en caliente.

2.10.5.2 Control de Calidad

Todas las placas llegarán a obra numeradas y etiquetadas con indicación del plano correspondiente a su posición.



El Contratista controlará la calidad del acero empleado en entramados metálicos para que sus características se ajusten a lo indicado en el presente Pliego, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en la Normativa Vigente.

El Contratista presentará los resultados oficiales de análisis químicos sobre colada de la producción a que corresponda la partida de suministro y de los ensayos de determinación de características mecánicas pertenecientes al muestreo de la producción a que corresponda la partida. De no resultar posible la consecución de estos datos, la Dirección de Obra podrá exigir, con cargo al Contratista, la realización de análisis químicos de determinación de proporciones de carbono, fósforo y azufre y de ensayos mecánicos pertinentes que se llevará a cabo de acuerdo con lo detallado en el Código Técnico de la Edificación.

La Dirección de Obra podrá ordenar la realización de ensayos mecánicos sobre un entramado, con la distancia entre apoyos que estime oportuna. Estos ensayos podrán ser suplidos por los ensayos realizados en las mismas condiciones por el Fabricante.

2.10.6 Alambre para atar

2.10.6.1 Características

Las armaduras de atado estarán sustituidas por los atados de nudo y alambres de cosido y se realizarán con alambres de acero (no galvanizado) de 1 mm. de diámetro.

El acero tendrá una resistencia mínima a la rotura a tracción de treinta y cinco (35) kilogramos por milímetro cuadrado y un alargamiento mínimo de rotura del 4%.

2.10.6.2 Control de Calidad

Las características geométricas se verificarán una vez por cada lote de diez toneladas o fracción, admitiéndose tolerancias en el diámetro de 0,1 mm.

Los ensayos de tracción se realizarán según la Norma UNE-EN ISO 6892-1:2010. El número de ensayos será de uno por cada lote de 10 toneladas o fracción.

Por cada lote de diez toneladas o fracción y por cada diámetro se realizará un ensayo de doblado-desdoblado en ángulo recto, según la Norma UNE 7469:1999. Se considerará aceptable si el número de plegados obtenidos es igual o mayor que tres.



2.10.7 Electrodos para soldar

2.10.7.1 Condiciones generales

Los electrodos a emplear en soldadura manual al arco eléctrico serán de una de las calidades estructurales definidas a continuación.

Las condiciones que deben satisfacer los electrodos especiales no incluidos entre los reseñados, así como las varillas y fundentes destinados a operaciones de soldeo automático con arco sumergido, se fijarán en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares en el que, asimismo, se señalarán los procedimientos de comprobación de las uniones ejecutadas.

Los electrodos deberán preservarse de la humedad, y en especial los de revestimiento básico, los cuales deberán emplearse completamente secos.

No se emplearán electrodos de alta penetración en uniones de fuerza.

Para soldar armaduras de acero corrugado se emplearán exclusivamente electrodos básicos de bajo contenido en hidrógeno.

2.10.7.2 Forma y dimensiones

La longitud y diámetro de los electrodos serán dados por la siguiente tabla, con una tolerancia del tres por ciento (3%) en más o menos, para el diámetro, y de dos milímetros (2 mm.) en más o menos para la longitud.

Diámetro del alma (mm.)	1,2	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6	8	10
Electrodo sencillo	15	22,5	35	35	25 o 45					
Electrodo con sujeción en el centro	30	45	45	45						

En toda la longitud revestida, que será igual a la total menos veinticinco milímetros (25 mm.) (con una tolerancia de cinco milímetros (5 mm.) en más o menos) el revestimiento deberá tener una sección uniforme y concéntrica con el alma.

La diferencia entre la suma del diámetro del alma y del espesor máximo del revestimiento y la suma del diámetro del alma y del espesor mínimo del revestimiento, no deberá ser superior al tres por ciento (3%) de la primera.



2.10.7.3 Características del material de aportación

La resistencia a la tracción y la resistencia del material de aportación serán iguales o superiores a los valores correspondientes del metal base.

Se ajustarán a los límites mínimos que se indican en la tabla siguiente:

CALIDAD DE ELECTRODO	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (KGF/CM2)	ALARGAMIENTO DE ROTURA (%)	RESILIENCIA (KGF/CM2)
Intermedia estructural	4.400	22 - 26	5 - 7
Estructural ácida Estructural básica Estructural orgánica	4.400	26	7
Estructural rutilo	4.400	26	16
Estructural titanio	4.400	22 - 26	7 - 9
	4.400	22 - 26	7 - 9
	4.400	22 - 26	7 - 9

Para espesores de chapas superiores a 25 mm. Se emplearán electrodos de recubrimiento básico.

Igualmente se emplearán electrodos de recubrimiento básico para soldar elementos de acero S335 JR/JO.

2.10.7.4 Control de Calidad

Se efectuarán ensayos de rotura a tracción, de alargamiento, resiliencia y químicos de acuerdo con la Norma UNE-14022:2010.

La cantidad de ensayos será de 1 por cada lote de electrodos, definiendo como tal:

- El conjunto de electrodos producidos de una misma combinación de colada de metal y revestimiento
- La cantidad de electrodos de un tipo y tamaño producida en un período continuo de 24 horas, sin exceder de 20 toneladas.

2.10.8 Fundición dúctil

2.10.8.1 Definición

Se define como fundición nodular o dúctil aquella en la que el carbono cristaliza en nódulos una vez de hacerlo en láminas.



2.10.8.2 Características

La fundición dúctil a emplear en las obras de saneamiento tendrá las siguientes características:

- Tensión de rotura: 43 Kg/mm².
- Deformación mínima en rotura: 10 %.

2.10.8.3 Control de Calidad

El Contratista controlará la calidad de la fundición para que sus características se ajusten a lo indicado en el Apartado 2.11.12.2 del presente Pliego, del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en la Normativa Vigente.

2.11 Galvanizados por inmersión en caliente

2.11.1 Condiciones generales

Para el recubrimiento de galvanizado por inmersión en cinc fundido, se aplicarán las Normas de la American Society for Testing Materials.

- Composición del baño de cinc fundido
 - Cinc superior al 99,5%
 - Hierro inferior al 0,04%
 - Plomo inferior al 0,05%
 - Cadmio 0,00%
- Cantidad de la capa de cinc

La cantidad de cinc depositada será nunca inferior a 500 g/m².

La medición del espesor de la capa de zinc que indica el valor de la capa protectora se efectuará mediante un MIDROTEST.

- Comprobación de la adherencia

Se efectuará mediante percusión con un martillo de acero de 212 g. con cantos redondeados, después de un recorrido de aproximadamente 90º desde la posición vertical hasta la del choque sobre la pieza de prueba, colocada en el plano horizontal.

El radio de giro del martillo alrededor del pivote será de 300 mm.

La prueba consistirá en 2 o más golpes formando impactos separados por lo menos 6 mm y con un eje común. Ninguna parte del impacto habrá de estar a distancia inferior a 12 mm del borde del objeto. La



capa de cinc no debe saltar ni levantarse en el espacio comprendido entre los impactos, no tomándose, sin embargo, en consideración ninguna grieta de menos de 1,5 mm de longitud.

2.11.2 Material a emplear

Para la galvanización en caliente se utilizarán lingotes de cinc bruto de primera fusión, cuyas características responderán a tal fin en la Norma UNE-EN 1774:1998.

2.11.3 Características de recubrimiento

2.11.3.1 **Aspecto**

El aspecto de la superficie galvanizada será homogéneo y no presentará discontinuidad en la capa de cinc.

En aquellas piezas en las que la cristalización de recubrimiento sea visible a simple vista, se comprobará que aquélla presenta un aspecto regular en toda la superficie.

2.11.3.2 **Adherencia**

No se producirá ningún desprendimiento al someter la pieza galvanizada al ensayo de adherencia indicado en el apartado 2.12.1.

2.11.3.3 **Masa de cinc por unidad de superficie**

Realizada la determinación de acuerdo con lo indicado en la Norma EN-ISO 1461:2010 la cantidad de cinc depositada por unidad de superficie será como mínimo de seiscientos gramos por metro cuadrado (600 gr/m²), en doble exposición.

2.11.4 Espesor del revestimiento Mínimo

80 micras.

2.11.5 Continuidad del revestimiento de cinc

Realizado el ensayo de acuerdo con lo indicado en la Norma UNE 7183:1964 el recubrimiento aparecerá continuo y uniforme, y el metal base no se pondrá al descubierto en ningún punto después de haber sido sometida la pieza a cinco (5) inmersiones.

2.11.6 Toma de muestras

La toma de muestras se efectuará de acuerdo con la Norma ASTM A-444.



2.12 Elementos metálicos auxiliares

2.12.1 Cerramientos

Las vallas de cerramiento con malla galvanizada de doble torsión, se instalarán para impedir el acceso no controlado de vehículos, peatones y animales, en los tramos definidos en proyecto.

La malla estará fabricada con alambres de acero de alta resistencia y galvanizado que le confiera una larga duración.

Los postes serán todos de acero galvanizado de 1,2 mm de espesor.

Las dimensiones de los postes verticales serán las que figuran en los planos del proyecto, y la base de los postes tendrá forma atrompetada para su mejor fijación.

El hormigón a utilizar en cimiento será del tipo HM-20, que cumplirá las especificaciones de ejecución y colocación para hormigones que figura en este Pliego.

La cabeza superior de los postes estará cerrada mediante un tapón de material plástico. El alambre se galvanizará en caliente mediante inmersión en baño de cinc fundido, obtenido por métodos electrolíticos, con un contenido mínimo en peso de cinc del noventa y nueve con noventa y cinco por ciento (99,95%).

El peso del recubrimiento de cinc no será inferior a ciento noventa gramos por metro cuadrado (190 gr/m²).

La adherencia y uniformidad del recubrimiento se comprobará mediante el ensayo MELC 8,06.

Las pletinas para sujetar la malla a los postes de anclaje serán de acero galvanizado, previamente perforadas y soldadas al poste. Las grapas de fijación serán galvanizadas o inoxidables.

2.12.2 Cadenas de seguridad

Las cadenas de seguridad serán del tipo y dimensiones definidas en los Planos del Proyecto.

Las cadenas de acero templado serán galvanizadas por inmersión en caliente previamente a su colocación en obra.

Las cadenas de acero inoxidable se construirán con material del tipo S 240 A, según la nomenclatura utilizada en el Eurocódigo 3.

Las rebabas producidas por las soldaduras serán eliminadas quedando la unión lisa y redondeada.

Las cadenas de seguridad serán sometidas a ensayos de tracción y deberán resistir al menos los siguientes esfuerzos:

- Esfuerzo rotura 30 KN
- Esfuerzo Ensayo 15 KN



2.12.3 Pasamanos y barandillas

Tendrán la forma y dimensiones definidas en los Planos de Proyecto, pudiendo ser de sección maciza o tubular.

Después de su fabricación, los pasamanos y barandillas de acero templado y aluminio serán galvanizadas por inmersión en caliente o anodizadas, según corresponde al tipo de material a emplear.

2.12.4 Escaleras

Las escaleras tendrán la forma y dimensiones definidas en los Planos del Proyecto.

Las escaleras de acero templado y aluminio serán galvanizadas por inmersión en caliente o anodizadas según corresponda al tipo de material a emplear.

Las escaleras de acero inoxidable estarán constituidas a partir de acero tipo S 240 A, según la nomenclatura utilizada en el Eurocódigo 3.

2.12.5 Pates

Comprende este artículo los pates o elementos fijos de acceso fabricados en acero y protegidos por una cubierta de polipropileno.

Los pates serán de acero liso con resistencia 65 kg/mm² y calidad S275 JR. Los pates deberán cumplir la norma europea EN-13101.

Los pates deberán cumplir lo dispuesto en el RD 486/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, sobre todo en lo relativo a las dimensiones mínimas de los pates.

El revestimiento protector de los pates contra los ataques exteriores será un material polimérico termoplástico perteneciente al grupo de las Poliolefinas (polipropileno) virgen. Este material deberá cumplir las condiciones de resistencia al desgaste, inalterabilidad al medio en que se coloque, ser imputrescible y compatible con los materiales que le afectan (hormigón y acero), según especifican las Normas UNE de ensayo de materiales plásticos.

En cualquier caso, deberán soportar una fuerza de doscientos cincuenta kilopondios (250 kp) sin que se aprecien fisuras o defectos en el pate o fisuras en el hormigón de la sección donde se fija, colocada en el punto en que pueda producir los máximos esfuerzos.

La distancia entre pates será igual o inferior a 30 cm.

Se prohíbe expresamente el empleo de pates de aluminio sin recubrir.



2.13 Elementos de fundición

2.13.1 Definición y características

Todos los elementos de este material a emplear en obra serán de tipo nodular o dúctil, definido en 2.11.12.

2.13.2 Marcos y tapas de registro

Los marcos y tapas para pozos de registro deberán tener la forma, dimensiones e inscripciones definidas en los Planos del Proyecto, con una abertura libre no menor de 710 mm para las tapas circulares.

Las tapas a colocar en viales deberán resistir una carga de tráfico de al menos 40 toneladas sin presentar fisuras.

Las tapas deberán ser estancas a la infiltración exterior. A fin de evitar el golpeteo de la tapa sobre el marco debido al peso del tráfico, el contacto entre ambos se realizará por medio de un anillo de material elastomérico que, además de garantizar la estanqueidad de la tapa, absorberá las posibles irregularidades existentes en la zona de apoyo.

Las zonas de apoyo de marcos y tapas serán mecanizadas admitiéndose como máximo una desviación de 0,2 mm.

Todos los elementos se suministrarán pintados por inmersión u otro sistema equivalente utilizando compuestos de alquitrán (Norma BS 4164), aplicados en caliente o, alternatively, pintura bituminosa (Norma BS 3416) aplicada en frío.

Previamente a la aplicación de cualquiera de estos productos, las superficies a revestir estarán perfectamente limpias, secas y exentas de óxido.

Todas las tapas deberán llevar un marcado efectuado de forma clara y duradera, donde se indicará:

- UNE-EN 124-5:2015, como indicación de la Norma Europea UNE 41-300.
- Clase a la que corresponde.
- Nombre del fabricante.
- Referencia de marca o certificación.

Todas las tapas llevarán un dispositivo de acerojado y el diseño será tal que la superficie sea antideslizante.

Los cercos de las tapas se fijarán, mediante tuerca y contratuerca, a los anclajes embebidos en la parte superior de la arqueta o pozo de registro. Se nivelarán cuidadosamente de modo que las tapas queden enrasadas con el pavimento, y posteriormente se rellenará el espacio bajo los cercos con un mortero sin retracción.

La reposición del pavimento alrededor de la tapa se hará de modo que quede perfectamente acabado contra el marco de la misma, sin dejar huecos.



2.13.3 Control de calidad

Los ensayos de resistencia se realizarán de acuerdo a la norma UNE-EN 124-5:2015.

Asimismo, la aceptación de los elementos de fundición estará condicionada a la presentación de los correspondientes certificados de ensayos realizados por Laboratorios Oficiales.

2.14 Tuberías de hormigón en masa o armado

2.14.1 Normativa y características generales y Materiales

2.14.1.1 Características comunes

Las tuberías cumplirán la reglamentación vigente, y su diseño se ajustará a las características que se especifican a continuación, y que en líneas generales siguen las normas UNE 127.916/ UNE- EN 1.916 para los tubos de hormigón en masa y armado).

Las materias primas utilizadas en la fabricación de los tubos cumplirán la EHE vigente.

2.14.1.1.1 Cemento

En la elección del tipo de Cemento, se tendrá especialmente en cuenta la agresividad del efluente y del terreno. Salvo condición expresa de la Dirección de Obra, se utilizarán cementos resistentes a los sulfatos y al agua de mar cumplirá la RC 08 o sus posteriores actualizaciones.

2.14.1.1.2 Agua

Se empleará agua limpia y libre de materias nocivas, tanto en suspensión como en disolución. Se exigirán las condiciones de la Instrucción EHE 08 o sus posteriores actualizaciones.

No se podrá emplear agua que tenga un contenido de sales disueltas mayor de dos gramos por litro (2 g/l).

2.14.1.1.3 Árido

La granulometría será suficientemente continua para conseguir una gran compacidad del hormigón, y deberá ser aprobada por la Dirección de Obra.

El árido empleado para la fabricación del hormigón de los tubos será preferentemente calizo para aumentar la alcalinidad de la mezcla si bien se puede emplear arena silíceas, siempre que se alcance la alcalinidad mínima exigida.



Se procederá a un lavado previo de los áridos, si la Dirección de Obra lo considera conveniente.

El tamaño máximo del árido se limita a 20 mm. o 3/4 de la separación entre espiras, cualquiera que sea menor.

El contenido de finos (fracción que pasa por el tamiz nº 200 ASTM) en el árido fino no podrá superar el 3% en peso, pudiendo admitirse un porcentaje mayor, si su procedencia es del machaqueo de piedra caliza, siempre que el equivalente de arena sea superior a 85.

El contenido de sulfatos en los áridos expresados en SO_3 se limitará al 0,4% del peso total del árido.

2.14.1.1.4 Aditivos en el hormigón

Se podrá añadir al hormigón de los tubos moldeados, únicamente un plastificante que facilite su colocación en el interior de los moldes.

La naturaleza del plastificante será tal que no disminuya la resistencia del hormigón ni presente peligro de corrosión de armaduras.

El fabricante presentará la documentación necesaria para demostrar que se cumplen las condiciones anteriores.

Se prohíbe la utilización de productos que lleven cloro en su composición.

2.14.1.1.5 Acero en las armaduras

El acero empleado en las armaduras para la fabricación de los tubos cumplirá las condiciones exigidas en la Instrucción EHE 08 o sus actualizaciones posteriores.

Se empleará acero B500T para la armadura principal y B400S para la armadura longitudinal. Para garantizar la aptitud para el soldeo se limita el contenido de carbón equivalente a 0,5.

La armadura principal tendrá forma de hélice y deberá ser circular, no admitiéndose la elíptica.

La armadura longitudinal estará soldada a la transversal en los puntos de contacto, e irá colocada a intervalos regulares con un diámetro mínimo de 6 mm, y nº mínimo de longitudinales a colocar en función del diámetro de fabricación:

- 12 longitudinales. - Desde DN 300 mm hasta DN 800 mm
- 24 longitudinales. - Desde DN 1.000 mm hasta DN 1.600 mm
- 36 longitudinales. - Desde DN 1800 mm hasta DN 3000 mm

La cuantía de la armadura será mayor del 20% de la transversal para tubos de longitud mayor de 3 metros y de diámetro menor de 1 metro.



La armadura longitudinal mantendrá su continuidad en la transición del fuste a la campana, bien por doblado de las barras longitudinales o bien por unión de un elemento especial soldado a la jaula principal.

En toda la longitud del enchufe y la campana se colocará una armadura de refuerzo con una cuantía igual a la armadura principal, es decir, del 100%, en los tubos armados con doble armadura se realizará en ambas el refuerzo.

La separación entre espiras vendrá marcada por las cuantías mínimas de armado, no pudiendo ser nunca menor de 20 mm ni mayor de 100 mm. para tubería de hasta 100mm. de espesor de pared y pudiendo ser hasta 150mm. para tuberías mayores e iguales de 100mm. de espesor de pared.

Recubrimientos.

El recubrimiento de la armadura exterior no será menor de 25 mm, para tuberías de espesor de pared mayor o igual de 60 mm, pudiendo bajar a 19mm en las de espesor inferior.

Para la armadura interior, se aumentarán los valores anteriores en 10mm (espesor de sacrificio), siendo los recubrimientos mínimos de 35 mm para tuberías de espesor mayor o igual que 60mm, y de 29mm para las de espesor inferior. Dependiendo del espesor del tubo esta exigencia puede disminuir el canto útil de la armadura inferior; en este caso se deberá aumentar la cuantía de la armadura en la cantidad necesaria.

En espesores superiores a 60 mm en los que sea necesaria la colocación de doble armadura según exigencias de diseño de clase de tubería y no sea posible exigir los recubrimientos anteriores, se solicitará autorización a la D.O para reducir dichos espesores cumpliendo en todo caso los espesores mínimos definidos por la EHE.

El recubrimiento de la armadura deberá ser garantizado mediante la colocación de separadores de plástico.

Si en algún punto se debiera colocar algún elemento metálico con un recubrimiento menor de 19 mm., será de acero inoxidable.

La última espira deberá ser paralela al borde del tubo, e irá separada 25 mm de los mismos.

2.14.1.1.6 Hormigón

Los hormigones y sus componentes elementales, además de las condiciones de este pliego, cumplirán las de la instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado EHE 08 o posteriores actualizaciones.

El hormigón empleado en la fabricación de los tubos será tal que el tubo, una vez fabricado, presente un aspecto perfectamente compacto y exento de poros y cumpliendo además los parámetros siguientes:

Cantidad de cemento $> 360 \text{ kg/m}^3$ de hormigón compactado. Absorción $\leq 6\%$. ANEXO F EN-1.916.

Alcalinidad del hormigón $\geq 0,85$ La alcalinidad de un material se define como la cantidad de ácido que una masa de ese material puede neutralizar, comparada con la capacidad neutralizante del CO_3Ca frente a ese ácido. Se determina por el procedimiento recogido en el capítulo 7 del Concrete Pipe Handbook, American Concrete Pipe Association.

Relación agua/cemento de la mezcla $< 0,45$.

Contenido ion Cloro (Cl^-) en la mezcla $< 0,3\%$ de la cantidad de cemento en peso.

Los hormigones que se empleen en los tubos se ensayarán con una serie de seis probetas como mínimo diariamente, cuyas características serán representativas del hormigón producido en la jornada. Estas probetas se curarán por los mismos procedimientos que se empleen para curar los tubos.

2.14.1.1.7 Juntas de goma

- Definición y Características Generales

Se entiende por junta de goma el sistema de unión mediante un aro de goma alojado adecuadamente, de dos tubos lindantes de manera que quede asegurada la estanqueidad.

Las juntas de goma cumplirán lo establecido en la NORMA UNE EN 681-1, cumpliendo las siguientes características mínimas:

CARACTERÍSTICAS	MÉTODO	UNIDADES	VALORES
Dureza	ISO – 48	IRHD	50 ± 5
Resistencia a la Tracción	ISO – 37	Mpa	> 9
Alargamiento de Rotura	ISO – 37	%	> 375
Deformación permanente (24 h. a 70°C)	ISO – 815	%	< 20
Deformación remanente (72 h. a 23°C)	ISO – 815	%	< 12
Deformación remanente (72 h. a -10°C)	ISO – 815	%	< 40
Cambio de Volumen en Agua (7 días a 70°C)	ISO – 1817	%	$-1 \text{ a } + 8$
Resistencia al Ozono	ISO 1431 – 1		Sin grietas
Envejecimiento en aire caliente (7 días a 70°C)			



Cambio de Dureza	ISO – 48	IRHD	-5 a +8

CARACTERÍSTICAS	MÉTODO	UNIDADES	VALORES
Cambio Resistencia a la Tracción	ISO – 37	%	> 20
Cambio alargamiento a la Rotura	ISO – 37	%	-30 a +10

Todas las superficies de la junta, superiores o inferiores, en las que la goma pueda apoyarse deberán ser libres, lisas de resaltos, grietas, fracturas o imperfecciones que puedan afectar negativamente al funcionamiento de la junta.

El diseño de la junta será tal que resista las fuerzas provocadas por la compresión de la goma una vez montada sin que aparezcan grietas o fracturas durante los ensayos oportunos.

La goma será el único elemento del que depende la flexibilidad y estanqueidad de la junta. La goma será un anillo continuo que se colocará cómodamente en el espacio anular entre las superficies de solape de la junta, para conseguir un sellado flexible y estanco.

La forma del enchufe debe garantizar que la posición de la goma y su deformación, una vez enchufados los tubos, coincide con la indicada en el cálculo y diseño de la junta. Por tanto, no se admite el tipo de junta rodante.

La junta de goma, una vez instalada en obra, deberá:

- Asegurar la estanqueidad
- Mantener sus características sin que el peso del tubo produzca deformaciones que le puedan alterar.
- Mantener sus características en las alternancias aire agua a que estará sometida.
- Resistir la agresividad de las aguas residuales urbanas con mezcla de industriales.

- **Diseño**

El diseño de la junta proporcionará, una vez montada según las instrucciones del fabricante, una estanqueidad total dentro del rango correspondiente de giro admisible, desplazamiento longitudinal y esfuerzo cortante actuando sobre ella.

Las características de la junta deberán permitir, como mínimo, los siguientes movimientos:



DIAMETRO NOMINAL	DEFLEXION MINIMA	ANGULAR	DESPLAZAMIENTO MINIMO (MM.)	RECTO
300 - 600	2º		20	
700 - 1.200	1º 0,5º		20	
1.200 - 1.800			20	
1.800	Lo establecerá el fabricante			

Por lo tanto, el fabricante propondrá un diseño de junta totalmente detallado incluyendo:

- Dimensiones y formas de los extremos de los tubos.
- Forma, dimensiones y dureza de los aros de goma.

La junta podrá ser de enchufe y campana a media madera. Bajo nivel freático, el extremo macho del tubo irá MECANIZADO, alojando la junta de goma en una acanaladura, garantizando así la estanqueidad de la unión y evitando que la junta se pueda desmontar por presión de agua por el exterior.

- Dimensiones y juntas

El aro de goma utilizado no se estirará más de un 20% de su longitud inicial una vez montado en el enchufe.

El espacio anular entre las superficies de apoyo de la goma con la junta montada y centrada no será mayor del 75% del espesor de la goma descomprimida utilizada, incluyendo las tolerancias del fabricante del tubo y de la junta.

El fabricante justificará que se cumplen estas limitaciones utilizando en cada caso las dimensiones del enchufe y la campana que resulten más desfavorables.

Para el cálculo de la deformación de las juntas de goma tóricas se utilizará el diámetro deformado obtenido así:

D_i

$D_d = \underline{\hspace{2cm}}$

$\sqrt{1+x}$ Siendo:

$D_d =$ diámetro deformado

$D_i =$ diámetro inicial del diseño

$x =$ tanto por ciento de deformación de la goma en diseño, dividido por cien



La conicidad de la superficie interior de la campana o caja y de la superficie exterior del enchufe o espiga en las que se apoya la goma durante el montaje, excepto dentro de la acanaladura, se limita a 2º grados medidos respecto del eje longitudinal del tubo.

La junta permitirá un giro de los tubos por apertura en un punto exterior de la junta de al menos 12 mm. más que en la posición de alineación recta.

- Tolerancias

Cada junta de goma será fabricada para proporcionar el volumen de goma requerido por el diseño de junta del fabricante de tubos con una tolerancia de $\pm 3\%$ para espesores de la sección de goma menores o iguales a 13 mm. y del $\pm 1\%$ para espesores iguales o mayores a 25 mm. Para espesores intermedios la tolerancia varía linealmente.

Las tolerancias admisibles para la anchura del espacio anular para las superficies de apoyo de la goma se establecen en $\pm 10\%$ del espesor de la goma descomprimida utilizada y con un máximo de 2 mm.

Cuando la goma va alojada en una acanaladura realizada en el enchufe el volumen total del espacio anular destinado a contener el aro de goma una vez montado, no será menor que el volumen de diseño de la goma utilizada. La sección transversal del espacio anular se calculará con el diámetro mínimo de la campana y máximo del enchufe, mínima anchura y profundidad de acanaladura. Se considera el centro de gravedad de la sección de goma colocada en el punto medio del espacio entre la cara interior de la campana y el fondo de la acanaladura.

2.14.1.2 Tuberías de Hormigón en masa

La tubería del colector será de hormigón en masa, con los diámetros que se especifiquen en los planos del proyecto, siempre que el diámetro sea igual o inferior a 0,5 m (salvo indicación en contrario en los planos).

La presente descripción es aplicable a los tubos y piezas especiales de hormigón en masa destinados a conducciones de saneamiento cuya presión máxima de trabajo sea igual o inferior a un (1) kg/cm².

Se denomina presión máxima de trabajo de una tubería de saneamiento a la presión interior cuando la red quede en carga debido a caudales excepcionales o por obstrucción de la tubería.

Se entiende por tubo de hormigón en masa aquél que está constituido única y exclusivamente por hormigón sin armar. Se admite, no obstante que, para evitar roturas o fisuraciones durante su manejo, se coloquen ligeras armaduras, constituidas por barras rectas paralelas a las generatrices, o cercos en forma de aros o hélices de paso, o cualquier otro tipo de elementos similares.

En el caso de tubos de hormigón en masa, la resistencia característica a compresión del hormigón no será inferior a 27,5 N/mm², a los 28 días, medido en probeta cilíndrica. La resistencia característica se define en la instrucción EHE 08 o posteriores



En el caso de los tubos de hormigón en masa, si se emplean fibras de acero, añadidas al hormigón para mejorar las características mecánicas del tubo, dichas fibras deberán quedar uniformemente repartidas en la masa del hormigón y deberán estar exentas de aceite, grasas o cualquier otra sustancia que pueda perjudicar al hormigón.

Los tubos de hormigón en masa serán redondos, de enchufe campana, fabricados por el proceso de COMPRESION RADIAL, garantizando un acabado perfectamente compacto y exento de poros.

Se permitirá con la autorización del D.O otro sistema constructivo diferente al anterior siempre y cuando se cumplan los requisitos exigidos y se superen los ensayos contemplados en el control de calidad.

2.14.1.3 Tuberías de Hormigón armado

Los tubos de hormigón armado DN 300 a DN 1.600 mm, serán redondos, de enchufe campana, fabricados por el proceso de COMPRESION RADIAL, garantizando un acabado perfectamente compacto y exento de poros.

Los tubos de hormigón armado DN 1.200 a DN 3000, serán redondos, de enchufe machihembrado, fabricados por el proceso de VIBROCOMPRESION, garantizando una elevada compacidad del hormigón.

Se permitirá con la autorización del D.O otro sistema constructivo diferente a los anteriores siempre y cuando se cumplan los requisitos exigidos y se superen los ensayos contemplados en el control de calidad.

En el caso de tubos de hormigón armado, la resistencia característica del hormigón se obtendrá a los 28 días, se medirá en probeta cilíndrica o testigo sano y exento de fisuras extraído de un tubo fabricado, definiéndose dicha resistencia en la EHE.

DN 300 a DN 1200 $f_{ck} > 300 \text{ kg/cm}^2$

DN 1300 a DN 3000 $f_{ck} > 350 \text{ kg/cm}^2$

Para que un tubo esté clasificado como de hormigón armado deberá tener simultáneamente las dos series de armaduras siguientes:

- Barras continuas longitudinales colocadas a intervalos regulares según generatrices.
- Espiras helicoidales continuas de paso regular de 15 cm como máximo.

Los armados de los tubos cumplirán las cuantías mínimas de armado de la norma UNE 127.916.

Se armará el tubo en toda su longitud llegando las armaduras hasta 25 mm del borde del mismo. En los extremos del tubo el paso de las espiras deberá reducirse.

Desde DN 800 CL. IV y hasta DN 3000 en todas sus clases resistentes, se dispondrán las espiras en dos capas de armado, cumpliendo ambas los límites del recubrimiento (una al interior y otra al exterior) y debiendo estar ensambladas entre ellas mediante separadores metálicos soldados.

2.14.1.4 Tuberías de Hormigón no pretensado con Alma de Chapa

Los tubos de hormigón armado con alma de chapa están formados por una pared de hormigón que contiene una camisa cilíndrica de chapa, que le confiere estanqueidad, normalmente situada más próxima al parámetro interior, y una armadura transversal, dispuesta en una o más capas y rigidizada mediante soldadura o atada con otra longitudinal, que se sitúa más próxima al paramento exterior del tubo. En el hormigón comprendido entre el paramento interior del tubo y la camisa de chapa suele disponerse una armadura transversal y longitudinal, o bien un mallazo.

Este tipo de tubos deben cumplir, con carácter general, con lo especificado por la norma UNE-EN 641: Tubos de presión de hormigón armado, con camisa de chapa, incluyendo juntas y accesorios.

El acero para la construcción de la camisa de chapa y boquillas (laminado de sección rectangular) será del tipo S 235 JO o de calidad semejante, dúctil, nuevo, de sección uniforme y perfectamente soldable, según Norma UNE-EN 10.025, siempre que sus características mecánicas estén dentro de las especificaciones siguientes:

- Carga de rotura: Superior a trescientos sesenta (360) Newtons por milímetro cuadrado.
- Límite elástico aparente: Superior a doscientos treinta (230) Newtons por milímetro cuadrado.
- Alargamiento mínimo de rotura: Superior al veintiséis por ciento (26 %).
- Los contenidos en azufre y fósforo o analizado sobre producto: Serán inferiores a $P < 0,060 \% S < 0,060 \%$

En el ensayo de doblado simple en frío a 180°, sobre un mandril de diámetro igual al espesor de la chapa, ésta no debe presentar grietas apreciables a simple vista.

Las camisas de chapa serán cilíndricas o troncocónicas transversales y longitudinales o bien helicoidales, hechas a tope o por solapo, con una resistencia a tracción o igual a la de la chapa de acero. El número de soldaduras de la camisa será el menor posible y se realizarán conforme a lo indicado en la UNE-EN 287. Llevarán en sus extremos soldados a tope las boquillas de enchufe correspondiente con el esfuerzo que se determine en Proyecto que en ningún caso será inferior a 6 mm.

El tamaño máximo del árido en estos tubos no debe exceder un tercio del espesor de hormigón de cada lado de la camisa con un máximo de 32 mm.

En lo relativo disposición de armaduras pasivas se respetará lo indicado en la presente tabla.



	<i>Distancia entre armaduras</i>		<i>Recubrimiento mínimo</i>
	<i>Transversales</i>	<i>Longitudinales</i>	
Tubos de hormigón armado sin camisa de chapa (THAsCCCh)	< 1,5 veces el espesor del tubo < 150 mm	< 450 mm con un mínimo de 6 barras	> 20 mm > Tamaño máximo del árido
Tubos de hormigón armado con camisa de chapa (THAcCCCh)	> 1,25 el tamaño máximo de árido > 25 mm	< 450 mm con un mínimo de 6 barras	> 15 mm si DN < 800 > 20 mm si DN > 800 > I tamaño máximo del árido

2.14.2 Tipos / Clasificación y Resistencia

2.14.2.1 Tuberías de Hormigón en masa

Se adoptarán dos clases de tubos (normal y resistente) en función de la carga de rotura a aplastamiento en el ensayo de las tres aristas.

Los diámetros admitidos para este tipo de tubería son: 300, 400 y 500 DN 300 N, DN 400 N, DN 500 N
DN 300 R, DN 400 R, DN 500 R

La clase resistente será que deberán aguantar los tubos será:

Normal: 9.000 kp/m²

Resistente: 13.500 Kp/m²

2.14.2.2 Tuberías de Hormigón Armado

Se adoptarán cinco clases resistentes, en función de la carga de fisuración y rotura a aplastamiento en el ensayo de las tres aristas, expresada en kg/metro lineal.

Los diámetros admitidos para este tipo de tubería son:

300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000, 2200, 2500, 2800 y 3000.

Las características de los tubos serán las de las tablas siguientes:

EXIGENCIAS DE DISEÑO PARA TUBOS DE HORMIGON ARMADO CLASE I

D - Load de fisuración controlada 4.000 kg/m²

D - Load de rotura 6.000 kg/m²



DIAMETRO INTERIOR (MM.)	ARMADURA EN cm ² /ml. DE TUBO					
	PARED A			PARED B		
	fck = 300 kg/cm ²			fck = 300 kg/cm ²		
	Espesor pared mm.	Armadura Circular		Espesor Pared mm.	Armadura Circular	
		Interior	Exterior		Interior	Exterior
1.500	125	5,3	4,0	150	4,4	3,4
1.800	150	7,4	5,5	175	6,1	4,7
2.000	167	8,8	6,7	191	7,3	5,7
2.200	184	10,1	7,6	207	8,5	6,8
2.500	208	12,3	8,3	232	10,3	8,4
2.800				257	13,4	10,3
	fck = 350 kg/cm ²					
	234	14,6	11,0			

EXIGENCIAS DE DISEÑO PARA TUBOS DE HORMIGON ARMADO CLASE II

D - Load de fisuración 5.000 kg/m²

D - Load de rotura 7.500 kg/m²

DIAMETRO INTERIOR (MM.)	ARMADURA EN cm ² /ml. DE TUBO								
	PARED A			PARED B			PARED C		
	fck = 300 kg/cm ²			fck = 300 kg/cm ²			fck = 300 kg/cm ²		
	Espesor pared mm.	Armadura Circular		Espesor Pared mm.	Armadura Circular		Espesor Pared mm.	Armadura Circular	
		Interior	Exterior		Interior	Exterior		Interior	Exterior
300	44	1,5	--	50	1,5	--	--	--	--
350	46	1,5	--	55	1,5	--	--	--	--
400	48	1,5	--	58	1,5	--	--	--	--
500	54	2,2	--	67	1,5	--	--	--	--
600	63	2,8	--	75	1,5	--	--	--	--
700	67	3,2	--	84	2,9	--	--	--	--
800	71	3,3	-- 2,1	92	3,1	-- 1,9	-- 119	-- 1,5	-- 1,5
900	75	3,0	2,5	100	2,5	2,3	127	1,9	1,7
1.000	83	3,2	2,8	108	2,7	2,7	136	2,4	1,9
1.100	91	3,7	3,4	117	3,4	3,0	144	3,0	2,3
1.200	100	4,5	3,8	125	3,8	3,2	153	3,4	2,5
1.300	108	4,8	4,2	134	4,4	3,6	161	3,9	3,2
1.400	116	5,3	4,7	142	4,9	4,0	169	4,7	3,6
1.500	125	6,4	6,5	150	5,3	5,5	195	6,4	4,9
1.800	150	8,7	7,7	175	7,4	6,7	212	7,8	5,9
2.000	167	10,0		191	8,9				



DIAMETRO INTERIOR (MM.)	ARMADURA EN cm ² /ml. DE TUBO								
	PARED A			PARED B			PARED C		
	fck = 300 kg/cm ²			fck = 300 kg/cm ²			fck = 300 kg/cm ²		
	Espesor pared mm.	Armadura Circular		Espesor Pared mm.	Armadura Circular		Espesor Pared mm.	Armadura Circular	
		Interior	Exterior		Interior	Exterior		Interior	Exterior
2.300	184	12,4	9,4	207	11,2	8,3	238	9,7	7,9
2.500	204	16,1	12,1	232	14,3	10,6	254	13,0	9,7
fck = 350 kg/cm ² 2.800	234	19,2	14,1	257	11,1	13,1	280	15,8	12,1



EXIGENCIAS DE DISEÑO PARA TUBOS DE HORMIGON ARMADO CLASE III

D - Load de fisuración 6.500 kg/m²

D - Load de rotura. 10.000 kg/m²

DIAMETRO INTERIOR (MM.)	ARMADURA EN cm ² /ml. DE TUBO								
	PARED A			PARED B			PARED C		
	fck = 300 kg/cm ²			fck = 300 kg/cm ²			fck = 300 kg/cm ²		
	Espesor pared mm.	Armadura Circular		Espesor Pared mm.	Armadura Circular		Espesor Pared mm.	Armadura Circular	
		Interior	Exterior		Interior	Exterior		Interior	Exterior
300	44	1,5	--	50	1,5	--	--	--	--
350	46	1,5	--	55	1,5	--	--	--	--
400	48	1,5	--	58	1,5	--	--	--	--
500	54	2,8	--	67	1,5	--	-- 94	-- 1,5	--
600	63	3,6	--	75	1,5	--	102	1,9	--
700	67	3,9	--	84	2,5	--	111	2,2	--
800	71	4,2	-- 3,4	92	3,0	-- 2,8	119	1,7	-- 1,5
900	75	4,4	3,8	100	3,6	3,2	127	2,3	1,8
1.000	83	5,0	4,3	108	4,1	3,5	136	1,8	2,1
1.100	91	5,8	5,1	117	4,7	3,8	144	3,4	2,5
1.200	100	6,8	5,4	125	5,2	4,4	153	4,1	3,1
1.300	108	6,2	6,3	134	5,8	5,0	161	4,7	3,6
1.400	116	8,4	7,0	142	6,5	5,5	169	5,3	4,0
1.500	125	9,3	9,1	150	7,2	7,8	195	7,6,	5,7
1.800	150	12,1	10,0	175	10,4	9,5	212	9,5	7,2
fck = 350	167	14,1	13,5	fck = 350	12,6	11,4	238	13,3	10,1
kg/cm ²	184	17,7	15,8	kg/cm ²	15,1	13,6	254	16,7	12,5
2.000	208	21,1	21,3	191	18,1	19,0	280	22,7	17,5
2.300	234	27,2		207	25,4				
2.500				232					
2.800				257					



EXIGENCIAS DE DISEÑO PARA TUBOS DE HORMIGON ARMADO CLASE IV

D - Load de fisuración 10.000 kg/m²

D - Load de rotura 15.000 kg/m²

DIAMETRO INTERIOR (MM.)	ARMADURA EN cm ² /ml. DE TUBO								
	PARED A			PARED B			PARED C		
	fck = 300 kg/cm ²			fck = 300 kg/cm ²			fck = 300 kg/cm ²		
	Espesor pared mm.	Armadura Circular		Espesor Pared mm.	Armadura Circular		Espesor Pared mm.	Armadura Circular	
		Interior	Exterior		Interior	Exterior		Interior	Exterior
300	44	3,2	--	50	1,5	--	--	--	--
350	46	3,3	--	55	1,9	--	--	--	--
400	48	3,5	--	58	2,4	--	--	--	--
500	54	4,1	--	67	3,4	--	-- 94	-- 1,5	-- 1,5
600	63	6,1	--	75	5,7	--	102	1,8	1,5
700	67	7,4	--	84	6,9	-- 4,1	111	2,1	1,6
800	71	8,5	--	92	5,5	4,7	119	3,0	2,1
900				100	6,3	5,3	127	3,8	2,9
1.000				108	7,1	5,9	136	4,6	3,6
1.100				117	7,9	6,8	144	5,5	4,2
1.200				125	8,9	7,5	153	6,6	4,9
1.300				134	10,1	8,2	161	7,7	5,8
1.400				142	12,1	9,5	169	8,7	6,6
1.500				150	12,5	fck = 350	195	12,9	9,7
1.600				fck = 350	16,7	kg/cm ²	212	16,0	11,9
2.000				kg/cm ² 175		12,7			

En los tubos de 1.600 y 2.000 mm de diámetro no existen datos de espesor y diámetros para la fabricación de estos tubos se realizarán por extrapolación.

EXIGENCIAS DE DISEÑO PARA TUBOS DE HORMIGON ARMADO CLASE V

D - Load de fisuración 14.000 kg/m²

D - Load de rotura 17.500 kg/m²

DIAMETRO INTERIOR (MM.)	ARMADURA EN cm ² /ml. DE TUBO								
	PARED A			PARED B			PARED C		
	fck = 300 kg/cm ²			fck = 300 kg/cm ²			fck = 300 kg/cm ²		
	Espesor pared mm.	Armadura Circular		Espesor Pared mm.	Armadura Circular		Espesor Pared mm.	Armadura Circular	
		Interior	Exterior		Interior	Exterior		Interior	Exterior
300				50	2,1	--	69	1,5	--
350				55	2,7	--	73	1,5	--
400				58	3,4	--	78	1,7	--
500				67	4,7	--	86	2,1	--
600				75	6,4	--	94	2,5	1,9
700				84	8,3	6,2	102	3,3	2,6
800				92	9,4	7,1	111	4,5	3,4
900				100	9,7	8,0	119	5,7	4,2
1.000				108	12,0	9,0	127	7,0	5,2
1.100				117	13,7	10,2	136	8,3	6,3
1.200				125	15,5	11,6	144	9,9	7,4
1.300							153	11,5	8,5
1.400							161	13,2	9,8
1.500							169	14,8	11,2
1.800							195	21,0	15,7
2.000									
2.300									
2.500									
2.800									
3.000									
3.500									

Nota: Para los tubos usados en hincas Clase V el espesor usado dependerá del modelo de la microtuneladora utilizada, el fabricante realizará una propuesta concreta en función de los parámetros de la microtuneladora que se utilice en la perforación.

2.14.2.3 Tuberías de Hormigón Armado con empujador

Todas las tuberías de hormigón para colocación mediante hincas, cumplirán las condiciones especificadas en el apartado 2.15.1, además de las siguientes prescripciones:

- Pertenecerán a la Clase V de la norma UNE 127.916/ UNE- EN 1.916, todos los diámetros excepto a partir de DN 2000 que por limitación de espesores nominales en función de los diámetros exteriores de las máquinas de hincas, se limitará a CL. IV de la misma norma.



- El fabricante no realizará ningún suministro antes de haber garantizado dicha resistencia en ensayo de fisuración controlada y rotura. Este se realizará normalmente a los 28 días desde la fabricación, pudiéndose reducir dicho plazo, pero nunca a un periodo inferior a 10 días. Con la autorización de la D.O. en todo caso.
- La resistencia característica a compresión del hormigón utilizado en la fabricación de las tuberías a instalar mediante técnicas de hinca con empujador no será menor de 500 kg/cm².
- Las tuberías de hormigón que vayan a ser instaladas con técnicas de hinca con empujador deberán estar dimensionadas para resistir sin fisuras ni roturas los esfuerzos a que han de estar sometidas durante la instalación, de forma que la tensión máxima de trabajo del hormigón no se supere. Para el cálculo, los esfuerzos se realizarán mediante la norma ATV- A-161 en función de los parámetros concretos de la instalación: radio de curvatura de la hinca, longitud útil del tubo, diámetro interior y exterior del tubo, distancia entre el diámetro interior del tubo y de la madera, espesor máximo del aro de la madera, definiéndose la máxima potencia permitida de avance mayorado según el coeficiente de seguridad.
- El extremo hembra del tubo estará formado por una virola de acero galvanizado y pintada con breá-epoxi.
- La armadura transversal se reforzará en una cuantía del 100% en los extremos del tubo, en una longitud $l_n \geq 0,25$ m.
- En los extremos de los tubos se colocarán estribos en forma de "U", para conectar ambas armaduras (interior y exterior), en la parte superior e inferior en el 50% de las longitudinales y en el 100% para los tubos de Estaciones Intermedias.
- La cuantía de la armadura longitudinal será como mínimo el 20% de la transversal.
- En la unión de la virola metálica con la pared del tubo se colocará un cordón de material expansivo al contacto con el agua, o una junta de estanqueidad en la cara exterior de la sufridera de madera, de forma que se evite el paso de agua por la unión virola-hormigón.
- El contratista propondrá a la dirección de Obra el número y tipo de tubos especiales para acoplar a las Estaciones Intermedias de la empresa hincadora, en función de las características del terreno y de la ejecución de la obra. La Dirección de Obra aprobará los planos de dichos tubos, siendo tarea del fabricante, fabricar los tubos especiales de acople con las estaciones intermedias de la empresa hincadora. las cuales se fabricarán con acero de calidad mínima S 235 JR pudiéndose utilizar en función de la existencia o no de nivel freático estación intermedia:
 - con rascador. - en terrenos en los que no aparezca el nivel freático.
 - con junta activa. - en terrenos en los existan grandes presiones debido a la presencia del nivel freático, será exigible su utilización cuando el nivel freático se encuentre a una altura de 1 m sobre la generatriz superior de la tubería.

La armadura necesaria en la zona de hormigón de la estación intermedia el refuerzo será del 100 %
Todos los planos deberán ser aprobados por la Dirección de Obra.

- Entre tubo y tubo se colocará una pieza de madera (sufridera) para homogeneizar las fuerzas de empuje. La pieza de madera, en condiciones Standard será de aglomerado. Para hincas curvas, se podrán utilizar otro tipo de sufrideras (madera de pino sin nudos o abeto).

- Bajo nivel freático, el extremo macho del tubo irá mecanizado, alojando la junta de goma en una acanaladura, garantizando así la estanqueidad incluso en situaciones de nivel freático elevado. Si la Dirección de Obra lo estima oportuno, se podrán mecanizar dos acanaladuras, para alojamiento de dos juntas de goma.
- En función de las necesidades de obra, se colocarán en tantos tubos como se defina, tres engrasadores pasantes colocados a mitad de tubo y distanciados entre si 120°. Estos engrasadores serán metálicos de ¾" o de 1", y su unión con el hormigón quedará sellada. Bajo nivel freático estos engrasadores dispondrán de válvulas anti-retorno.

En la documentación antedicha quedarán definidas asimismo las siguientes características:

- Longitud total y efectiva de la tubería.
- Disposición general de armaduras.
- Detalle de la junta definiendo el ángulo de giro admisible.
- Área de las superficies de empuje en los extremos de los tubos.
- Cargas de empuje máximo para las que la tubería ha sido proyectada.

2.14.2.4 Tuberías de Hormigón con Alma de Chapa

La clasificación de los tubos de hormigón con alma de chapa para abastecimiento se realiza en base al tipo de tubo de que se trate, a su DN y a la presión máxima de diseño (MDP) que resistan, debiendo, en cualquier caso figurar en el proyecto planos de detalle y prescripciones técnicas relativas a la disposición de las armaduras, espesor de hormigón y mortero de revestimiento, características de los materiales, proceso de ejecución y cuanta otra información sea necesaria para la completa y unívoca definición del tubo.

Los espesores mínimos de chapa en tuberías enterradas serán los siguientes:

e (mm.) P (atm.) 3,- 6 < P < 8

4,- 8 < P < 10

5,- 10 < P < 12

6,- 12 < P

Uniones

En el caso de uniones soldadas deberán garantizarse los siguientes valores:

DN	Espesor mínimo (mm)		Tolerancia en el perímetro (mm)		Tolerancia en la ovalación (mm)	
	Enchufe	Extremo liso	Enchufe	Extremo liso	Enchufe	Extremo liso
DN ≤ 1.500	4	4	+8,5/-1,5	+1,5/-8,5	+7/-3	+3/-7
DN > 1.500	4	4	+8,5/-1,5	+1,5/-8,5	+10/-3	+5/-10



Para las uniones flexibles se limita la desviación angular a los siguientes valores:

<i>DN</i>	<i>Uniones flexibles</i>	<i>Uniones ajustables</i>
$DN \leq 300$	3° 26'	1° 43'
$300 < DN \leq 600$	2° 18'	1° 09'
$600 < DN \leq 1.000$	1° 09'	0° 34'
$DN > 1.000$	$1° 09' \times 1.000/DN$	$0° 34' \times 1.000/DN$

Diseño / Geometría

2.14.2.5 Tuberías de Hormigón en masa

2.14.2.5.1 Tolerancias en los diámetros interiores

Las desviaciones máximas admisibles para el diámetro interior respecto al diámetro nominal serán las que señala la siguiente tabla: (para diámetros mayores véase las tolerancias de los tubos de hormigón armado).

Tolerancias de los diámetros interiores		
Diámetro nominal(milímetros)	300-400	500
Tolerancias(milímetros)	± 4	± 5

En todos los casos el promedio de los diámetros interiores tomados en las cinco secciones transversales resultantes de dividir un tubo en cuatro partes iguales no debe ser inferior al diámetro nominal del tubo.

Como diámetro interior de cada una de las cinco secciones se considerará el menor de los diámetros perpendiculares cualquiera.

2.14.2.5.2 Longitudes

La longitud de los tubos será como mínimo de 2,00 m. y como máximo de 3 m. Los tubos biela serán como mínimo de 1,00 m y como máximo de 1,5 m.

2.14.2.5.3 Tolerancias en las longitudes

Las desviaciones admisibles de la longitud no serán en ningún caso superiores al 2% de la longitud, en más o en menos, según el plano de diseño.



2.14.2.5.4 Desviación de la línea recta

La desviación máxima desde cualquier punto de la generatriz de apoyo al plano horizontal tomado como referencia no será en ningún caso superior a 5 mm para tubos de longitud igual a un metro. Dicha medición se realizará haciendo rodar el tubo una vuelta completa sobre el plano horizontal de referencia.

Para longitudes de tubo superiores a la mencionada, la desviación admitida será proporcional a la longitud.

2.14.2.5.5 Espesores

Los espesores de pared de los tubos serán como mínimo los necesarios para resistir al aplastamiento las cargas por metro lineal que la corresponden según su clasificación.

El fabricante fijará los espesores de los tubos en su catálogo.

2.14.2.5.6 Tolerancias en los espesores

No se admitirán disminuciones de espesor superiores al mayor de los dos valores siguientes: 5 % del espesor del tubo que figura en el catálogo.

5 milímetros.

2.14.2.6 Tuberías de Hormigón Armado y con empujador

2.14.2.6.1 Tolerancias en los diámetros interiores

El diámetro nominal es el diámetro de diseño de la tubería, y estará dentro de la serie de diámetros normalizados.

Las desviaciones máximas admisibles para el diámetro interior respecto al diámetro nominal serán las que señala la siguiente tabla:

Tolerancias de los diámetros interiores				
Diámetro nominal(milímetros)	300-600	700-800	1000-1800	2000-2500
Tolerancias(milímetros)	± 5	± 7	± 8	± 10



En todos los casos, el promedio de los diámetros interiores tomados en las cinco secciones transversales resultantes de dividir un tubo en cuatro partes iguales no debe ser inferior al diámetro nominal del tubo. Como diámetro interior de cada una de las cinco secciones se considerará el menor de dos diámetros perpendiculares cualquiera.

2.14.2.6.2 Longitudes

Se define como longitud eficaz del tubo la distancia entre el borde exterior del macho (enchufe o espiga) y el borde interior de la hembra (campana o enchufe).

La longitud de los tubos será como mínimo de 2,00 m. y como máximo de 3 m. Los tubos biela serán como mínimo de 1,00 m y como máximo de 1,5 m.

2.14.2.6.3 Tolerancias en las longitudes

Las desviaciones admisibles de la longitud no serán en ningún caso superiores a 1% de la longitud en más o en menos, no pudiendo superarse en toda la longitud del tubo los 13 mm.

2.14.2.6.4 Desviación de la línea recta

Los tubos deberán ser rectos, permitiéndose una desviación máxima de 3,5 milímetros por metro, de la longitud total eficaz del tubo.

2.14.2.6.5 Espesores

Salvo indicación expresa en contra se adoptará como espesor máximo de los tubos de hormigón armado para conducciones de saneamiento el correspondiente al apartado "B" de las tablas de diseño.

2.14.2.6.6 Tolerancia de los espesores

No se admitirán disminuciones de espesor superiores al mayor de los dos valores siguientes: 5% de espesor del tubo.

5 milímetros.



2.14.2.6.7 Perpendicularidad de los bordes

Los bordes de cada tubo deberán ser perpendiculares al eje longitudinal del mismo, salvo en los codos que los serán a la tangente del eje en el punto considerado.

Las variaciones admisibles entre la longitud de dos generatrices opuestas no podrán superar los 6 milímetros para los tubos hasta 600 mm. de diámetro interior, no deberá superar los 3 mm./m. para diámetros mayores con un máximo de 15 mm. en cualquier longitud de tubo, hasta un diámetro interior de 2.100 mm., para diámetros mayores se limita la diferencia total a 20 mm.

2.14.2.6.8 Superficie interna

El método constructivo y los materiales empleados deberán permitir la obtención de una superficie interna suficientemente lisa para garantizar el buen funcionamiento hidráulico del tubo.

Se admitirán irregularidades que originen una separación del calibre de medida de 1,5 mm. desde la superficie, de acuerdo con el ensayo del Apéndice J de la BS-5911.

Se permite picar protuberancias aisladas para cumplir con esta condición.

2.14.2.7 Tuberías de Hormigón con Alma de Chapa

Las características geométricas serán las indicadas en la norma UNE-EN 641 Piezas especiales

Es condición indispensable que las piezas especiales se fabriquen bajo las mismas condiciones, procedimientos y control de calidad especificadas para la fabricación de las tuberías en este capítulo.

No se admitirá la fabricación de las piezas especiales por medio de trozos de tubos, cortados en obra sin autorización escrita de la Dirección de Obra y previa presentación del Contratista del procedimiento de ejecución, soldadura, materiales a emplear, protecciones, etc.

Piezas curvas

Para el diseño y fabricación de las piezas curvas se deberá tener en cuenta que los radios de curvatura del eje serán los señalados en los planos de Proyecto que como mínimo serán los indicados a continuación:



DIMENSIONES	
DIÁMETRO INTERIOR	RADIO SOBRE EL EJE
(en metros)	(en metros)
200 < D.I. < 300	0,60
350 < D.I. < 450	0,80
500 < D.I. < 600	1,00
700 < D.I. < 900	1,25
1000 < D.I. < 1300	1,50
1400 < D.I. < 1800	2,00

La longitud recta mínima, antes y después de la junta curva será de (250) doscientos cincuenta milímetros.

Conos de reducción

Los conos de reducción tendrán las siguientes características salvo indicación en contra de los detalles de los planos de Proyecto.

DIMENSIONES	
DIÁMETRO MAYOR INTERIOR	LONGITUDES DE LA PARTE CÓNICA
(en milímetros)	(en metros)
200 < D.M.I. < 300	0,45

DIMENSIONES	
DIÁMETRO MAYOR INTERIOR	LONGITUDES DE LA PARTE CÓNICA
350 < D.M.I. < 450	0,75
500 < D.M.I. < 900	1,00
1000 < D.M.I. < 1300	1,50
1400 < D.M.I. < 1800	2,0

La relación entre el diámetro menor y el mayor estará comprendida entre 0,55 y 0,75.

La longitud recta mínima, antes y después de la reducción será de (250) doscientos cincuenta milímetros.

Piezas en S

La longitud recta mínima, anterior y posterior, a la parte curva será de (250) doscientos cincuenta milímetros.



Piezas en T y/o derivaciones

La longitud útil de la T media en el sentido de la conducción principal será la indicada en el siguiente cuadro salvo indicación en contra en los detalles de los planos de Proyecto.

DIMENSIONES	
DIÁMETRO DE LA DERIVACIÓN (en milímetros)	LONGITUD ÚTIL DE LA T (en metros)
40 < D.d. < 100	1,00
125 < D.d. < 200	1,25
250 < D.d. < 400	1,50
500 < D.d. < 800	2,00
900 < D.d. < 1000	2,25

TOLERANCIAS

Diámetro interior del tubo

La tolerancia para el diámetro interior del tubo se establece en + 1% de su diámetro nominal, sin exceder de 15 mm. Además, el promedio de los diámetros mínimos en las cinco secciones resultantes de dividir la longitud del tubo en cuatro partes iguales no debe ser inferior a su diámetro nominal.

Espesor del tubo

La tolerancia para el espesor del tubo se establece en + 5% de su espesor nominal. Esta misma tolerancia se establece para el núcleo de los tubos pretensados.

Ovalización del tubo en la zona de junta

La ovalización en la zona de junta deberá ser tal que la diferencia entre sus diámetros interiores máximo y mínimo no exceda del 0,5% del diámetro nominal del tubo.

Diámetros de la camisa de chapa y de la jaula de armaduras

Con respecto a la tolerancia para los diámetros de la camisa de chapa o de las capas de armaduras, se establece que la diferencia entre sus diámetros interiores máximo y mínimo no sea superior al 1% de los diámetros nominales correspondientes.

Longitud

La tolerancia para la longitud del tubo se establece en + 1% de su longitud nominal. Juntas de moldes

La tolerancia para las juntas de moldes sea tal que el resalto que originen en el paramento de hormigón del tubo no exceda de 3,5 mm. Si se sobrepasa este valor máximo, deberá repasarse la junta con radial, especialmente en el caso de núcleos de tubos de hormigón pretensado, para lograr la aplicación directa del alambre de pretensar, en toda su longitud, sobre la superficie del hormigón del núcleo.

2.14.3 Recepción de tuberías en fábrica

La Dirección Facultativa se reserva el derecho de realizar en fábrica, por intermedio de sus representantes, cuantas verificaciones de fabricación y ensayos de materiales estime precisos para el control perfecto de las diversas etapas de fabricación. A estos efectos, el Contratista, en el caso de no proceder por sí mismo a la fabricación de los tubos, deberá hacer constar este derecho de la Dirección Facultativa en su contrato con el fabricante.

El Contratista avisará a la Dirección Facultativa, con quince días de antelación como mínimo, del comienzo de la fabricación en su caso, y de la fecha en que se propone efectuar las pruebas, cuando se trate de materiales no incluidos en el catálogo habitual del fabricante.

El Contratista avisará a la Dirección Facultativa, con siete días de antelación como mínimo, del comienzo de la fabricación en su caso, y de la fecha en que se propone efectuar las pruebas, cuando se trate de materiales incluidos en el catálogo habitual del fabricante.

La Dirección Facultativa, en caso de no asistir por sí o por delegación a las pruebas en fábrica, podrá exigir al Contratista certificado de garantía de que se efectuaron en forma satisfactorias los ensayos.

Cada entrega irá acompañada de una hoja de ruta, especificando naturaleza, número, tipo y referencia de las piezas que la componen.

Las piezas que hayan sufrido averías durante el transporte o que presente defectos no apreciados en la recepción en fábrica, en su caso, serán rechazadas. La Dirección Facultativa, si lo estima necesario podrá ordenar en cualquier momento la repetición de pruebas sobre las piezas ya ensayadas en fábrica.

Serán obligatorias las siguientes verificaciones o pruebas:

- Examen visual del aspecto general de los tubos y comprobación de dimensiones, espesores y rectitud de los tubos.
- Ensayo de estanqueidad y ensayos hidrostáticos
- Resistencia a Compresión, absorción y alcalinidad
- Ensayo de aplastamiento Fisuración Controlada y Rotura)

El material se clasificará en lotes de 200 unidades según su naturaleza, categoría y diámetro nominal, salvo que la Dirección Facultativa autorice expresamente lotes de mayor número.

Por cada lote de 200 o fracción de lote, si no se llegase en el pedido al número citado, se tomarán el menor número de elementos que permita realizar la totalidad de los ensayos.

Se procederá a la comprobación de los ensayos señalados anteriormente, asignándose los resultados que se obtengan a la totalidad del lote.



2.14.4 Control de calidad

2.14.4.1 Bases de aceptación de los tubos

Para garantizar que los tubos colocados en obra responden a las características especificadas en el Proyecto, se procederá a un control de calidad que contemplará los siguientes aspectos:

Control sobre los materiales empleados del hormigón. Ensayo de flexión transversal.

Comprobación del recubrimiento de las armaduras. Ensayo de absorción.

Ensayo de alcalinidad. Ensayo hidrostático.

Control de la rugosidad de los tubos.

Inspección de los tubos en proceso de fabricación. Inspección de los tubos acabados.

Control sobre la estanqueidad de las juntas.

Los tubos y juntas deberán cumplir las especificaciones correspondientes a los puntos anteriores y que se detallan más adelante, para ser aceptados por la Dirección de Obra.

Cualquier especificación insatisfecha por una serie de tubos y que haga suponer la existencia de un fallo sistemático en el proceso de fabricación, invalidará todo el lote al que pertenezcan aquéllos y será rechazado por la Dirección de Obra.

2.14.4.2 Control sobre los materiales empleados en la fabricación de los tubos

- **Cemento Ensayos previos**

Antes de comenzar la fabricación de los tubos se realizará un ensayo de resistencia a flexotracción y compresión, finura de molido y principio y fin de fraguado.

Cuando se utilice cemento puzolánico se realizará un ensayo de puzolanidad.

- Ensayos sistemáticos

Se realizarán los ensayos detallados en el punto anterior como mínimo cada 200 t. de cemento recibido en fábrica.

Si la Dirección de Obra lo estima conveniente, se podrán convalidar estos ensayos por los que realice el suministrador del cemento, si estos coinciden en el tiempo.

Todos los ensayos se realizarán según los métodos especificados en el Pliego de Prescripciones Técnicas para la Recepción de Cementos.



- Aguas Ensayos previos

Antes de comenzar la fabricación de los tubos se realizarán los siguientes ensayos: Contenido de Cloro (Cl-) (UNE 7178).

Contenido de sales disueltas. Ensayos sistemáticos

Se realizarán una vez al mes los ensayos de contenido del Cloro (Cl-) y sales disueltas, pudiendo aumentarse este plazo según las fuentes de suministro.

- Áridos Ensayos previos

Antes de comenzar la fabricación o si se cambia de suministrador durante aquella, se realizarán los siguientes ensayos:

Los señalados en la Instrucción EHE-08 o su actualización. Tamaño máximo de árido.

Granulometría. Ensayos sistemáticos

En tanto no se cambie el suministrador de los áridos se realizarán por cada remesa los ensayos de: Contenido de fresos.

Tamaño máximo. Granulometría.

- Aditivos Ensayos previos

Se realizarán según la Instrucción EHE -08 o sus posteriores actualizaciones, estos ensayos podrán ser sustituidos por los que realice el fabricante del producto.

Ensayos sistemáticos

Durante la fabricación de los tubos se comprobará que el tipo y marca del aditivo utilizado corresponde a los aceptados previamente, según el párrafo anterior.

- Acero

El acero se someterá a un Control a NIVEL NORMAL, realizando los ensayos que especifican la Instrucción EHE-08 o sus posteriores actualizaciones.

Estos ensayos se realizarán también si cambia el suministrador del acero.

- Armaduras

En cada una de las armaduras fabricadas se realizarán las siguientes comprobaciones: Separación de espiras.

Cuantía de la armadura principal y longitudinal. Redondez de las espiras.

Estado de solapes o soldaduras. Colocación de separadores.



Refuerzo de los extremos y separación de la última espira al borde.

- Hormigón

Consistencia

Al menos dos veces al día se comprobará que la consistencia del hormigón está dentro de los límites establecidos.

Alcalinidad

Una vez definida la dosificación del hormigón de los tubos, se realizará una determinación de la alcalinidad de aquel, durante los ensayos previos de resistencia.

- Criterios de aceptación

En lo referente al control del cemento, agua, áridos, aditivos y acero se adoptarán los criterios de la Instrucción EHE -08 o sus posteriores actualizaciones.

En lo referente al control de las armaduras no se aceptarán aquellas jaulas que incumplan cualquiera de los tres primeros puntos señalados en el apartado anterior. Con fallos en los otros conceptos podrán ser utilizadas previa reparación.

- Abono de los ensayos

Tanto los ensayos previos como los sistemáticos realizados con la frecuencia señalada, serán de cuenta del Fabricante y no serán de abono.

Únicamente aquellos ensayos adicionales que ordene la Dirección de Obra serán de abono cuando los resultados sean satisfactorios, no siéndolo en caso contrario.

2.14.4.3 Control de la resistencia a compresión del hormigón

- Ensayos previos

Se realizarán estos ensayos antes de iniciar el proceso de fabricación para comprobar que la dosificación, granulometría, método de curado, etc., utilizados en cada tipo de hormigón, producen los resultados esperados. Para su realización se aplicará la Instrucción EHE -08 o sus posteriores actualizaciones. Durante el proceso de fabricación deberá llevarse a cabo estos ensayos cuando se introduzca alguna modificación en el mismo.

- Control mediante rotura de probetas cilíndricas a compresión Nivel de control

La resistencia a compresión del hormigón utilizado en la fabricación de los tubos se controlará mediante ensayos a NIVEL INTENSO, de acuerdo con la Instrucción para el Proyecto y la ejecución de las Obras de Hormigón en Masa o Armado (EHE-08 o sus posteriores actualizaciones).



Una vez al día y no menos de seis (6) en 100 m³, se obtendrán muestras de otras tantas amasadas, confeccionando seis (6) probetas cilíndricas de cada muestra como las definidas en la Instrucción EHE y se procederá a la rotura a los 7 y 28 días.

Se entiende como resistencia de cada amasada la media de los valores obtenidos con las tres probetas rotas a los 28 días.

La resistencia característica estimada se obtiene según la Instrucción EHE, verificándose: f_{est} no menor de: $0,95 \cdot X_1$.

Siendo X_1 la menor resistencia obtenida. Criterios de aceptación

Los tubos elaborados con el hormigón sometido a control se aceptarán si:

$$f_{est} > 0,90 \cdot f_{ck}$$

No más de dos (2) probetas podrán tener menor resistencia que la característica. Ninguna de las probetas tendrá una resistencia inferior al 80% de la característica.

Si no se cumple alguna de las condiciones anteriores se someterán a ensayo de tres aristas hasta fisuración de 0,25 mm. un (1) tubo de cada una de las amasadas que componen la parte controlada, aceptándose todo el lote si el tubo ensayado supera la prueba.

Todos los ensayos, correrán a cargo del fabricante.

- Control mediante rotura de testigos obtenidos de la pared del tubo Objeto del ensayo y método empleado

Al igual que el control anterior, tiene por objeto comprobar que la resistencia del hormigón coincide o supera a la de diseño.

Se extraerá un cilindro de la pared del tubo siguiendo las especificaciones señaladas en la Norma ASTM C-497 (artículo 6).

Selección de la muestra

Se realizará una prueba de resistencia con cilindros extraídos de la pared del tubo en el uno por ciento (1%) de los tubos fabricados.

Criterios de aceptación

La resistencia alcanzada por cada uno de los cilindros probados deberá ser mayor que la resistencia característica especificada.

Si un testigo no supera la prueba se extraerá una nueva probeta del mismo tubo. Si no alcanza la resistencia especificada, se rechazará el tubo y el fabricante deberá realizar pruebas sobre muestras de otros dos tubos para conseguir la aceptación del lote.



- Otros ensayos del hormigón

Se realizarán ensayos de consistencia en cada uno de los turnos de trabajo.

Se realizarán ensayos de determinación del contenido de ión (Cl-) una vez al mes, y siempre que se reciba en planta una nueva remesa de alguno de los elementos que entran a formar parte del hormigón.

Tipo de control y tamaño de lote para los ensayos de flexión transversal e hidrostático

- Tipo de control Control a Nivel Normal

El Control Normal se debe utilizar cuando un proceso de fabricación lleva un tiempo suficiente en funcionamiento bajo un control de similares características.

Control a Nivel Intenso

El control intenso se realizará cuando:

Se controla un producto nuevo, un producto rediseñado o una nueva línea de producción.

Dos lotes han sido rechazados en no más de cinco lotes consecutivos utilizando un control normal.
Control a Nivel Reducido

Se pasará a nivel reducido desde un control normal cuando los resultados sean satisfactorios y se puedan aplicar las reglas señaladas más adelante.

- Normas de selección de nivel de control Paso del control normal a intenso

Después de realizar un control a nivel normal se pasará a nivel intenso si dos (2) o más de cinco (5) lotes han sido rechazados.

Paso a control intenso normal

Se pasará a realizar un control a nivel intenso a un control a nivel normal, cuando se han aceptado cinco lotes consecutivos.

NUMERO MAXIMO DE FALLOS INDIVIDUALES PERMITIDOS EN LOS ULTIMOS DIEZ LOTES PARA PASAR A CONTROL REDUCIDO



NUMERO DE UNIDADES MUESTREADAS EN LOS ULTIMOS 10 LOTES	NUMERO TOTAL DE FALLOS EN LOS ULTIMOS 10 LOTES DE INSPECCION NORMAL
20 a 29	ver nota 1
30 a 79	0
80 a 199	2
130 a 199	4
200 a 319	8
320 a 499	14
500 a 799	25
800 a 1.249	42

Un total de menos de 30 unidades muestreadas no es suficiente para pasar al control reducido, deben usarse más lotes para el cálculo, con tal que los lotes sean los más recientes, hayan pasado el control normal y ninguno haya sido rechazado.

Paso de control normal a reducido

Ensayo hidrostático y de fisuración controlada.

Se puede pasar a un control reducido desde control normal cuando:

Se han aceptado los últimos diez (10) lotes sometidos a control normal.

El número máximo de fallos ocurridos con las muestras representativas de los últimos diez (10) lotes es menor o igual que el número correspondiente de la columna 2 de la tabla 1.

Paso de control reducido a normal

Se pasará de control a nivel reducido a nivel normal cuando:

Se rechace un lote.

Cuando se ha producido un fallo en el lote. La producción es irregular o aplazada.

Paso de control intenso a detención de la producción

Se detendrá la producción cuando al realizar control a nivel intenso durante diez lotes no se ha podido pasar a control normal.

Se debe investigar la causa del fallo y adoptar las medidas de corrección necesarias. Se reanudará la producción realizando un control intenso.



- Definición y tamaño del lote

Definición

Se define como lote el número de unidades de una especificación determinada producidas sin interrupción bajo las condiciones uniformes durante un período de tiempo dado por el mismo procedimiento.

Tamaño del lote

Los ensayos de fisuración controlada e hidrostática se realizarán sobre unidades representativas de los lotes que se formen en función del programa de fabricación o de las unidades de obra.

Para el ensayo hidrostático únicamente se permite agrupar elementos de diferentes especificaciones siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

Todas las tuberías del lote se fabricarán mediante el mismo procedimiento.

La selección entre el tamaño nominal máximo y el mínimo no será mayor de 1,5. El período de fabricación no será superior a una semana.

La aceptación o rechazo del lote comprende a todos los elementos que lo componen.

2.14.4.4 Ensayos de flexión transversal

- Ensayo de fisuración controlada Método de ensayo

Este ensayo de aplastamiento se realizará según las especificaciones del ensayo de tres aristas que recoge la Norma ASTM-C497 M, punto 4.

Selección de la muestra

Se realizarán los ensayos sobre un número de unidades elegidas al azar, en función del tamaño del lote y del nivel de control, según los valores de la tabla.



SELECCION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA LOS ENSAYOS DE FISURACION CONTROLADA E
HIDROSTATICA

ENSAYO TIPO	TAMAÑO DEL LOTE	TAMAÑO DE LA MUESTRA	NUMERO DE FALLOS			
			Aceptación	Rechazo	Aceptación	Rechazo
NORMAL	2 a 8	2 (única)	0	1	1	2
	9 a 15	2 (única)	0	1	1	2
	16 a 25	2 (única)	0	1	1	2
	26 a 50	5 (doble)	0	2	3	4
	51 a 90	5 (doble)	0	2	4	5
	91 a 150	5 (doble)	0	2	6	7
	151 a 280	8 (doble)	0	3		
	281 a 500	13 (doble)	1	4		
	501 a 1.200	20 (doble)	2	5		
INTE	2 a 8	3 (única)	0	1	1	2
	9 a 15	3 (única)	0	1	1	2
	16 a 25	3 (única)	0	1	1	2
	26 a 50	8 (doble)	0	2		

ENSAYO TIPO	TAMAÑO DEL LOTE	TAMAÑO DE LA MUESTRA	NUMERO DE FALLOS			
			Aceptación	Rechazo	Aceptación	Rechazo
NSA	51 a 90	8 (doble)	0	2	1	2
	91 a 150	8 (doble)	0	2	3	4
	151 a 280	8 (doble)	0	2	4	5
	281 a 500	13 (doble)	0	3		
	501 a 1.200	20 (doble)	1	4		
REDUCIDA	2 a 8	2 (única)	0	1	1	2
	9 a 15	2 (única)	0	1	1	2
	16 a 25	2 (única)	0	1	1	2
	26 a 50	2 (doble)	0	2	3	4
	51 a 90	2 (doble)	0	2	4	5
	91 a 150	2 (doble)	0	2	5	6
	151 a 280	3 (doble)	0	3		
	281 a 500	5 (doble)	0	4		
	501 a 1.200	8 (doble)	0	4		



Crterios de aceptaci3n

Se considera que un tubo ha superado el ensayo de tres aristas cuando sometido a una carga igual a la de diseo y mantenida 3sta durante un tiempo m3nimo de un minuto, no aparecen fisuras mayores de 0,25 mm. y con una longitud de m3s de 30 cm.

La anchura de las fisuras se medir3 mediante un calibre o una galga que penetrar3 sin esfuerzo 1,5 mm. de profundidad en las fisuras que aparezcan.

Las fisuras deber3n aparecer 3nicamente en la clave, base o riiones y con la forma y dimensiones m3ximas mencionadas.

Si esto no se cumple, bien por la situaci3n, forma o dimensi3n de las fisuras, se considera que el ensayo no ha sido superado.

Si el n3mero de fallos que se produce entre la muestra es mayor o igual que el valor de la columna 4 de la tabla, se considera que el ensayo no ha sido superado y ser3 rechazado el lote.

Si el n3mero de fallos es menor que el valor de la columna 4, pero mayor que el de la columna 3, se elegir3 una nueva muestra del mismo tamao que la primera y se ensayar3n con el mismo sistema. Si el n3mero de fallos de las dos muestras conjuntas es menor o igual que el valor de la columna 5, se aceptar3 el lote con excepci3n de la defectuosa. Si el n3mero total de fallos es mayor o igual que el valor de la columna 6 se rechazar3 el lote.

El fabricante podr3 reclasificar las tuber3as del lote que no han superado la prueba, como correspondientes a una clase inferior, adecuada a la carga soportada sin fallo. El marcado de estos tubos se har3 de acuerdo entre el fabricante y la Direcci3n de Obra.

Ensayos previos

Antes de comenzar la fabricaci3n de todos los tubos objeto del contrato, se proceder3 a dos (2) ensayos de tres aristas hasta fisuraci3n controlada para comprobar que tanto el diseo como el proceso de fabricaci3n proporcionan los resultados exigidos.

- Ensayo de rotura M3todo de ensayo

Se emplear3 el mismo m3todo que el especificado en el punto (a), p3rrafo primero, de este apartado, aumentando la carga hasta rotura.

Selecci3n de la muestra

Se elegir3 al azar una tuber3a de cada treinta (30) que hayan sido sometidas al ensayo de fisuraci3n controlada para cada uno de los tipos especificados, teniendo en cuenta que no sea seleccionada m3s de una tuber3a de dos lotes consecutivos comprendiendo un total de 600 tuber3as o menos de una especificaci3n dada.



Si ninguna tubería ha sido seleccionada durante un período de un mes, una de ellas se seleccionará al azar de cada uno de los procesos de fabricación, consiguiendo que las tuberías seleccionadas en un período de 12 meses sean representativas de toda la gama de diámetros nominales fabricados durante este período.

Criterios de aceptación

Se considera superado el ensayo cuando la tubería resista sin colapso la carga última de rotura, sin limitaciones en el tamaño de las fisuras que puedan aparecer.

Si un tubo no supera el ensayo, se detendrá el proceso de fabricación y se investigarán las causas del fallo, adoptándose las medidas correctoras que resulten necesarias.

Se relanza el proceso de fabricación y se prueban los tres primeros tubos fabricados.

Si los tubos superan la prueba se continúa el proceso de fabricación sometiéndolo a control intenso para el ensayo de aplastamiento hasta fisuración controlada. Si una tubería falla se vuelve a detener el proceso de fabricación y se realizan las investigaciones oportunas para corregir los defectos detectados. Se repetirá este proceso hasta que se obtengan resultados satisfactorios.

Cuando un tubo no supera el ensayo de aplastamiento hasta rotura, todo el lote será rechazado. Sin embargo, se permite que el fabricante reclasifique los tubos sobrantes en una categoría inferior adecuada a la carga de rotura medida en el ensayo.

El marcado de estos tubos se hará de acuerdo entre el fabricante y el Director de las Obras. Ensayos previos

Antes de enviar ningún tubo a obra y como comprobación de que se cumplen los requisitos de proyecto, se procederá a ensayar por aplastamiento hasta rotura un (1) tubo de las características que decida el Director de Obra, pudiéndose comenzar la fabricación de la tubería contratada si el ensayo resulta satisfactorio.

- Abono de los ensayos

Tanto los ensayos sistemáticos de aplastamiento hasta fisuración controlada como los de rotura, en la cantidad especificada en los puntos anteriores, correrán por cuenta del fabricante y no serán de abono.

El Director de las Obras podrá ordenar la realización de nuevos ensayos adicionales cuando lo estime oportuno: estos serán de abono por parte de la Dirección cuando resulten satisfactorios y no lo serán en caso contrario. Si ocurre esto último se actuará según lo especificado en los puntos anteriores para los ensayos sistemáticos.

2.14.4.5 Recubrimiento de las armaduras

- Método de ensayo



Para la comprobación del espesor del recubrimiento de las armaduras se picará un canal de 300 mm. de longitud por 25 mm. de ancho que permitirá ver las armaduras en todas las caras de tubo y medir su recubrimiento.

También se puede comprobar el espesor del recubrimiento mediante testigos cilíndricos extraídos de las paredes de los tubos.

Para los tubos que no formen parte de una muestra, se podrá emplear un medidor electrónico.

- Selección de la muestra

Se comprobará la profundidad del recubrimiento directamente en un tubo por cada lote que se haya ensayado a aplastamiento.

La comprobación por métodos electrónicos se realizará sobre el resto de los tubos que se hayan ensayado a aplastamiento.

- Criterios de aceptación

Se considera que se cumple la especificación de recubrimiento cuanto éste medido directamente no difiere del de diseño incluido el espesor de sacrificio si lo hubiese) en + 5 mm., cuando la comprobación se hace con métodos electrónicos se admiten diferencias de + 8 mm.; si se supera este límite se procederá a la medición directa.

- Abono de los ensayos

Todos los ensayos sistemáticos correrán por cuenta del Contratista y no serán de abono.

Cuando se realice un ensayo de medida directa por haber dado negativa la prueba con medidor electrónica, éste no será de abono si el recubrimiento es inferior al admisible, siendo por cuenta de la Dirección de Obra en caso contrario.

2.14.4.6 Ensayo de absorción

- Método de ensayo

El ensayo de absorción se realiza para comprobar que la granulometría de los áridos, dosificación y procedimiento de fabricación proporcionan al hormigón la compacidad exigida.

Se seguirá el método del anexo F de la norma EN-1.916.

- Selección de la muestra

Se realizarán ensayos de absorción a lo largo del proceso de fabricación de la tubería contratada, al menos sobre el uno por ciento (1%) del número total de tubos y no menos de una (1) vez al mes.



- Criterios de aceptación

El aumento en peso sobre la muestra seca no excederá del 6 %.

Si el testigo supera el test se aceptará todo el lote al que pertenece. Si se produce un fallo se repetirá el ensayo con una segunda muestra de la que se extraerá un nuevo testigo. Si éste supera la prueba, se aceptará el lote al que pertenece, si no es así, se rechazará el lote. Sin embargo, se permite extraer testigos de todos los tubos pertenecientes al lote y aceptar aquellos que superen la prueba. Se deberá investigar la causa del fallo para tratar de corregirlo. Al mismo tiempo se reducirá la producción y se aumentará el control a dos por ciento (2%) de la tubería producida. Se volverá al sistema de control primitivo cuando los resultados han sido satisfactorios durante cinco (5) pruebas.

- Ensayos previos

Antes de enviar ningún tubo a obra, y como comprobación de que el proceso de fabricación es correcto, se procederá a un ensayo de absorción.

Si se supera el ensayo se podrá comenzar el proceso de fabricación.

En caso contrario, deberán ensayarse dos tubos más, y si se produce un fallo se deberá revisar el proceso de fabricación. Una vez realizadas las modificaciones adecuadas se repetirá el proceso con otros dos (2) tubos cuantas veces sea necesario hasta conseguir un resultado satisfactorio.

- Abono de los ensayos de absorción

Todos los ensayos previos, incluyendo los que estén motivados por fallos, se harán por cuenta del fabricante y no serán de abono.

Del mismo modo, los ensayos sistemáticos se realizarán por cuenta del fabricante.

Los tubos que superen los ensayos y que no se utilicen para el ensayo de aplastamiento a rotura, podrán ser reparados mediante resinas epoxi y utilizados en obra.

2.14.4.7 Ensayo de alcalinidad

- Método de ensayo

Se determina por el procedimiento recogido en el capítulo 7 del Concrete Pipe Handbook, de la American Pipe Concrete Association y se define la alcalinidad de un material como la cantidad de ácido que una masa de ese material puede neutralizar, comparada con la capacidad neutralizante del CO₃Ca frente a ese ácido.



- Selección de la muestra

Se realizarán ensayos de alcalinidad a lo largo del proceso de fabricación de la tubería contratada, al menos sobre el uno por ciento (1%) del número total de tubos y no menos de una (1) vez al mes.

- Criterios de aceptación

La alcalinidad del hormigón será como mínimo del 0,85.

- Ensayos previos

Antes de enviar ningún tubo a obra, y como comprobación de que el proceso de fabricación es correcto, se procederá a un ensayo de alcalinidad.

Si se supera el ensayo se podrá comenzar el proceso de fabricación.

En caso contrario, deberán ensayarse dos tubos más, y si se produce un fallo se deberá revisar el proceso de fabricación. Una vez realizadas las modificaciones adecuadas se repetirá el proceso con otros dos (2) tubos cuantas veces sea necesario hasta conseguir un resultado satisfactorio.

- Abono de los ensayos de alcalinidad

Todos los ensayos previos, incluyendo los que estén motivados por fallos, se harán por cuenta del fabricante y no serán de abono.

Del mismo modo, los ensayos sistemáticos se realizarán por cuenta del fabricante.

2.14.4.8 Ensayos hidrostáticos

- Método utilizado

Este ensayo permite comprobar la estanqueidad de la tubería, que deberá estar libre de grietas, poros o cualquier otro defecto que disminuya aquella.

Se realizará el ensayo hidrostático siguiendo el procedimiento descrito en el apéndice E de la Instrucción Inglesa BS-591-Part 1, elevando la presión interna del agua a 1,40 kg/cm² y manteniendo ésta durante un (1) minuto.

- Nivel de control y selección de la muestra

Los ensayos sistemáticos se realizarán mediante un control a Nivel Normal, eligiendo al azar un número de unidades de cada lote, según la Tabla 2 del Apartado: Ensayos de flexión transversal, punto a).



- Criterios de aceptación

Se considera que un tubo ha superado la prueba cuando, durante un tiempo de un (1) minuto no se producen manchas de humedad con una dimensión mayor de un décimo (1/10) de diámetro nominal y que en total no supere el cinco por ciento (5%) de la superficie del tubo.

Se aceptará el lote al que pertenece la muestra cuando el número de fallos entre los tubos probados es menor o igual que el valor de la columna 3 de la Tabla 2 antes mencionada.

Si no se cumple esto, se aplicará el mismo criterio que el utilizado para el ensayo de aplastamiento hasta fisuración controlada.

Cuando un lote ha sido rechazado podrá el fabricante probar todos los tubos que lo componen y serán aceptados los que superen el ensayo.

- Ensayos previos

Antes de iniciar la fabricación definitiva de los tubos contratados se someterán al ensayo hidrostático dos (2) unidades por cada diámetro y carga de aplastamiento.

Si se produce algún fallo se deberán ensayar otros dos (2), una vez revisado el proceso de fabricación. Esto se repetirá hasta que no se produzca ningún fallo.

- Abono de los ensayos

Todos los ensayos, tanto previos como sistemáticos, durante el proceso de fabricación, serán por cuenta del fabricante, y no serán de abono.

2.14.4.9 Control de la rugosidad de los tubos

- Método de ensayo

Para comprobar que el proceso de fabricación conforma los tubos con la rugosidad admisible, se utilizará el método de comprobación que aparece en el apéndice J de la Norma Inglesa BS-5911.

- Selección de la muestra

Se comprobará la rugosidad de los tubos que componen la muestra elegida para los ensayos de flexión transversal e hidrostática, del lote correspondiente.

- Criterios de aceptación

Se considera que el acabado de la superficie interna del tubo es aceptable cuando las irregularidades de aquélla no producen crestas que originen separaciones del calibre de medida mayores de uno con cinco (1,5) milímetros.

Las protuberancias localizadas podrán ser rebajadas mediante lijado.



2.14.4.10 Inspección de los tubos en procesos de fabricación

- Objeto de la inspección

Durante el proceso de fabricación la Administración enviará un representante suyo que supervise las distintas tareas que componen el proceso de fabricación y que verifique si éstas se realizan conforme a lo especificado en la oferta, comprobando además si los controles exigidos se realizan en el momento oportuno.

- Criterios de conformidad

El representante de la Administración podrá presentarse en la factoría en cualquier fase de la fabricación de los tubos utilizados por el Consorcio, sin que medie aviso o comunicación previa al fabricante.

Si todas las labores se realizan de acuerdo con los métodos establecidos y con los controles exigidos, dará su conformidad.

Si apreciara alguna modificación o cambio en el proceso de fabricación, lo comunicará al fabricante para que tome las medidas correctoras necesarias, y hará constar por escrito, el incumplimiento detectado, así como el tiempo durante el que estuvo fabricando tubos con el defecto señalado.

Si la Administración considera suficientemente grave el defecto detectado, podrá ordenar al fabricante la prueba, mediante ensayo de tres aristas, de absorción o estanqueidad al menos de un (1) tubo de la serie fabricada incorrectamente.

Los gastos de estos ensayos serán de cuenta del fabricante.

Si los ensayos no dieran los resultados exigidos, la Administración podrá rechazar el lote de tubos con el defecto señalado o bien adoptar las medidas que estime oportunas.

La Administración, de acuerdo con el fabricante, podrá en todo momento modificar alguno de los procedimientos constructivos.

Cualquier modificación quedará recogida en un documento que firmarán las partes interesadas, para dejar constancia del compromiso adquirido.

2.14.4.11 Inspección de los tubos acabados

- Objeto de la inspección

El objeto de la inspección final de los tubos es descubrir defectos o imperfecciones que pudieran tener, debido a fallos, no sistemáticos, ocurridos durante el proceso de fabricación, como pueden ser: coqueras en la superficie interior y exterior, incumplimiento de tolerancias, defectos de acabado, etc., o bien a deterioro durante el transporte como son grietas, golpes, etc.



- Comprobación de dimensiones Selección de la muestra

Se comprobará un (1) tubo de cada diez (10) unidades fabricadas. Dimensiones objeto de comprobación

De cada uno de los tubos se comprobará: Diámetro interior.

Diámetro exterior.

Espesor de la pared.

Perpendicularidad de los extremos del tubo. Longitud eficaz.

Criterios de aceptación

Los tubos serán aceptados si las diferencias de las dimensiones medidas respecto de las establecidas por el fabricante se encuentran dentro de los límites establecidos por las tolerancias.

Alguno de los defectos podrá ser corregidos de acuerdo con el Director de Obra y el tubo será aceptado.

El fabricante propondrá a la Dirección de Obra el procedimiento de reparación de los tubos defectuosos.

El Director de Obra será el encargado de aceptar o rechazar los tubos que no cumplan los anteriores requisitos.

- Comprobación del estado externo de los tubos Selección de la muestra

Serán inspeccionados todos los tubos de las distintas especificaciones que se fabriquen. Aspectos a inspeccionar

Se prestará especial atención a la posible aparición de fisuras, coqueras, otros posibles fallos de hormigonado, curado, etc.

Se comprobarán también posibles roturas de los bordes ocasionados por golpes o manejo inadecuado.

2.14.4.12 Ensayo de estanqueidad

Este ensayo tiene por objeto comprobar que tanto los materiales empleados en la junta como el diseño de ésta proporcionan una estanqueidad adecuada en las condiciones de trabajo.

Se emplearán los métodos de prueba de la junta en alineación recta, máxima deflexión y junta con esfuerzo cortante descritos en la Instrucción Inglesa BS-5911-Apéndice H.

Se efectuará un ensayo de estanqueidad de junta por cada lote que se recepcione. Si el número de tubos de un lote es mayor de cien (100) se realizarán dos ensayos.

- Prueba con la máxima deflexión



En el ensayo se someterá a la junta a un giro no menor que los siguientes valores:

DIAMETRO	ANGULO
300 - 600	2º 1º 1/2º
700 - 1.200	A definir por el fabricante
1.300 - 1.800	
1.800	

Se procederá a llenar con agua los tubos, teniendo la precaución de expulsar el aire que pudiera haber en su interior.

Se aplicará una presión hidrostática de 0,7 kg/cm², cuidando que este valor se alcance en no menos de cinco (5) segundos, y se mantendrá durante diez (10) minutos.

Se considerará que el ensayo ha sido superado si no se producen fugas de agua ni goteo en la zona de la junta. Las humedades en la superficie no se considerarán fugas.

Si el aspecto de la junta no es totalmente satisfactorio, se mantendrá la prueba durante veinticuatro (24) horas.

Cuando una junta no supere el ensayo se someterán a la misma prueba otras dos (2) juntas con otras cuatro tuberías seleccionadas al azar. Si se produce un solo fallo se procederá como sigue:

Si el fallo se debe al anillo de goma se rechazará el lote al que pertenezca y se deberán realizar ensayos con el siguiente lote.

Si el fallo se debe a los tubos se rechazará el lote al que pertenezca. No se admitirá el arreglo de los tubos.

- Prueba en alineación recta

Se colocarán dos tubos perfectamente alineados con una separación mínima entre los planos finales de los tubos de 20 mm., y una vez llenos de aguas, se les someterá a una presión interior de 0,9 kg/cm² cuidando que no se alcance la presión de 0,7 kg/cm² en menos de cinco (5) segundos y se mantendrá durante diez (10) minutos.

Se aplicarán los mismos criterios que para el caso anterior.

- Prueba con esfuerzo cortante sobre la junta

Se realizará el ensayo según la Instrucción Inglesa BS-5911. Apéndice H, llenando los tubos de agua y sometiendo a la junta a una presión hidrostática de 0,7 kg/cm², cuidando que este valor se alcance en no menos de cinco (5) segundos, y se mantendrá durante diez (10) minutos y además se someterá a la junta a una sobrecarga durante la duración del ensayo de:

0,0026 x DN (mm) t hasta DN < 1.500 3,8 t hasta 1.500 < DN < 3.000



Se aplicarán los mismos criterios que en los casos anteriores.

- Ensayos previos

Antes de iniciar la fabricación continuada de los tubos y gomas se realizará un ensayo de estanqueidad de punto completo por cada diámetro, pudiendo iniciarse la fabricación si es satisfactoria.

- Abono de los ensayos

Todos los ensayos de estanqueidad de las juntas serán por cuenta del Contratista y no serán de abono.

2.14.4.13 Ensayo de tuberías de hormigón con camisa de chapa

2.14.4.13.1 Control de construcción de las camisas de chapa

El Fabricante por medio de personal especializado comprobará visualmente el 100% de los cordones de soldadura previamente y/o durante la realización de las pruebas de presión interior descritas.

Los cordones de soldadura realizados con posterioridad (boquillas, bridas, etc.) se comprobarán por medio de líquidos penetrantes en una longitud tal que corresponda al 25% de la total de los cordones realizados en los lugares que determine la Dirección de Obra. La detección de poros, mordeduras, fisuras, etc. dará lugar a una nueva revisión en el 50% de la longitud de los cordones hasta proceder a su total reparación.

2.14.4.13.2 Pruebas en fábrica

El Contratista de acuerdo con la Dirección de Obra preparará el programa de realización de las pruebas en fábrica de tal forma que se creen las mínimas interferencias con el plan de montaje en Obra.

Si como consecuencia del resultado de las pruebas en fábrica quedara rechazado el lote correspondiente, todos los trabajos de recalificación del mismo, así como los trabajos necesarios para el desmontaje, traslados, nuevos montajes, pruebas, ensayos, etc..., serán por cuenta del Contratista.

2.14.4.13.3 Pruebas de la camisa de chapa

El Contratista, efectuará la prueba de presión interior de la camisa de chapa de cada uno de los tubos, marcándolos en cada caso.

La presión de esta prueba será la acordada en cada caso con la Dirección de Obra y en ningún caso la tensión producida en la chapa será superior a 120 N/mm².



El tiempo de duración de la prueba será el suficiente para realizar la inspección visual de todos los cordones de soldadura.

2.14.4.13.4 Pruebas de fisuración controlada

Las pruebas de fisuración controlada se efectuarán en los tubos de hormigón armado con alma de chapa.

La Dirección de Obra, de acuerdo con el Contratista separará en lotes de (50) cincuenta unidades y fracción los tubos correspondientes a la misma presión, para posteriormente seleccionar uno de cada lote, sobre el que se efectuará la prueba.

Los tubos seleccionados se someterán, durante un tiempo mínimo de (15) quince minutos, a una presión tal que sea (1,5) una con cinco veces la presión máxima de trabajo.

El resultado se considerará satisfactorio si como consecuencia de la misma el tubo no presenta fisura alguna, sensiblemente longitudinal, superior a 0,2 mm. de abertura en (30) treinta centímetros de longitud.

Si el resultado es satisfactorio se aceptará el lote.

Si no es satisfactorio se efectuarán dos nuevas pruebas sobre otros dos tubos del mismo lote, seleccionados por la Dirección de Obra, aceptándose sí los resultados en ambos son satisfactorios.

En caso de que uno de los ensayos no fuera satisfactorio el lote quedará rechazado para la presión de timbre prevista salvo que se ensayen uno a uno y la prueba sea satisfactoria.

El ensayo de cada tubo podrá efectuarse para la presión de timbre prevista o para otra inferior fijada previamente por el fabricante previa comunicación a la Dirección de Obra.

2.14.4.13.5 Prueba de rotura

Las pruebas de rotura se efectuarán en los tubos de hormigón armado con alma de chapa.

La Dirección de Obra, de acuerdo con el Contratista separará en grupos de (200) doscientas unidades y cuatro lotes de cincuenta unidades o fracción, los tubos correspondientes a todas y cada una de las presiones para posteriormente seleccionar uno de cada grupo sobre el que se efectuará la prueba.

Los tubos elegidos para esta prueba serán diferentes que los seleccionados para la prueba de fisuración.

El tubo se someterá durante (15) quince minutos a una presión que será (3) tres veces la presión máxima de trabajo.



Se considerará el resultado satisfactorio y por tanto se aceptará el grupo si como consecuencia del ensayo el tubo no presenta pérdida de agua.

En caso que el resultado no fuera satisfactorio se repetirá la prueba sobre dos nuevos tubos seleccionados por la Dirección de Obra.

Si los resultados en ambos son satisfactorios se aceptará el grupo.

Si el resultado de uno de ellos no es satisfactorio se rechazará el grupo pudiendo el Fabricante proponerlo para su empleo en la presión de trabajo inmediatamente inferior previa confirmación con los nuevos ensayos correspondientes.

2.14.4.13.6 Ensayo de aplastamiento o de flexión transversal

El ensayo se efectuará sobre un tubo completo por cada lote de 100 unidades o fracción por cada diámetro y presión de acuerdo con lo previsto en la Norma ASTM-C 497/85.

2.14.4.13.7 Ensayo de flexión longitudinal

El ensayo se ejecutará sobre un tubo completo por cada lote de 100 unidades o fracción, por cada diámetro y presión, de acuerdo con la norma correspondiente.

2.14.4.14 Ensayo de las juntas de goma

Para los elementos de goma de las juntas se realizarán los ensayos establecidos en la Norma ASTM C923, tomándose, a tal efecto, dos unidades de cada lote que como máximo serán de 100 unidades. Todos los resultados de los ensayos que a continuación se relacionan, deberán ser correctos, en caso contrario se rechazará el lote. A efectos de las pruebas, cada lote de 100 unidades o fracción deberá tener un exceso de dos unidades cuyo costo es a cargo del suministrador.

Los parámetros exigidos y métodos de ensayo a realizar en las obras son:

PRUEBA	EXIGENCIA	MÉTODOS DE ENSAYO
Ácido sulfúrico 1N	Ninguna pérdida de peso durante 48 h.	ASTM D543 a 22º C
Ácido clorhídrico 1N	Ninguna pérdida de peso durante 48 h.	ASTM D543 a 22º C
Tensión de rotura	80 kg/cm ²	ASTM D412
Alargamiento de rotura	Superior al 350%	ASTM D412
Dureza	± 5 de la especificada por el fabricante	ASTM D2249(Shore A)
Envejecimiento acelerado	Pérdida de tensión de rotura inferior al 15 %	ASTM D573, 70 ± 1ºC



PRUEBA	EXIGENCIA	METODOS DE ENSAYO
	Pérdida de alargamiento de rotura inferior al 20 %.	ASTM D573, 70 ± 1°C durante 7 días
Compresión set	Menor del 25% de la deformación	ASTM D395 Método B a 20_ durante 22 h.
Absorción de agua	Incremento de aguas menor de 10 %	ASTM D471 inmersión de probeta de 19x25 en agua destilada a 70°C durante 48 horas.
Resistencia al ozono	Ningún ataque	D1171
Fragilidad a baja temperatura	No debe agrietarse -40_	D740
Resistencia al desgarramiento	34 KN/m	D614 Método B

Además de lo anterior, se considera conveniente que la goma tenga la resistencia a los hidrocarburos establecidos para las uniones tubo a tubo.

2.14.4.15 Marcado de los tubos, sello de conformidad

- Objeto del marcado y sello de conformidad

Cada uno de los tubos irá marcado con una serie de datos que definan sus características y que permitan identificar los distintos tipos fabricados.

Igualmente, cada uno de los tubos que se envíen a obra, irán marcados con un sello de conformidad que indique la pertenencia de esa unidad a un lote que ha superado todas las pruebas especificadas en este estudio, y que garanticen su idoneidad para la utilización de las condiciones de proyecto.

- Datos y características de los tubos Diámetro en mm. DN

Tubo de hormigón armado "HA" o en masa "HM".

Clase a la que pertenece, según la Norma ASTM C-76, "CLASE III, IV o V" Indicador del tipo de cemento empleado: II-S, III-1, III-2 o IV.

Día, mes y año de fabricación.

N1 dentro de la serie del mismo tipo, y lote al que pertenece, 128-3.



- Sello de conformidad

Una vez que una muestra representativa de un lote ha superado las pruebas se marcarán todos los tubos por un representante de la Dirección de Obra con el sello de conformidad.

- Método de marcado

Se podrán marcar los tubos con cualquiera de los sistemas siguientes:

Pintura imborrable aplicada con "spray" sobre una matriz, tan pronto como sea posible después del desmoldeo.

Caracteres grabados en la pared del tubo con una profundidad aproximada de 2 mm.

Las tuberías de tamaño igual o superior que 700 mm. Llevarán el marcado por la cara interior del tubo.

2.15 Tuberías de fundición dúctil

2.15.1 Características generales. Materiales

La fundición empleada para la fabricación de tubos, uniones, juntas, piezas y cualquier otro accesorio deberá ser fundición, con grafito esferoidal (conocida también como nodular o dúctil).

La fundición presentará en su fractura grano fino, regular, homogéneo y compacto. Deberá ser dúctil, tenaz y dura; pudiendo, sin embargo, trabajarse a la lima y al buril, y susceptible de ser cortada y taladrada fácilmente. En su moldeo no presentará poros, sopladuras, bolsas de aire o huecos, gotas frías, grietas, manchas, pelos ni otros defectos debidos a impurezas que perjudiquen a la resistencia o a la continuidad del material y al buen aspecto de la superficie del producto obtenido. Las paredes interiores y exteriores de las piezas deben estar cuidadosamente acabadas, limpiadas y desbarbadas.

- Serán desmoldados con todas las precauciones necesarias para evitar su deformación, así como los defectos de retracción perjudiciales para su buena calidad.
- Los tubos rectos podrán fundirse verticalmente en moldes de arena o por centrifugación en coquilla metálica o moldes de arena.
- Las piezas especiales y otros elementos se podrán fundir horizontalmente si lo permite su forma.
- Los tubos, uniones y piezas deberán ser sanos y exentos de defectos de superficie y de cualquier otro que pueda tener influencia en su resistencia y comportamiento.
- Las superficies interiores y exteriores estarán limpias, bien terminadas y perfectamente lisas.

Todos los tubos y piezas deben cumplir lo especificado en la Norma ISO 2.531 (en su versión más actualizada), y preferentemente el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de Abastecimiento de Agua. Deberán cumplir asimismo lo establecido en la norma UNE-EN 545 (en su versión más actualizada): Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.



Adicionalmente, las tuberías de fundición dúctil para saneamiento deberán cumplir con lo dispuesto en la norma UNE-EN 598 (en su versión más actualizada): Tuberías, accesorios y piezas especiales de fundición dúctil y sus uniones para aplicaciones de saneamiento

Cualquier tubo o pieza cuyos defectos se hayan ocultado por soldadura, mastico, plomo o cualquier otro procedimiento, serán rechazados. El mismo criterio se seguirá respecto a la obturación de fugas por calafateo o cualquier otro sistema.

Los tubos, uniones y piezas que presenten pequeñas imperfecciones inevitables a consecuencia del proceso de fabricación y que no perjudiquen al servicio para el que están destinados, no serán rechazados.

Se rechazarán todos los tubos y piezas cuyas dimensiones sobrepasen las tolerancias admitidas.

Todos los tubos de los que se hayan separado anillos o probetas para los ensayos serán aceptados como su tuvieran la longitud total.

Los tubos y piezas pesados y aceptados serán separados por la Dirección de Obra y Contratista y claramente marcados con un punzón.

De cada inspección se extenderá un acta que deberán firmar el representante de la Dirección de Obra, el Fabricante y el Contratista. Las piezas que se pesen separadamente figurarán en relación con su peso y un número. Cuando se trate de pesos conjuntos se hará constar en acta, figurando con un número y el peso total del lote.

La garantía será válida para un período de un año desde la fecha de entrega. El Contratista deberá puntualizar en su contrato de suministro con el Fabricante que si antes de terminar el período de garantía se encuentra defectos debidos a la fabricación se extenderá un acta en presencia del Fabricante, y éste deberá, o bien efectuar el trabajo necesario para corregir los defectos, o reemplazar a su cargo el material defectuoso que le sea devuelto. La falta de este requisito no examinará al Contratista de la obligación de sustituir los elementos defectuosos.

Todos los elementos de tubería deberán llevar las marcas prescritas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de Abastecimiento de Agua y aquellas que se indiquen en los Planos.

Todos los tubos, uniones y piezas se protegerán con revestimientos tanto en el interior como en el exterior, salvo especificación en contrario y de acuerdo con lo indicado en el presente Pliego.

Antes de iniciar su protección, los tubos y piezas se deberán limpiar cuidadosamente quitando todo trazo de óxido, arenas, escorias, etc.

El revestimiento interior será a base de mortero de cemento efectuado por centrifugación de acuerdo con las características y dosificación previstas en la Norma ISO 4179. Adicionalmente deberá cumplir todas las especificaciones de resistencia química establecidas en la norma UNE EN 545. Deberá secar rápidamente sin escamarse ni exfoliarse, estará bien adherido y no se agrietará. No deberá contener

ningún elemento soluble en el agua ni productos que puedan proporcionar sabor ni olor al agua que conduzcan, habida cuenta incluso de su posible tratamiento. El espesor de la capa de mortero del revestimiento interior deberá cumplir lo especificado en la Norma ISO 4179.

En el caso de tubería para saneamiento dicho revestimiento deberá cumplir con lo establecido en la UNE-EN 598.

El revestimiento exterior, consistirá al menos en la aplicación de una cantidad de zinc de 99,99% de pureza con capa de acabado de pintura epoxi o bituminosa. La cantidad mínima de zinc será de 200 g/m². En los lugares en que lo determine el Proyecto o así lo determine la Dirección de Obra adicionalmente se realizará la protección por manga plástica. Esta manga cumplirá las características impuestas en la Norma UNE-EN 545.

Los accesorios se revestirán tanto interior como exteriormente con pintura epoxi o bituminosa. El espesor del revestimiento no será nunca inferior a 70 µm

2.15.2 Clasificación. Resistencia

El material será conforme a lo establecido en la norma UNE-EN1563: fundición de grafito esferoidal.

Las características mecánicas de la fundición se comprobarán de acuerdo con las normas de ensayo que figuran en las normas UNE-EN 545 y UNE-E 598 (esta última adicionalmente para tuberías de saneamiento) y los resultados deberán ser los expresados en las referidas normas

En particular deberán verificarse los siguientes valores mínimos:

	Resistencia mín tracción (N/mm ²)	Alargamiento mín rotura (%)	Dureza Brinell máx HB
Tubos centrifugados	420	10	230
Tubos no centrifugados	420	5	230
Piezas especiales	420	5	250

Los tubos, uniones y piezas de las conducciones deberán poder ser cortados, perforados y trabajados; en caso de discusión, las piezas se considerarán aceptables si la dureza en unidades Brinell no sobrepasa lo indicado en las normas UNE-EN 545 y UNE-EN 598.

Los tubos de unión flexible se clasificarán por diámetro y clase de presión “C”, conforme a lo indicado en la UNE-EN 545. Según lo indicado en la misma, los tubos podrán ser C20, C25, C30, C40, C50, C64, C100

2.15.3 Características geométricas

Las dimensiones de los tubos se ajustarán a las clasificaciones y dimensiones de la fabricación nacional, procurando, sin embargo, unificar todo lo posible para conseguir el fácil intercambio de estos elementos.



La serie de diámetros nominales será la siguiente: 60, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1500, 1600, 1800 y 2000 mm.

Los espesores mínimos deberán venir determinados por la clase de material y procedimiento de fabricación y deben ser tales que el coeficiente de seguridad obtenido entre la presión máxima de trabajo y la presión de rotura sea cuatro (4) como mínimo.

Las modificaciones del espesor de la pared se efectuarán en general a costa del diámetro interior. Si al reforzar el tubo es necesario también un refuerzo del enchufe, este será a costa de la forma exterior del enchufe.

Se entenderá como longitud de los tubos la nominal entre extremos en los tubos lisos, o la útil en los tubos de enchufe.

En general, la longitud no será menor de tres (3) metros ni mayor de seis (6) metros. A partir de tubería de 900 mm de diámetro se admitirán longitudes de 7 y 8.15 m, de acuerdo con lo establecido por la UNE-EN 545

Las tolerancias admitidas en las longitudes normales de fabricación de tubos y uniones serán las siguientes:

TIPOS DE PIEZAS	DIÁMETROS NOMINALES	TOLERANCIAS EN MILÍMETROS
Tubos con enchufe y tubería cilíndrica	Todos los diámetros	±20
Enchufes	Hasta el 450 incl.	±20
Piezas de brida enchufe	Todos los diámetros	±20
Piezas de brida macho	Por encima del 450	-30
Tubos y uniones con bridas	Todos los diámetros	±10

En el caso que por necesidades de Proyecto se pidan tolerancias menores, por ejemplo, para piezas unidas con bridas, se fijarán específicamente, pero no podrán ser inferiores a más o menos un (+ 1) milímetro.

El fabricante a petición del Contratista deberá servir hasta de un diez por ciento (10%) del número total de tubos de enchufe y cordón de cada diámetro con longitudes inferiores a las especificadas. La disminución de longitud admitida viene dada en el siguiente cuadro:



LONGITUDES ESPECÍFICAS	REDUCCIONES DE LONGITUDES
Tres metros	0,5 m. 1 m.
Por encima de 3 metros	0,5 m. 1,5 m. 2 m.

Las tolerancias de espesor de pared y de espesor de brida se limitarán como sigue, siendo: e = espesor en milímetros de la pared, según catálogo

b = espesor en milímetros de la brida, según catálogo

Tipos de piezas	Dimensiones	Tolerancias en milímetros
Tubos	Espesor de la pared Espesor de la brida	$(1+0,05e)$ No se fija en más $\pm(2+0,05 b)$
Uniones y piezas de la conducción	Espesor de la pared Espesor de la brida	$(2+0,05 e)$ No se fija en más $\pm(3+0,005 b)$

El espesor de las uniones podrá excepcionalmente descender hasta el espesor mínimo de los tubos de clase B, según el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Aguas, del mismo diámetro con la condición de que la zona interesada no tenga una superficie superior a un décimo (1/10) de la sección transversal de empalme.

Las tolerancias de enchufe serán las siguientes:

DIMENSIONES	DIÁMETROS NOMINALES	TOLERANCIAS EN MILÍMETROS
Diámetro exterior	Todos los diámetros	$\pm f/2$
Diámetro interior del enchufe	Todos los diámetros	$\pm f/3$
Profundidad del enchufe	Hasta el 600, inclusive	± 5
	Por encima del 600 hasta el 1.000 exclusive	± 10



Siendo:

$f = 9 + 0,003 \text{ DN}$ el espesor de la junta en milímetros.

El juego máximo o mínimo resultante de estas tolerancias es tal que el acoplamiento de tubos y uniones pueda efectuarse sin dificultad.

Los tubos deberán ser rectos. Se los desplazará sobre dos caminos de rodadura distantes los ejes de los mismos dos tercios ($2/3$) de la longitud de los tubos. La fecha máxima f_m , expresada en milímetros, no deberá exceder de uno con veinticinco ($1,25$) veces la longitud L de los tubos, expresada en metros ($f_m < 1,25 L$).

Los pesos normales serán los indicados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Aguas, y para las piezas especiales, los calculados tomando como peso específico de la fundición setecientos quince centésimas de kilogramo/décimetro cúbico ($7,15 \text{ kg/dm}^3$).

Las tolerancias admitidas con relación al peso normal serán las siguientes:

TIPOS DE PIEZAS	TOLERANCIAS PORCENTAJE
Tubos	± 5
Uniones y piezas con exclusión de los que se consignan a continuación	± 8
Codos, uniones múltiples, uniones y piezas especiales	± 12

Las piezas con peso superior al máximo se aceptarán a condición de que satisfagan las demás condiciones de este Pliego. El exceso de peso no será de abono.

Todas las piezas serán pesadas. Los tubos de más de doscientos (200) milímetros y las piezas de más de trescientos (300) milímetros serán pesadas individualmente; los tubos y piezas de menor diámetro que el indicado serán pesados en conjunto de dos mil (2.000) kilogramos como máximo. En este último caso las tolerancias en peso serán aplicadas al conjunto de la pesada.

2.15.4 Control de Calidad

Todos los tubos y piezas especiales deben ir marcados, de forma fácilmente legible y durable, con las siguientes identificaciones como mínimo:

- Nombre o marca del fabricante
- Fecha de fabricación (año)
- Especificación de que la pieza es de fundición dúctil
- Diámetro nominal (DN)
- Presión nominal (PN), en el caso de la existencia de bridas
- Identificación de la aptitud para el contacto con agua potable, cuando sea el caso
- Marca de calidad y/o Organismo de certificación, en su caso
- En el caso tubería de abastecimiento, clase de espesor de los tubos, cuando ésta no sea $K=9$



- Referencia a la norma UNE EN 545; en el caso de tubería para saneamiento, referencia a la norma UNE EN 598

El control de calidad aplicable a las tuberías de fundición se llevará a cabo de acuerdo con los criterios fijados preferentemente en las Normas UNE EN-545, ISO 4179 e ISO 6600. Cuando lleguen a obra con Certificado de calidad y pruebas que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, su recepción se realizará comprobando unidamente sus características aparentes si no dispone nada en contra la Dirección de Obra.

Al menos se exigirán certificados que acrediten el control de calidad de los siguientes elementos, según lo indicado en la UNE EN-545

- Control de la fundición
 - Ensayo de tracción
 - Ensayo de dureza Brinell
- Control de tubos. Examen visual y estanqueidad
- Control de revestimientos exterior e interior
 - Masa
 - Espesor
 - Resistencia a compresión
- Control de las uniones
 - Presión interna positiva
 - Presión interna negativa
 - Presión externa positiva
 - Presión interna cíclica

2.16 Tuberías de acero

2.16.1 Características Generales. Materiales

El acero empleado en su fabricación debe ser del tipo no aleado y completamente calmado, según lo indicado en la norma UNE-EN 10.020, pudiendo ser sometido a tratamiento térmico.

En cualquier caso, su composición química habrá de cumplir con lo indicada en la norma UNE-EN 10.224: *Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano*

<i>Tipo Acero</i>	<i>C % Max.</i>	<i>Si % Max.</i>	<i>Mn % Max.</i>	<i>P % Max.</i>	<i>S % Max.</i>
L235	0,16	0,35	1,20	0,030	0,025
L275	0,20	0,40	1,40	0,030	0,025
L355	0,22	0,55	1,60	0,030	0,025

Las características mecánicas del acero serán las recogidas en la propia UNE 10.224

Tipo de acero	Resistencia mínima a la tracción R_m (N/mm ²)	Limite elástico mínimo Le_{min} (N/mm ²) (e , mm)		Alargamiento mínimo en la rotura A_{min} (%)	
		$e \leq 16$	$16 < e < 40$	Longitudinal	Transversal
L 235	360 a 500	235	225	25	23
L 275	430 a 570	275	265	21	19
L 355	500 a 650	355	345	21	19

La densidad y del módulo de elasticidad serán en torno a 7.850 kg/m³ y $2,1 \times 10^5$ N/mm², respectivamente.

En general, los tubos pueden ser de los siguientes tipos:

- Tubos sin soldadura

Obtenidos por extrusión de un producto macizo (lingote, palanquilla o barra) y posterior laminado o estirado, en caliente o en frío. También pueden obtenerse por colada centrifugada. En general, el diámetro exterior de estos tubos es inferior a 200 mm.

- Tubos soldados

Son los obtenidos por conformación, de un producto plano laminado en caliente o en frío, hasta conseguir una sección circular y posterior soldado de sus bordes. Según el procedimiento de soldadura empleado los tubos pueden ser:

- Soldados a tope por presión
- Soldados por inducción o resistencia eléctrica
- Soldados por arco sumergido

Lo más habitual es que los tubos de acero para el transporte de agua a presión sean soldados helicoidalmente, bien por inducción o por arco sumergido. Los tubos de acero conformados por soldadura continua helicoidal se fabricarán mediante chapa de acero laminada, que se soldará helicoidalmente con doble cordón de soldadura (Tipo SAW). Su fabricación se llevará a cabo de acuerdo con la Norma UNE-EN 10.224.

El acero empleado en la fabricación de estos tubos, piezas especiales y bridas será dúctil y perfectamente soldable, según lo indicado en la norma UNE-EN 10025

Protección de la tubería

La protección interior de la tubería consistirá en:

- Limpieza del tubo, mediante granalla metálica.
 - Aplicación de una capa de pintura epoxi, brea o equivalente. El espesor en micras medido sobre película seca estará en función del sistema empleado.



El revestimiento interior no debe contener ningún elemento que pueda ser soluble en el agua, ni otros que puedan darle sabor u olor o que puedan modificar sus características. En el caso particular de los abastecimientos a poblaciones, será de aplicación lo especificado por la vigente Reglamentación Técnico-Sanitaria para Aguas Potables (RTSAP).

El revestimiento exterior consiste en:

- Precalentamiento del tubo para eliminar la humedad ambiental
- Granallado de acero, como premisa de extrema importancia para calidad del revestimiento total se obtiene un grado de limpieza superior al SA 2 1/2 según la norma sueca SIS OS 5900. El grado de limpieza requerido por la norma DIN 30670 se supera ampliamente.
- Calentamiento del tubo en hornos de gas, a la temperatura de revestimiento necesaria, con control continuo subsiguiente de la temperatura, oscilando ésta entre los 180º y los 215 ºC.
- Recubrimiento electrostático de imprimación, epoxi en polvo, con pistolas electrostáticas a un espesor de capa de aproximadamente 50 um.
- Revestimiento de Adhesivo, copolímero de etileno, mediante la extensión de masa fundida.
- Sobre el adhesivo fundido se aplica el revestimiento de P.E. con el sistema de extrusión lateral. Se puede procesar tanto el P.E.L.D., P.E.M.D. y el P.E.H.D.
- Después de la extrusión del P.E., tiene lugar el enfriamiento del revestimiento, en un trayecto de refrigeración por agua.
- Posteriormente se realiza la limpieza de extremos.

En obra, una vez realizadas las soldaduras, se deben proteger las uniones con el mismo tipo de revestimiento que tenga el tubo u otro compatible que apruebe la DO, confirmando que antes de aplicar el revestimiento el grado de preparación de las superficies es el exigido por la protección en cuestión

En cualquier caso, para la preparación de las superficies y la aplicación de los revestimientos mediante pintura se seguirá lo especificado al respecto en la norma UNE-EN ISO 12944.

Galvanizado

En el caso del galvanizado, la película de zinc tendrá una dosificación mínima de 600 gr/m², en doble exposición. El galvanizado será de primera calidad, libre de defectos, como burbujas, rayas y puntos sin galvanizar.

El proceso se realizará conforme a lo indicado por la UNE-EN ISO 1. 461

Cuando la agresividad de los suelos o de las aguas sea elevada o las condiciones específicas de la obra lo aconsejen, se deberá aplicar una capa de protección adicional sobre la superficie galvanizada. En este caso el PPTP del respectivo proyecto especificará la naturaleza y características de la protección adicional, la normativa que deba cumplir, así como la forma de aplicación sobre la chapa galvanizada.

Esta protección adicional podrá ser de mortero de cemento, de materiales bituminosos, poliméricos, epoxídicos, reforzados o no con fibras, o cualquier otro que determine la DO.

En todo caso se deberá cumplir lo dispuesto en el apartado 2.12 del presente pliego.

2.16.2 Clasificación y resistencia

La denominación deberá realizarse por el tipo de acero, diámetro y espesor nominales de la tubería.

Se denominarán preferentemente los aceros utilizados en la fabricación de los tubos según la norma UNE-EN 10.224. Para otras denominaciones se justificará adecuadamente la equivalencia del acero con el designado por la referida norma. A modo de mera referencia se acompaña la siguiente tabla elaborada por AEAS (Asociación española de Abastecimiento y Saneamiento)

API 5L:2000	pr EN 10224:1998	UNE EN 10025:1994	DIN 17100:1980	UNE 36080:1992
A25		S 185	ST 33	A 310
A				
B	L235	S 235	ST 37	AE 235
			ST 42	
X42	L 275		ST 44	
X 46		S 275		AE 275
X 52	L 355	S 355	ST 52	AE 355
X 56				
X 60				
X 65				
X 70				

En caso de emplearse tubos de características distintas a las establecidas en el primer apartado el Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra los planos y los cálculos mecánicos de los elementos de la tubería que no hayan sido detallados por aquélla, teniendo en cuenta, el tipo de apoyo, la naturaleza del terreno, etc.

Salvo justificación especial en contrario, se tomará como tensión de trabajo del acero un valor no mayor de la mitad del límite elástico aparente o convencional, siempre que se consideren los efectos de la combinación más desfavorable de solicitaciones a que está sometida la tubería.

Uniones

Los tubos de acero pueden estar provistos con diferentes tipos de uniones, siendo las más habituales las siguientes:

- Uniones rígidas:
 - Uniones soldadas. La preparación y soldeo de las uniones debe realizarse según lo indicado en la norma UNE-EN ISO 15607, por soldadores cualificados de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 287-1:1992. Según como sea la soldadura, estas juntas pueden, a su vez, ser de los siguientes tipos:
 - ~ A tope
 - ~ Mediante manguito
 - ~ Con embocadura (junta abocardada)



- Uniones con bridas
- Uniones flexibles: Uniones con enchufe y anillo elastomérico

2.16.3 Geometría

Se emplearán, salvo justificación explícita, las dimensiones normalizadas en los tubos de acero (básicamente diámetros y espesores) correspondientes a la norma de producto UNE-EN 10.224

Salvo que se trate de tubos curvados, los tubos han de ser rectos, admitiéndose un defecto en su rectitud no mayor que el 0,20 % de su longitud. Cuando la relación DN/e sea menor o igual que 100, la tolerancia en la ovalación deberá ser inferior al 2%, mientras que, caso contrario, deberá ser acordada entre fabricante y cliente (UNE-EN 10224).

El espesor de las tuberías de acero a instalar se determinará siempre en función del cálculo mecánico de las mismas.

Las tolerancias en diámetro y espesor serán las correspondientes a la UNE-EN 10.224, y se indican en la siguiente tabla

CONTROL DE CALIDAD

DN (mm)	Tolerancias sobre OD (mm)			Tolerancias en el espesor (%)					
	en fuste			Sin soldadura				Arco sumegido	Otra soldadura
	Sin soldar	Otra soldadura	Arco sumergido	$e/OD \leq 0,025$	$0,025 < e/OD \leq 0,050$	$0,050 < e/OD \leq 0,10$	$0,10 > e/OD$		
< 219,1		+/- 1% OD con un mínimo de	+/- 0,75% OD con un máx de	el mayor de +/- 12,5% ó 4 mm					
219,1 < DN < 2.032	+/- 1% OD con un mínimo de	+/- 0,5 mm	+/- 6 mm					+/- 7.5%	el mayor de +/- 10% ó +/-0,3 mm
>2.032	+/- 0,5 mm	+/- 0,75% OD	por acuerdo con el fabricante	+/-20%	+/-15%	+/-12,5%	+/-10%		

Todos los tubos y piezas especiales deben ir marcados, de forma fácilmente legible y durable, con las siguientes identificaciones como mínimo:

- Nombre del suministrador, fabricante o razón comercial
- Tipo de acero empleado
- Diámetro nominal (DN)
- Espesor nominal (e)
- Marca de calidad, en su caso

Se realizará control visual de los tubos, midiéndose espesor, diámetro, longitud y rectitud. Además, dentro del control de la fabricación información el contratista deberá a petición de la DO aportar documentación relacionada con el cumplimiento los siguientes ensayos:



CONTROL DEL ACERO

<i>Ensayo</i>	<i>Metodología</i>	<i>Condiciones de ensayo</i>	<i>Criterio de aceptación/ objetivo del ensayo</i>	<i>Frecuencia</i>
Ensayos químicos	Normas UNE del CTN 36	UNE 36300:1990	Determinación de la composición química del acero de los tubos	Una vez por colada
Tracción	UNE 7472:1992	Temperatura ambiente	Determinación de la resistencia a la tracción, alargamiento en la rotura y límite elásticos	Una prueba por cada lote de 100 tubos
Aplastamiento	UNE-EN 10233:1994	Altura aplastamiento H indicada en prEN 10224:1998	No aparición de grietas ni en el metal base ni en las soldaduras	Una prueba por cada lote de 100 tubos
Expansión en anillo	UNE-EN 10234:1994	Expansión del anillo conforme a lo indicado en prEN 10224:1998	No aparición de grietas ni rotura de probetas durante el ensayo	Una prueba por cada lote de 100 tubos
Resiliencia	UNE 7475-1:1992	UNE 7475-1:1992	Determinación de la resiliencia	Una prueba por cada lote de 100 tubos

CONTROL DE LOS TUBOS

Ensayo de estanqueidad mediante prueba de presión hidráulica a presión máxima de 7 Mpa.y calculada mediante la siguiente expresión

$$P =$$

$$2e$$

$$Dext.$$

$$x S$$

siendo S el 70% del límite elástico mínimo del acero. Control de soldaduras



	Ensayo	Metodología y condiciones de ensayo	Criterio de aceptación/ objetivo del ensayo	Frecuencia
Ensayos de laboratorio	Tracción	UNE 14606:1975	Determinación de la resistencia a la tracción de la soldadura	Una prueba por cada lote de 100 tubos
	Doblado (solo en tubos soldados por arco sumergido)	UNE-EN 910:1996 Doblado a 180° Diámetro mandril s/ prEN 10224:1998	No aparición de grietas de longitud mayor de 6 mm ni en el metal base de la soldadura ni en la línea de fusión	Dos pruebas por cada lote de 100 tubos (una por el lado de la cara y otra por el de la raiz)
Ensayos en línea	Fluoroscopia	API 5L:2000		100% del total de las soldaduras
	Ultrasonidos	UNE-EN 1714:1998	Nivel L4 (ISO 9765:1990)	
Ensayos en reparaciones	Radiografías	UNE-EN 1435:1998	Nivel B ó C (UNE-EN 25817:1994)	100% del total de las reparaciones
	Líquidos penetrantes	UNE-EN 571-1:1997	No deberán detectarse poros	
	Partículas magn.	UNE-EN 1290:1998	Nivel L4 (ISO 9402:1989)	
	Corrientes inducidas	ISO 9304:1989	Nivel L4 (ISO 9304:1989)	

CONTROL DE REVESTIMIENTOS

Ensayo	Metodología y condiciones de ensayo	Criterio de aceptación/ objetivo del ensayo	Frecuencia
Medida del perfil de rugosidad	Uso de lentes de aumento, por comparación con una muestra correspondiente al Rugotest nº3	Comprobación del perfil de rugosidad del revestimiento	
Medida del espesor	SSPC-PA2	La media de mediciones no debe ser menor del valor teórico y ningún valor diferenciarse en más del 30%.	25 medidas por tubo (5 en 5 generatrices distintas)
Adherencia	ASTM D3539-96 (reticulado) or tracción)	Comprobar valores de la adherencia del revestimiento al tubo	
Porosidad	Tensiones de Tabla 115	No aparición de poros en el ensayo	Todos los tubos

GALVANIZADO

La toma de muestras se efectuará con arreglo a la Norma ASTM A929. La calidad del galvanizado se comprobará con arreglo a la norma UNE-EN ISO 1461.

2.17 Tuberías de polietileno

2.17.1 Características Generales. Materiales

El polietileno puro empleado deberá ser fabricado a baja presión, llamado polietileno de alta densidad. Los tubos se compondrán de resina de polietileno, con las siguientes características:

- Resina de polietileno, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN ISO 17855, y UNE 12201.
- Negro de carbono o pigmentos. su contenido en peso en los tubos y piezas especiales debe ser de 2 a 2,50% y su dispersión menor de grado 3, conforme a lo especificado por la norma ISO 18553



- Aditivos, tales como antioxidantes, estabilizadores o colorantes. Sólo podrán emplearse aquellos aditivos necesarios para la fabricación y utilización de los productos, de acuerdo con los requerimientos de las partes aplicables de UNE-EN 12201. Su proporción no será mayor de tres décimas por ciento (0,3%), y siempre que su empleo sea aceptable según el Código Alimentario Español.

Los materiales que constituyan el tubo o la tubería no deben ser solubles en el agua, ni pueden darle sabor u olor o modificar sus características. A este respecto es de aplicación lo especificado por la vigente RTSAP en el caso de agua potable.

En general, en la fabricación de los tubos y/o de las piezas especiales no se utilizará material reprocesado, excepto cuando éste provenga del propio proceso de fabricación o de los ensayos que se realicen en fábrica, siempre que los mismos hayan sido satisfactorios.

Dichas tuberías están fabricadas a baja presión (alta densidad) y deberán ser del tipo mínimo PE 100 según Norma UNE 12201, cumpliendo con las siguientes características.

- Peso específico mayor de novecientas treinta milésimas de gramo por mililitro (0,930 gr/ml) (UNE-EN ISO 1183)
- Contenido de agua < 300 mg/kg
- Contenido de materias volátiles < 350 mg/kg
- Tiempo de inducción a la oxidación > 20 min
- Coeficiente de dilatación lineal entre doscientas (200) y doscientas treinta (230) millonésimas por grado centígrado para PE100. En este tipo de materiales los movimientos producidos por la dilatación dan lugar, en las coacciones, a incrementos tensionales de poca consideración (UNE 53126).
- Índice de fluidez se fija como máximo en 20% del calor obtenido con la materia prima utilizada. para PE 100 (UNE EN ISO 1133).
- Módulo de elasticidad a veinte grados centígrados (20°C) a corto plazo E0 igual o mayor que mil (1000) Mpa; módulo de elasticidad a veinte grados centígrados (20°C) a largo plazo (50 años) E50 igual o mayor a ciento cincuenta (150) Mpa para PE 100 (UNE 53331)
- La resistencia mínima a flexotracción a corto o largo plazo (50 años) será, respectivamente 30 ó 14,4 N/mm² (UNE 53331).

En el caso de uso del material para saneamiento sin presión se respetará adicionalmente todo lo establecido en la UNE-EN 12.666 *Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado*

En el caso de uso del material para saneamiento sin presión se respetará adicionalmente todo lo establecido en la UNE-EN 12.666 *Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado*



En el caso de uso de tubería de pared estructurada en polietileno se respetará adicionalmente todo lo establecido en la UNE-EN 13.476 *Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento enterrado sin presión. Sistemas de canalización de pared estructurada de polietileno (PE)*.

Los tubos de polietileno se fabricarán en instalaciones especialmente preparadas con todos los dispositivos necesarios para obtener una producción sistematizada y con un laboratorio mínimo necesario para comprobar por muestreo al menos las condiciones de resistencia y absorción exigidas al material.

Los tubos se marcarán exteriormente y de manera visible con los datos mínimos exigidos en el presente pliego, así como en la normativa de aplicación.

2.17.2 Clasificación. Resistencia

Los tubos de polietileno para abastecimiento se clasificarán por su MRS (tensión mínima requerida a tracción para el material), DN y PN. No obstante, al estar directamente relacionada la PN con la serie S y con la relación SDR, podría utilizarse alguno de estos dos parámetros alternativamente a la PN.

En el caso de tubería para saneamiento en lámina libre, los tubos se clasifican por su DN y su SN. No obstante, al estar directamente relacionada la SN con la serie S y, también, por lo tanto, con la relación SDR, podría utilizarse alguno de estos dos parámetros alternativamente a la SN.

Para canalización en presión los diámetros nominales que se utilicen serán los de la siguiente serie (mm): 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1.000, 1.200, 1.400, 1.600

En canalizaciones para saneamiento en lámina libre la serie disponible en diámetros es la siguiente (para rigideces SN4 y SN8): 110, 125, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 450, 500, 630, 800, 1.000, 1.200, 1.400, 1.600.

Uniones

Los tipos de uniones habituales en los tubos de PE son las siguientes:

- Unión soldada térmicamente a tope
- Unión por electrofusión
- Unión mediante accesorios mecánicos

En el caso de tubos de polietileno de pared estructurada helicoidal para saneamiento en lámina libre, podrán ser unidos mediante electrofusión, bien mediante unión mecánica desmontable.

No se admitirán de ningún modo piezas especiales fabricadas por la unión mediante pegamento de diversos elementos.

En tuberías de pequeño diámetro (ramales, acometidas, etc.) se cuidará especialmente el tipo de junta adoptada.



En el caso de tramos de conducción que no han sido proyectados, el Contratista someterá obligatoriamente a su aprobación los datos siguientes: sección de los tubos, espesor de sus paredes y tipo de junta empleada, acompañado todo ello de los cálculos hidráulicos y mecánicos justificativos de la solución que se propone.

2.17.3 Geometría

Se respetarán las dimensiones normalizadas y tolerancias (diámetros, espesores, ovalación y longitudes) indicados en la norma UNE-EN 12201.

En el caso de uso del material para saneamiento sin presión se respetará todo lo establecido en cuanto a geometría en la UNE-EN 12.666

En el caso de uso de tubería de pared estructurada en polietileno se respetará adicionalmente todo lo establecido en la UNE-EN 13.476

2.17.4 Control de calidad

Se exigirá el Marca Aenor, o el Certificado de Conformidad Aenor, para su recepción en obra.

Todos los tubos y piezas especiales deben ir marcados con, al menos, las siguientes identificaciones:

- Nombre del suministrador, fabricante o nombre comercial.
- Fecha de fabricación (mes y año).
- Tipo de material.
- Diámetro nominal, DN.
- Presión nominal, PN (excepto en saneamiento en lámina libre)
- Espesor nominal, e (no necesariamente en las piezas especiales) o rigidez nominal en el caso de saneamiento en lámina libre
- Referencia a la norma UNE correspondiente en cada aplicación.
- Marca de calidad en su caso.

La Dirección de Obra podrá exigir certificados que acrediten el control de calidad de todos los lotes correspondientes a los tubos suministrados de al menos los siguientes elementos, según lo indicado en la normativa de aplicación (UNE-EN 12201 principalmente)

- Control del material
 - Características mecánicas: MRS y alargamiento en rotura
 - Características físicas
- Control de tubos.
 - Resistencia a presión hidráulica interior a 80º
 - Propagación de fisuras



En el caso de uso de tubería de pared estructurada en polietileno se respetará adicionalmente todo lo establecido en la UNE-EN 13.476

El material de los tubos estará exento de grietas, granulaciones, burbujas o faltas de homogeneidad de cualquier tipo. Las paredes serán suficientemente opacas para impedir el crecimiento de algas o bacterias, cuando las tuberías queden expuestas a la luz solar.

Las condiciones de funcionamiento de las juntas y uniones deberán ser justificadas con los ensayos realizados en un laboratorio oficial, y no serán inferiores a las correspondientes al propio tubo.

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

2.18 Elementos prefabricados no estructurales

2.18.1 Bloques prefabricados de hormigón

2.18.1.1 Definición

Bloques de hormigón son elementos prefabricados de hormigón en masa de forma sensiblemente ortoédrica, usados en la construcción.

2.18.1.2 Materiales

2.18.1.2.1 Cemento

Para el tipo de cemento utilizado se estará a lo dispuesto en el artículo correspondiente del presente Pliego.

2.18.1.2.2 Agua para morteros y hormigones.

Se estará a lo dispuesto en el artículo correspondiente del presente Pliego.

2.18.1.2.3 Áridos para morteros y hormigones.

Se estará a lo dispuesto en el artículo correspondiente del presente Pliego.

Los áridos se dosificarán en un mínimo de tres (3) tamaños y el mayor no excederá de la mitad del espesor mínimo de las paredes de la pieza.



2.18.1.2.4 Hormigón.

Se estará a lo dispuesto en el artículo correspondiente del presente Pliego.

La resistencia a compresión del hormigón constitutivo de los bloques será, según la resistencia a compresión del bloque especificada en el presente Proyecto o, en su defecto, la fijada por la Dirección de Obra, la que figura en la tabla siguiente:

- Resistencia mínima a compresión en Kp/cm²:
- Del Bloque 160 120 100 80 60 40
- Del hormigón 320 240 200 160 120 80

2.18.1.3 Condiciones generales

Los bloques no presentarán grietas, fisuras ni eflorescencias; en el caso de bloques para cara vista no se admitirán coqueras, desconchones ni desportillamientos. La textura de las caras destinadas a ser revestidas será lo suficientemente rugosa como para permitir una buena adherencia del revestimiento.

2.18.1.4 Clasificación

De acuerdo con lo especificado en el presente Proyecto o, en su defecto, ordenado por la Dirección de Obra, podrán utilizarse bloques de hormigón de los siguientes tipos:

- Bloque macizo, pieza de forma paralelepédica rectangular.
- Bloque hueco, pieza de forma paralelepédica rectangular, con perforaciones uniformemente repartidas de eje normal al plano de asiento y de volumen inferior a los dos tercios (2/3) del volumen total del bloque.
- Bloques especiales, piezas de forma diversa usadas en la formulación de esquinas, ángulos, huecos, dinteles, pilares, etc.

2.18.1.5 Características Geométricas

Las dimensiones modulares, en centímetros (cm.), de los bloques especificadas en el presente Proyecto o, en su defecto, ordenadas por la Dirección de Obra, estarán contempladas en la siguiente serie:

- Longitud: 40, 50, 60.
- Altura: 20, 25, 30.
- Espesor: 7, 10, 12.5, 15, 20, 25, 30.



Las dimensiones nominales de fabricación resultarán de deducir de las dimensiones modulares el valor de un centímetro (1 cm.) correspondiente a las juntas o revestimiento.

Las tolerancias admitidas, sobre las dimensiones de fabricación, son las especificadas en la tabla siguiente:

- Longitud: + 3 mm., - 5 mm.
- Altura: + 3 mm., - 5 mm.
- Espesor: + 4 mm., - 4 mm.

El valor máximo admisible de la tangente del ángulo diedro que difiera del ángulo recto en cualquier arista será de dos centésimas (0,02).

La flecha máxima admisible, a efectos de rectitud de las aristas, será de cinco milímetros (5 mm.) y del uno por ciento (1%) de la longitud de las aristas para los bloques de cara vista.

2.18.1.6 Características Físicas

La masa de los bloques no será superior a veinticinco kilogramos (25 Kg.).

La absorción de agua de los bloques de edad comprendida entre uno y dos meses será menor o igual que el tres por ciento (3%).

2.18.1.7 Características Mecánicas

Todo bloque tendrá asociado un valor de resistencia mínima a compresión, retenido a su sección bruta o de fabricación, que coincidirá con alguno de los valores de la serie, expresados en kilopondios por centímetro cuadrado (Kp/cm²): 40, 60, 80, 100, 120, 160.

La resistencia a compresión deberá medirse a los veintiocho (28) días de edad o en el momento de la recepción en obra, si ésta tuviera lugar antes de los veintiocho (28) días de su fabricación.

2.18.1.8 Control de calidad.

2.18.1.8.1 Generalidades

Los ensayos y verificaciones a que podrán ser sometidos los bloques de hormigón para comprobar las características exigidas son:

- Comprobación de aspecto.
- Comprobación geométrica.



- Determinación de la densidad aparente.
- Determinación de la absorción de agua.
- Resistencia a compresión.

La comprobación del aspecto consiste en el examen visual de los bloques para verificar la ausencia de fisuras, coqueras, oquedades, desconchados y otros defectos de fabricación que puedan mermar su calidad intrínseca o funcional.

La comprobación geométrica consiste en verificar que la forma y dimensiones de los bloques cumplen, dentro de las tolerancias, las características geométricas definidas en el apartado anterior.

La determinación de la densidad aparente, y resistencia a compresión se realizará de acuerdo con los ensayos definidos en las "Recomendaciones Técnicas de Control para bloques de hormigón" del INCE.

Cuando el material llegue a obra con Certificado de Origen Industrial, que acredite el cumplimiento de las condiciones exigidas, su recepción podrá realizarse comprobando únicamente sus características aparentes.

2.18.1.8.2 Ensayos previos

Cuando el material no tenga el Certificado de Origen industrial mencionado anteriormente, con objeto de determinar si el producto es en principio aceptable o no, se verificará -en fábrica o a su llegada a obra- el material que vaya a ser suministrado, a partir de una muestra extraída del mismo.

Sobre dicha muestra se determinará, con carácter preceptivo, las características técnicas que a continuación se indican:

- Comprobación de aspecto.
- Comprobación geométrica.
- Determinación de la absorción de agua.
- Resistencia a compresión.

Si del resultado de estos ensayos se desprende que el producto no cumple alguna de las características exigidas, se rechazará el suministro. En caso contrario, se aceptará el mismo con carácter provisional, quedando condicionada la aceptación de cada uno de los lotes que a continuación se vayan recibiendo en obra al resultado de los ensayos de control.

2.18.1.8.3 Ensayos de control

Para el control de aprovisionamiento a la obra de bloques, se dividirá el suministro total en lotes de cinco mil (5000) piezas o fracción que provengan de una misma fabricación.



El plan de control se establecerá determinando tantas tomas de muestras como números de lotes se hayan obtenido.

La extracción de cada muestra se realizará al azar sobre los suministros del material a obra, considerándose homogéneo el contenido de un camión o el material suministrado en un mismo día, en distintas entregas, pero procedentes del mismo fabricante.

Para cada muestra se determinarán las características técnicas preceptivas contenidas en el párrafo anterior.

Si los resultados obtenidos cumplen las prescripciones exigidas para cada una de las características, se aceptará el lote y de no ser así, el Director de Obra decidirá su rechazo o depreciación a la vista de los ensayos realizados.

2.18.1.9 Utilización

No se podrán colocar en obra este tipo de bloques hasta que el hormigón no haya alcanzado una resistencia de al menos 150 kp/cm².

No se utilizarán estos elementos cuando el apoyo de la tubería sea de material granular.

2.18.2 Baldosa de cemento

2.18.2.1 Definición

Las baldosas que son objeto de este Pliego se definen por su configuración y/o por su composición.

2.18.2.1.1 Definición según su configuración.

- Baldosas. Son las placas de forma geométrica, con bordes vivos o biselados, de área superior a un decímetro cuadrado (1 dm²).
- Baldosines. Son las baldosas de área no superior a un decímetro cuadrado (1 dm²).
- Losas. Son placas de forma geométrica, cuya cara puede ser lisa, rugosa. Con resaltos o con rebajos, de área superior a diez decímetros cuadrados (10 dm²).
- Loetas. Son losas de área no superior a diez decímetros cuadrados (10 dm²).

2.18.2.1.2 Definición según la composición.

- Baldosa hidráulica. Se compone de:



- Cara, constituida por la capa de huella, de mortero rico en cemento. arena muy fina y, en general, colorantes.
 - Capa intermedia, que puede faltar a veces, de un mortero análogo al de la cara, sin colorantes.
 - Capa de base, de mortero menos rico en cemento y arena más gruesa, que constituye el dorso.
- Baldosa de pasta. Se compone de una sola capa de pasta de cemento con colorantes y, a veces, con una pequeña cantidad de arena muy fina.
 - Baldosa de terrazo. Se compone de:
 - Cara, constituida por la capa de huella, de hormigón o mortero de cemento, triturado de mármol u otras piedras y, en general, colorantes.
 - Capa intermedia, que puede faltar a veces, de mortero rico en cemento y árido fino.
 - Capa de base, de mortero menos rico en cemento y arena gruesa, que constituye el dorso. La cara o capa de huella puede ser pulida o lavada.

2.18.2.2 Materiales

Se cumplirán las disposiciones de la ORDEN FOM/891/2004, de 1 de marzo, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3, y las de cualquiera de sus posteriores modificaciones.

2.18.2.3 Calidades

Se cumplirán las disposiciones de la ORDEN FOM/891/2004, de 1 de marzo, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3, y las de cualquiera de sus posteriores modificaciones.

2.18.2.4 Características geométricas

Se cumplirán las disposiciones de la ORDEN FOM/891/2004, de 1 de marzo, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3, y las de cualquiera de sus posteriores modificaciones.

- Espesor: El espesor de una baldosa medido en distintos puntos de su contorno, con excepción de los rebajes de la cara o el dorso, no variará en más del ocho por ciento (8%) del espesor máximo y no será inferior a 1,4 cm para baldosas de 15 cm de lado. El espesor de la capa de huella, con excepción de los rebajes de la cara, será sensiblemente uniforme y no menor, en ningún punto, que 4 mm.
- Ángulos: La variación máxima admisible en los ángulos será de cuatro décimas de milímetro (0,4 mm) en más o en menos, medidos sobre un arco de veinte centímetros (20 cm) de radio, o por sus valores proporcionales.



- Rectitud de las aristas: La desviación máxima de una arista respecto a la línea recta será de uno por mil (1‰), en más o menos, de su longitud.
- Alabeo de la cara: La separación de un vértice cualquiera, con respecto al plano formado por otros tres, no será superior a cinco décimas de milímetro (0,5 mm) en más o en menos.
- Planicidad de la cara: La flecha máxima no sobrepasará el tres por mil (3‰) de la diagonal mayor en más o en menos, no pudiendo esta medida sobrepasar, a su vez, los dos milímetros (2 mm).
- Resistencia a la flexión: Determinada según la Norma UNE 7034, como media de cinco (5) piezas, la tensión aparente de rotura no será inferior a 50 kg. /cm² en la cara en tracción y 30 kg. /cm² en el dorso en tracción.

2.18.2.5 Aspecto y estructura

Se cumplirán las disposiciones de la ORDEN FOM/891/2004, de 1 de marzo, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3, y las de cualquiera de sus posteriores modificaciones.

2.18.2.6 Características físicas

Se cumplirán las disposiciones de la ORDEN FOM/891/2004, de 1 de marzo, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3, y las de cualquiera de sus posteriores modificaciones.

- Absorción de agua: El coeficiente de absorción de agua, máximo admisible, determinado según la Norma UNE 7008, será del diez por ciento (10%) en peso.
- Heladicidad: Ninguna de las tres baldosas ensayadas, de acuerdo con la Norma UNE 7033, presentará en la cara o capa de huella señales de rotura o de deterioro.

Resistencia al desgaste: Realizado el ensayo según la Norma UNE 7015, con un recorrido de doscientos cincuenta metros (250 m), la pérdida máxima de altura permitida será de 3 mm.

2.18.2.7 Control de Calidad

Salvo indicación en contra del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el control de calidad se llevará a cabo de la siguiente manera:

Para cada fuente de procedencia del material se establecerán lotes, cuyo tamaño será el correspondiente a 5.000 m² o fracción, a los que se asignarán los resultados de los ensayos de cada una de las características físicas. Las muestras se tomarán en los puntos que señale el Director de Obra.

Si los resultados son positivos se aceptará el lote. En el caso de que no se alcancen los mínimos exigidos se rechazará el lote y no se abonará. Como alternativa se podrán realizar ensayos contradictorios en

número igual o superior a dos, para cada parámetro afectado, aceptándose el material si ambos ensayos dan resultados satisfactorios y rechazándose en caso de que falle uno de ellos. Los citados ensayos serán en todo caso por cuenta del Contratista.

El Director de Obra podrá admitir un material que no haya superado el control anteriormente citado si se toman las medidas precisas para corregir los defectos detectados, y si mediante ensayos, definidos en número y forma por el Director de Obra, se demuestra que los parámetros afectados alcanzan los valores exigidos. Estos ensayos, así como los trabajos de corrección serán por cuenta del Contratista.

2.18.3 Cunetas prefabricadas de hormigón

2.18.3.1 Definición

Cuneta prefabricada es una zanja longitudinal abierta en el terreno junto a la plataforma, con el fin de recibir y canalizar las aguas de lluvia, que se reviste con piezas prefabricadas, las cuales se cimentan sobre un lecho de asiento previamente preparado.

La forma, dimensiones, tipo de material y demás características, se ajustarán a lo que figure en la Norma 5.2-IC de Drenaje Superficial, y en el Proyecto.

Se estará a lo dispuesto en la ORDEN FOM/1382/02, de 16 de mayo, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

2.18.3.2 Condiciones generales

Las cunetas prefabricadas de hormigón se ejecutarán con hormigones tipo HM-20, fabricados con áridos procedentes de machaqueo, cuyo tamaño máximo será de veinte milímetros (20 mm), y cemento Portland (I).

La forma y dimensiones de las cunetas de hormigón serán las señaladas en los Planos.

La sección transversal de las cunetas curvas será la misma que la de las rectas, y su directriz se ajustará a la curvatura del elemento constructivo en que vayan a ser colocados.

La longitud mínima de las piezas rectas será de un metro (1 m) y la de las piezas curvas adecuada para adaptarlas a la obra.

Se admitirá una tolerancia en las dimensiones de la sección transversal de diez milímetros (± 10 mm).



2.18.3.3 Características

- Peso específico neto: No será inferior a dos mil trescientos kilogramos por metro cúbico ($\geq 2.300 \text{ Kg./m}^3$).
- Carga de Rotura (Compresión): Mayor o igual que ciento setenta y cinco kilogramos por centímetro cuadrado ($\geq 175 \text{ Kg./cm}^2$).
- Tensión de Rotura (Flexotracción): No será inferior a cuarenta kilogramos por centímetro cuadrado ($\geq 40 \text{ Kg./cm}^2$).
- Absorción de agua: Máxima: 7% en peso
- Heladicidad: Inerte a $+ 20^\circ\text{C}$.

2.18.3.4 Control de Calidad

Salvo indicación en contra por parte de la Dirección de Obra, el control de calidad se llevará a cabo de la siguiente manera:

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

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

El Director de Obra podrá admitir un material que no haya superado el control anteriormente citado si se toman las medidas precisas para corregir los defectos detectados, y si mediante ensayos, definidos en número y forma por el Director de Obra, se demuestra que los parámetros afectados alcanzan los valores exigidos. Estos ensayos, así como los trabajos de corrección serán por cuenta del Contratista.

El tamaño de los lotes referido a longitud de cuneta será de 1.000 metros o fracción.

2.18.4 Piezas para absorbaderos y sumideros

2.18.4.1 Definiciones y características

Piezas de hormigón para absorbaderos y sumideros son elementos prefabricados de hormigón utilizados para conformar estos elementos de desagüe.

Absorbedero es la boca o agujero por donde se vacía el agua de lluvia de las calzadas, de los tableros de las obras de fábrica, o en general, de cualquier construcción.



Sumidero es la boca de desagüe, generalmente protegida por una rejilla, que cumple la función análoga a la del absorbedero, pero dispuesta de forma que la entrada de agua sea en sentido sensiblemente vertical.

La forma y dimensiones de las piezas serán definidas en el proyecto.

Las dimensiones nominales declaradas por el fabricante se ajustarán a las tolerancias especificadas en la tabla siguiente:

Dimensiones nominales	Tolerancias
Menor o igual que 600 mm	±6 mm

Dimensiones nominales	Tolerancias
Mayor que 600 mm	±10 mm

Las piezas para sumideros podrán retener agua sin pérdidas durante un periodo de treinta minutos (30 min.).

Sometidas a una carga de 1.250 kilopondios, las piezas no romperán ni presentarán grietas que impliquen la ruina de las mismas.

2.18.4.2 Materiales

Los áridos, cemento, aditivos y agua para la fabricación del hormigón cumplirán las condiciones exigidas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural EHE", además de las que se fijen en este Pliego.

Las características del hormigón que se utilice en la fabricación de las piezas serán definidas por el fabricante para que el producto cumpla las condiciones de calidad y características declaradas por aquel. En ningún caso la resistencia característica del hormigón a los veintiocho días será inferior a doscientos kilopondios por centímetro cuadrado (200 kp/cm²).

2.18.4.3 Fabricación

La fabricación, transporte, colocación y compactación del hormigón cumplirán lo establecido en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural EHE".

El curado de las piezas podrá realizarse por cualquier procedimiento que mantenga continuamente húmedas las superficies.

Podrá realizarse el curado por métodos acelerados teniendo cuidado de controlar convenientemente la velocidad de calentamiento y enfriamiento con el fin de evitar que el hormigón sufra choques térmicos.

2.18.4.4 Control de calidad

Los ensayos verificados a que podrán ser sometidas las piezas para comprobar las características exigidas son:

- Comprobación de aspecto
- Comprobación geométrica
- Resistencia a compresión
- Estanqueidad

La comprobación del aspecto consiste en el examen visual de las piezas para verificar la ausencia de fisuras, coqueras, oquedades, desconchados y otros defectos de fabricación que pueden mermar su calidad intrínseca o funcional.

La comprobación geométrica consiste en verificar que la forma y dimensiones de los bloques cumplen, dentro de las tolerancias, las características geométricas definidas en este Artículo.

2.19 Materiales para apoyos y juntas

Entran dentro de esta clasificación los apoyos elásticos para estructuras y tuberías y las cintas elásticas para impermeabilización de juntas.

2.19.1 Apoyos elásticos para tuberías

2.19.1.1 Características

Son los apoyos constituidos por una placa de material elastomérico que permite, con su deformación elástica el movimiento de las tuberías.

El material a emplear será caucho cloropreno y tendrá las características descritas en este pliego salvo indicación expresa en los Planos de Proyecto.

2.19.1.2 Control de Calidad

Todos los apoyos estarán avalados por el correspondiente certificado del Control de Calidad realizado en el laboratorio del fabricante y serán entregados a la Dirección de Obra con anterioridad a su colocación en la misma.



2.20 Materiales para firmes y pavimentos flexibles

2.20.1 Materiales granulares para sub-bases

2.20.1.1 Definición

Se define como sub-base granular la capa de material granular situada entre la base del firme y la explanada.

2.20.1.2 Procedencia y características de los materiales

La procedencia de los materiales empleados para sub-bases será la indicada en los correspondientes artículos del PG-3.

La composición granulométrica, coeficiente de desgaste de Los Ángeles, capacidad portante y plasticidad serán los descritos en los correspondientes artículos del PG-3.

2.20.1.3 Control de Calidad

Salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el control de calidad se llevará a cabo de la siguiente manera:

- Para cada fuente de procedencia del material se establecerán lotes, cuyo tamaño, en función del parámetro a ensayar, se define más adelante, a los que se asignarán los resultados de los ensayos realizados. Las muestras se tomarán en los puntos en que señale el Director de Obra.
- Si los resultados son positivos se aceptará el lote. En caso de que no alcancen los mínimos exigidos se rechazará el lote y no se abonará. Como alternativas se podrán realizar ensayos contradictorios en número igual o superior a dos, para cada parámetro afectado, aceptándose el material si ambos ensayos dan resultados satisfactorios y rechazándose en caso contrario. Los citados ensayos contradictorios serán por cuenta del Contratista si implican la no aceptación del material.
- El Director de Obra podrá admitir un material que no haya superado el control anteriormente citado si se toman las medidas precisas para corregir los defectos detectados y si mediante ensayos, definidos en número y forma por el Director de Obra, se demuestra que los parámetros afectados alcanzan los valores exigidos. Estos ensayos, así como los trabajos de corrección, serán por cuenta del Contratista.
- El tamaño de los lotes será el siguiente:
 - Granulometría: 1.000 m³ o fracción.
 - Coeficiente de desgaste de Los Ángeles: 5.000 m³ o fracción.
 - Índice CBR: 500 m³ o fracción.
 - Plasticidad: 1.000 m³ o fracción.



- Equivalente de arena: 1.000 m³ o fracción.

2.20.2 Materiales para riegos de imprimación

2.20.2.1 **Ligante bituminoso**

El ligante bituminoso a emplear estará incluido en los betunes asfálticos fluidificados que a continuación se indican:

MC0, MC1 y MC2.

La definición y las condiciones generales de estos betunes serán los que se han expresado en el apartado 2.27.4.1.

2.20.2.2 **Áridos**

El árido empleado para riegos de imprimación deberá ajustarse a las condiciones establecidas en los correspondientes artículos del PG-3.

2.20.2.3 **Control de Calidad**

El Control de Calidad se regirá por los criterios recogidos en el apartado 2.28.4.3 en la medida en que sean aplicables.

2.20.3 Materiales para mezclas bituminosas en caliente

2.20.3.1 **Ligantes bituminosos**

El ligante bituminoso a emplear estará incluido entre los betunes asfálticos que a continuación se indican:

B 20/30, B 40/50, B 60/70 Y B 80/100.

Cuya definición y condiciones generales se describen en los correspondientes artículos del PG-3.

2.20.3.2 **Control de Calidad**

Salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el control de calidad se llevará a cabo de la siguiente manera:



- Para cada fuente de procedencia del material se establecerán lotes, cuyo tamaño, en función del parámetro a ensayar, se define más adelante, a los que se asignarán los resultados de los ensayos realizados. Las muestras se tomarán en los puntos en que señale el Director de Obra.
- Si los resultados son positivos se aceptará el lote. En caso de que no alcancen los mínimos exigidos se rechazará el lote y no se abonará. Como alternativas se podrán realizar ensayos contradictorios en número igual o superior a dos, para cada parámetro afectado, aceptándose el material si ambos ensayos dan resultados satisfactorios y rechazándose en caso contrario. Los citados ensayos contradictorios serán por cuenta del Contratista si implican la no aceptación del material.
- El Director de Obra podrá admitir un material que no haya superado el control anteriormente citado si se toman las medidas precisas para corregir los defectos detectados y si mediante ensayos, definidos en número y forma por el Director de Obra, se demuestra que los parámetros afectados alcanzan los valores exigidos. Estos ensayos, así como los trabajos de corrección, serán por cuenta del Contratista.
- El tamaño de los lotes será el siguiente:
 - Peso específico neto: 3.000 Tn. o fracción.
 - Resistencia a compresión: 3.000 Tn. o fracción.
 - Coeficiente de desgaste: 3.000 Tn. o fracción.
 - Resistencia a la intemperie: 3.000 Tn. o fracción.

2.21 Materiales elastomericos

Entran dentro de esta clasificación los apoyos elásticos para estructuras, y las bandas elásticas para estanqueidad de juntas

2.21.1 Bandas elastoméricas para estanqueidad de juntas.

2.21.1.1 Definición

Son tiras o bandas de material elastomérico, caucho sintético o natural, de sección transversal adecuada para formar un cierre que impida el paso del agua a través de las juntas de las obras de hormigón.

Se colocan embebidas en el hormigón según una superficie ortogonal a la de la junta y centradas con ella.

2.21.1.2 Características

2.21.1.2.1 Aspecto

La sección transversal de las bandas será compacta, homogénea y exenta de porosidades, burbujas y otros defectos.



Serán admisibles defectos superficiales de poca importancia tales como oquedades o protuberancias cuyas dimensiones máximas sean inferiores a seis milímetros (6 mm) de extensión y un milímetro y medio (1,5 mm) de profundidad. Se admitirán, asimismo, rebabas en las líneas producidas por los troqueles de menos de seis milímetros (6 mm) de ancho, un milímetro y medio (1,5 mm) de profundidad y cincuenta centímetros (50 cm.) de longitud.

2.21.1.2.2 Tolerancias

La anchura de la banda no será menor de cincuenta centímetros (50 cm.) y su longitud no será inferior a cinco metros (5 m.)

La tolerancia admisible en las características geométricas especificadas por el fabricante en las dimensiones superiores a cien milímetros (100 mm) será de tres por ciento, en más o menos (+ 3%) respecto de la dimensión nominal.

2.21.1.2.3 Características físicas

El material constitutivo de las bandas cumplirá las especificaciones fijadas en el cuadro adjunto.

CARACTERÍSTICAS		VALOR LÍMITE	MÉTODO DE ENSAYO
Dureza Shore A		62 ± 5	UNE-EN ISO 868:2003
Resistencia a tracción a 23 ± 2°C		Mín. 100 Kp/cm ²	UNE 53510
Alargamiento en la rotura a 23 ± 2°C		Mín. 380%	UNE 53510
Deformación remanente por tracción		Máx. 20%	UNE-ISO 2285:2009
Deformación remanente por compresión	A 168 h y 23 ± 2°C	Máx. 20%	UNE 53511
	A 24 h y 70°C	Máx. 35%	
Resistencia al desgarramiento		Mín. 80 kp/cm ²	UNE 53516
Envejecimiento térmico	Variación dureza Shore A	Máx. ± 8	UNE-ISO 188:2009
	Resistencia a tracción respecto de la inicial	Mín. 80%	
	Alargamiento en la rotura respecto del inicial	Mín. 80%	



2.21.1.3 Uniones y piezas especiales

Las uniones de las bandas realizadas tanto en fábrica como en la obra se realizarán por procedimiento de vulcanización en caliente con aportación de elastómero crudo, de forma que la resistencia de la unión sea, al menos, la de la propia banda.

No se permitirá la realización de uniones o empalmes adhesivos.

La ejecución de las uniones en obra será realizada de acuerdo con las instrucciones que al efecto deberá proporcionar el fabricante y se ejecutarán por personal operario especializado.

Es conveniente que las uniones en ángulo, intersecciones y cambios de ancho sean realizadas mediante piezas especiales preparadas en taller, moldeadas o con uniones vulcanizadas, de forma que en la obra sólo tengan que realizarse las uniones a tope definidas anteriormente.

Deberá disponerse de piezas especiales que garanticen la estanqueidad en el cruce de tubos, barras y otros elemento que tengan que atravesar las bandas y cuyo diseño habrá de ser sometido a la aprobación de la Dirección de Obra.

2.21.1.4 Recepción

Las prescripciones concernientes a las dimensiones, aspecto general y acabado se comprobarán mediante inspección unitaria. Las bandas que no satisfagan las características sometidas a inspección serán rechazadas.

Las pruebas y verificaciones se ejecutarán sobre muestras tomadas del producto elaborado proporcionado por el fabricante.

Las muestras para los ensayos de comprobación de las características físicas serán escogidas por la Dirección de Obra con el fin de obtener el siguiente número de ellas para cada pedido:

- Longitud total, en metros, de las bandas que componen el pedido Número de muestras
 - 150 o menos 1
 - de 150 a 300 2
 - de 300 a 1500 4
 - de 1500 a 3000 8
 - más de 3000 15

Cuando una muestra no satisfaga una prueba, se repetirá esta misma sobre dos muestras más tomadas de la misma longitud de banda ensayada. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará la longitud de banda ensayada, aceptándose si el resultado de ambas es satisfactorio.

2.21.1.5 Transporte y almacenamiento

Las bandas elastoméricas podrán suministrarse en rollos con el fin de facilitar la manipulación; sin embargo, si no se prevé la instalación de material en el lapso de seis meses, deberá desenrollarse y depositarse de esta forma.

Se almacenarán en un lugar fresco, preferentemente a temperaturas inferiores a 21°C, protegido del viento y de los rayos solares.

Se protegerán convenientemente las bandas elastoméricas de la acción de aceites y grasas.

2.22 Impermeabilizantes

Se estará a lo dispuesto en el artículo 690 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3.

2.22.1 Condiciones que debe reunir la superficie a impermeabilizar

El soporte base debe tener la resistencia mecánica suficiente de acuerdo con las condiciones de la obra. La terminación de la superficie de fábrica será un fratasado fino o acabado similar.

En ningún caso deberá colocarse un material impermeabilizante directamente sobre una base pulverulenta o granular suelta. La superficie de la base estará seca y exenta de polvo, suciedad, manchas de grasa o pintura en el momento de aplicar la impermeabilización.

2.22.2 Pinturas de imprimación

Son productos bituminosos elaborados en estado líquido, capaces de convertirse en película sólida cuando se aplican en capa fina y deberán cumplir con las condiciones expuestas en la Norma UNE 104234/92.

Deben ser de base asfáltica si el impermeabilizante es asfáltico. Las características que deben reunir son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	TIPO
Contenido en agua	%	Nulo
Viscosidad Saybolt-Furol a 25°C	Seg.	de 25 a 150
Valor mínimo del destilado hasta 225°C en volumen	%	35
Valor máximo del destilado hasta 360°C en volumen	%	65
Características del residuo obtenido en la destilación hasta 360°C		
Solubilidad mínima en sulfuro de carbono	%	99
Penetración a 25°C, 100 g, 5 seg.	0,1 mm.	de 20 a 50



2.22.3 Áridos a emplear en riegos de imprimación

2.22.4 Características

El árido empleado para riegos de imprimación deberá ajustarse a las condiciones establecidas en el artículo 530.2.2. del PG-3.

2.22.5 Control de Calidad

El control de calidad se regirá por los criterios recogidos en los apartados relativos a áridos del presente pliego, en la medida en que sean aplicables.

El importe de los ensayos será por cuenta del Contratista.

2.22.6 Áridos en mezclas bituminosas en caliente

2.22.6.1 **Características**

La definición y propiedades de los áridos empleados para mezclas bituminosas en caliente se ajustarán a lo prescrito en el artículo 542.2.2 del PG-3.

2.22.6.2 **Control de Calidad**

El control de calidad aplicable será el definido en el Pliego PG-3 del MOPU.

- Coeficiente de desgaste de los Ángeles (NLT-149) 5.000 m2 o fracción.
- Análisis granulométrico de los áridos extraídos de mezclas bituminosas (NLT-165) 5.000 m2 o fracción.

El importe de los ensayos será por cuenta del Contratista.

2.23 **Imprimaciones y pinturas**

2.23.1 Condiciones generales Se estará a lo dispuesto en el CTE.

Los planos definirán las superficies a pintar o revestir y el tipo de pintura o revestimiento elegido.

El material a emplear en los recubrimientos se suministrará en los envases originales, sellados y con la etiqueta del fabricante con la que se proporcionarán las instrucciones necesarias para su correcta aplicación.

Igualmente estarán impresas en el envase la fecha de fabricación, caducidad y el número de lote.

Los materiales deben suministrarse con el correspondiente certificado de composición con referencia al número del lote e indicando el número de kilogramos suministrados.



Los materiales se almacenarán de acuerdo con las instrucciones dadas por el fabricante y en todo caso estarán protegidos de la humedad, del sol directo y en locales bien ventilados.

La temperatura del recinto de almacenamiento no debe ser inferior a 10º C, ni superior a 32º C.

La superficie de aplicación estará preparada con todos los elementos (puertas, ventanas, etc.) recibidos y totalmente nivelada y lisa.

No se pintará bajo condiciones climatológicas adversas, tiempo lluvioso, humedad relativa superior al 85%, temperatura no comprendida entre veintiocho y seis grados centígrados (CTE).

Si la superficie de aplicación es de yeso, cemento, albañilería y derivados esta no tendrá una humedad superior al 6 por 100, y no contendrá eflorescencias salinas, manchas de moho o de humedades de sales de hierro. Se procurará que no exista polvo en suspensión.

Si la superficie de aplicación es madera esta tendrá una humedad comprendida entre el 14 y el 20 por 100 si es exterior o entre el 8 y el 14 por 100 si es interior. No estará atacada por hongos o insectos ni presentará nudos mal adheridos.

Si la superficie de aplicación es metálica se limpiará esta de cualquier suciedad, grasa u óxido. Se procurará que no exista polvo en suspensión.

2.23.2 Pinturas de minio de plomo para imprimación anticorrosiva

2.23.2.1 Definición

Pinturas de minio de plomo para imprimación anticorrosiva de materiales férreos, son las que cumplen las condiciones del presente artículo y del artículo 270 del PG-3.

2.23.2.2 Composición

2.23.2.2.1 Del pigmento

Los pigmentos utilizados en la formulación de las pinturas cumplirán las características de la tabla 270.1 del artículo 270 del PG-3.

Los pigmentos extraídos al analizar la pintura cumplirán las características de la tabla 270.2 del artículo 270 del PG-3.



2.23.2.2.2 Del vehículo

Los vehículos estarán exentos de colofonia y sus derivados. Contendrán las cantidades apropiadas de antioxidantes y agentes que eviten en el mayor grado posible la sedimentación del pigmento. Los componentes del vehículo deberán mezclarse en las proporciones que indica la tabla 270.3 del artículo 270 del PG-3.

2.23.2.3 Características de la pintura líquida

Será de aplicación lo especificado en el apartado 270.3 del artículo 270 del PG-3.

2.23.2.4 Características de la película seca de pintura

Será de aplicación lo especificado en el apartado 270.4 del artículo 270 del PG-3.

2.23.3 Imprimación selladora para hormigón

Se define como aquella imprimación a base de dispersiones o emulsiones no pigmentadas en agua o disoluciones en disolventes de resinas sintéticas como acetato de polivinilo, acrílica, o a base de dispersiones acuosas pigmentadas de resinas sintéticas o disoluciones de resinas sintéticas.

Las pinturas antipolvo serán a base de resinas epoxi de dos componentes que aplicados sobre la superficie del hormigón sellen sus poros y le confiera una mayor resistencia a la abrasión y al desgaste, propiedades antipolvo y estanqueidad.

Tendrá, además, una buena resistencia a la intemperie, gran adherencia a la superficie de hormigón y será además resistente a los agentes químicos agresivos y agradablemente coloreado.

Se aplicarán sobre superficies de hormigón exentas de grasas, aceites y polvo en las que previamente se habrá eliminado la lechada superficial mediante rascado con cepillos metálicos.

Los productos, que estarán diluidos con disolventes apropiados, recomendados por el fabricante y en la proporción y condiciones por él recomendadas, se aplicarán en capas sucesivas hasta alcanzar un espesor mínimo de 40 micras.

Vendrá en envase para su protección en el que se especificará:

- Instrucciones de uso expresando si para interior o exterior.
- Tiempo de secado.
- Aspecto de la película seca.
- Capacidad del envase en litros y kg.
- Rendimiento teórico en m² litro.



- Sello de fabricante.

y cumplirá las normas UNE 125300-1:1994, PNE-prEN ISO 9117-3 y UNE-EN ISO 9117-6:2013.

2.23.4 Esmaltes sintéticos

2.23.4.1 Definición

Pintura de resinas sintéticas obtenidas por la combinación química de aceites secantes semisecantes, con resinas sintéticas duras de tipo alquídicas, pigmentos adecuados y disolventes de hidrocarburos del tipo II.

2.23.4.2 Características

2.23.4.2.1 Generales

El producto una vez agitado durante 3 minutos no presentará coágulos, pellejos, depósitos duros ni flotación de pigmentos.

No se abrirán los envases, hasta que se vayan a aplicar.

La cantidad de disolvente se ajustará según las instrucciones del fabricante y el método aplicación.

2.23.4.2.2 Químicas

No contendrá resinas fenólicas ni de colofonia

En función del soporte cumplirá las siguientes proporciones:

- Maderas del 60% al 70% de aceites
- Metal, del 50% al 60% de aceites
- Otros, 50% de aceites

2.23.4.2.3 Físicas y mecánicas Características de la película líquida:

- Tendrá la consistencia adecuada para su aplicación con brocha
- Finura de molido de los pigmentos: < 25 micras
- Temperatura de inflamación: >30°C
- Tiempo de secado a 23°C y 50% HR; al tacto, 3 horas; totalmente seca 8 horas.



- El rendimiento mínimo será: 5 kg/m² para una capa de 30 micras Características de la película seca:
 - Resistente a la intemperie, de color estable e isaponificable.
 - La adherencia será: ≤ 2 (UNE-EN ISO 2409:2007)
 - Envejecimiento acelerado (168 h) :< 4 unidades perdida de luminosidad (8 para el amarillo)
 - Envejecimiento artificial (500 h): No presentará cuarteamiento, cambios de color, ni cualquier otro defecto.
 - Amarilleamiento acelerado por colores con reflectancia aparente superior al 80%: <0.12
 - Resistencia a la abrasión: (PNE-EN 13696): daños moderados
 - Espesor de la película: Rojo vivo y verdes menor o igual de 37.5 micras, resto de colores menor de 25 micras (UNE-EN ISO 2808:2007)

2.23.4.3 Recepción

Se recibirán en envases metálicos llenos y cerrados de fábrica.

Los envases no presentaran manchas, golpes ni perforaciones que hayan mantenido en contacto la pintura y el ambiente exterior.

En cada envase deberá figurar:

- Tipo de pintura
- Instrucciones de uso.
- Tiempo de secado.
- Capacidad del envase.
- Rendimiento teórico aproximado en kg/m² o en l/m².
- Color
- Sello del fabricante y nombre del producto
- Aspecto de la película (brillante, satinada o mate)
- Toxicidad e inflamabilidad
- Temperatura mínima de aplicación
- Disolventes adecuados
- Ámbito de aplicación (exterior o interior)
- Superficies sobre las que se puede aplicar
- Fecha de caducidad

2.23.4.4 Normativa de aplicación

- Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- Instrucciones del fabricante.



- UNE-EN ISO 2409:2013. Pinturas y barnices. Ensayo de corte por enrejado.
- UNE-EN ISO 2808:2007. Pinturas y barnices. Determinación del espesor de película.
- UNE-EN 13696:2009. Suelos de madera y parqué. Métodos de ensayo para la determinación de la elasticidad, la resistencia a la abrasión y la resistencia al impacto.

2.23.4.5 Conservación

No estará almacenada en un periodo superior a un año desde su fabricación.

Se almacenarán en recintos ventilados, protegidos de la intemperie y de temperaturas inferiores a 5º C.

No se almacenarán cerca de zonas de comedores, sala de curas, vestuarios, cocinas o aseos ni en zonas donde exista riesgo de inflamación.

2.23.5 Pintura plástica

Pintura al agua con ligante formado por resinas vinílicas o acrílicas emulsionadas y pigmentos resistentes a la alcalinidad.

Vendrá en envase adecuado para su protección en el que se especificará:

- Instrucciones de uso.
- Temperatura mínima de aplicación.
- Tiempo de secado.
- Aspecto de la película seca: satinado mate.
- Toxicidad e inflamabilidad.
- Capacidad del envase en litros y kg.
- Rendimiento teórico en m²/litro.
- Sello del fabricante.
- Color.

y cumplirá las Normas UNE 125300-1:1994, PNE-prEN ISO 9117-3, UNE-EN ISO 3678:1996 y 48103.

2.23.6 Pinturas no especificadas

Las pinturas cuyas condiciones no han sido especificadas en los apartados anteriores deberán cumplir, como mínimo, las prescripciones funcionales y de calidad fijadas en las correspondientes Normas y disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control industrial.

2.24 Válvulas de paso o seccionamiento

2.24.1 Definición

Elementos hidromecánicos destinados a cerrar el paso del agua en una conducción.

2.24.2 Tipos / clasificación

VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO			
Tipo	Aplicaciones	Diámetros	Presiones
Válvulas de compuerta	Abastecimiento / Saneamiento	20 – 300 mm	PN 6/10/16/25
Válvulas de mariposa	Abastecimiento	150 - 2.000 mm	PN 10/16
Válvulas de tajadera	Saneamiento	50 -1.200 mm	Hasta PN 10
Válvulas de bola	Abastecimiento / Saneamiento	8 – 100 mm	PN 6/10/16/25

2.24.3 Características y materiales

Las válvulas de seccionamiento deben cumplir con los requisitos de diseño y funcionamiento que figuran en la norma UNE-EN 1074-1 y UNE-EN 1074-2.

El fabricante deberá proporcionar la característica de la válvula Kv, es decir, las pérdidas de carga en función del caudal.

2.24.3.1 Válvulas de Compuerta

Las válvulas de compuerta abren mediante el levantamiento de un obturador circular, permitiendo así el paso del fluido. Las válvulas de compuerta se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 300 e inferiores, debido a la mayor resistencia que ofrecen en su maniobra. Modelos estándar para presiones PN 6/10/16/25.

Están constituidas básicamente por un cuerpo, una tapa, obturador husillo o vástago y mecanismo de maniobra. Las válvulas irán provistas de guías para evitar vibraciones y bloqueos de la compuerta y mejorar la maniobra.

La tapa del puente será de una sola pieza, uniéndose al cuerpo a través de tornillos. Deberá ser estanca en cualquiera de los dos sentidos.

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS DE COMPUERTA		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Cuerpo y tapa	Fundición Nodular EN-GJS-400/500	UNE EN 1563
Eje o vástago	AISI 420 Acero Inox. X20Cr13	UNE EN 10088-3
Obturador o Compuerta	Fundición Nodular EN-GJS-400/500	EN 1563
Revestimiento de la compuerta	EPDM (abastecimiento)/ NBR (saneamiento) Vulcanizado al obturador, no pegado.	UNE EN 681/ASTM D2000



MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS DE COMPUERTA		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Juntas Tóricas	EPDM / NBR	ASTM D2000
Caperuza	Fundición Nodular EN-GJS-400/500	EN 1563
Tornillería	Acero 8.8 con protección contra corrosión/ Acero inox	EN 10088
Revestimiento interior y exterior	epoxi aplicado electrostáticamente de espesor mínimo 250μ	DIN-30677-2

Las uniones de las válvulas de seccionamiento con la conducción podrán ser:

- Roscadas hasta diámetros de 50 mm
- Embridadas. La distancia entre bridas se ajustará a la norma UNE 558-2, para PN 16 será serie básica 14 y para PN 25 será serie básica 15, y los taladros de las bridas según UNE EN 1092-2

2.24.3.2 Válvulas de Mariposa

Las válvulas de mariposa permiten el paso del fluido mediante un obturador denominado mariposa que gira sobre un eje.

Las válvulas de mariposa se emplearán en tuberías con diámetros nominales superiores de 150 mm y superiores. Modelos estándar para presiones PN 10/16/25.

Están constituidas básicamente por un cuerpo, obturador circular (lenteja o mariposa), un eje y mecanismo de maniobra.

Las válvulas de mariposa pueden ser céntricas o de doble excentricidad. Normalmente se recomienda:

- Céntricas:
 - Distancia entre bridas Serie básica 20 hasta 300 mm de diámetro
 - Distancia entre bridas Serie básica 13 de 300mm a 600 mm de diámetro
- Doble excentricidad:
 - Distancia entre bridas Serie básica 14 de 600 mm a 2.000 mm

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS DE MARIPOSA		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Cuerpo	Fundición dúctil EN-GJS-400/500	UNE EN 1563
Eje o vástago	AISI 420/431 Acero Inox. X20Cr13	UNE EN 10088
Disco o mariposa	céntricas Acero Inox	EN 10088
	Bi-excentricas EN-GJS-400/500	UNE EN 1563
Anillo	Céntricas EPDM en cuerpo	UNE EN 681
	Bi-excentricas: Asiento integrado en el cuerpo En disco anillo de EPDM y aro de sujeción en inox	UNE EN 681/UNE EN 10088
Juntas Tóricas	NBR/EPDM	ASTM D2000
Tornillería	Acero inox. AISI 304/316	EN 10088

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS DE MARIPOSA		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Revestimiento interior y exterior	epoxi aplicado electrostáticamente de espesor mínimo 200μ	DIN-30677

Las uniones de las válvulas de seccionamiento con la conducción podrán ser:

- Embridadas. La distancia entre bridas se ajustará a la norma UNE 558-1 y los taladros de las bridas según UNE EN 1092-2
- Wafer con tornillos pasantes

2.24.3.3 Válvulas de Bola

Una válvula de bola o válvula de esfera, es un mecanismo de llave de paso que sirve para cerrar o abrir el paso de un fluido canalizado y se caracteriza porque el mecanismo regulador situado en el interior tiene forma de esfera perforada.

Las válvulas de bola se emplearán en tuberías con diámetros nominales entre 8 y 50 mm. Modelos estándar para presiones PN 6/10/16/25.

Están constituidas básicamente por un cuerpo, un eje, una tuerca, una bola y una palanca.

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS DE BOLA		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Cuerpo	Acero Carbono/Acero Inox.	UNE EN 36011/ 10088
Anillo de apriete	Acero Inox AISI 316	UNE EN 10088
Eje o vástago	Acero Inox. AISI 316	UNE EN 10088
Bola	Acero Inox. AISI 316	UNE EN 10088
Asiento	NBR	ASTM D2000
Palanca	Acero al carbono pintado	UNE EN 36011

Las uniones de las válvulas con la conducción podrán ser:

- Roscadas hasta diámetros de 50 mm

2.24.4 Accionamiento

Las válvulas podrán dotarse y ser maniobradas con los accesorios:

- Caperuzas
- Volantes de maniobra
- Desmultiplicadores para válvulas de compuerta
- Actuadores eléctricos

2.24.5 Protección superficial

2.24.5.1 Preparación de las superficies a proteger

- Con anterioridad a efectuar el chorreado se procederá a la eliminación mediante amolado, de las rebabas, hoja y salpicaduras de soldadura y se redondearán las aristas.
- Granallado según DIN 55928-4, SA 2.5. Las superficies deben quedar limpias de grasa, óxido y aceite. Este proceso asegura la adhesión óptima del revestimiento. El intervalo entre el granallado y el pintado no debe superar las 4 h.
- Pintado, el epoxi se aplica electrostáticamente y entra en contacto con la fundición que ha sido calentada previamente en un horno a 770º C durante 40 minutos.

2.24.5.2 Aplicación

Tanto la imprimación como las capas de acabado se efectuarán en un local seco, cubierto al abrigo del polvo y con la ventilación adecuada durante la aplicación y el secado.



Se tendrá especial cuidado en observar las condiciones de aplicación recomendadas por el fabricante en lo referente a la proporción de la mezcla, vida de la misma, control de las temperaturas y del grado de humedad relativa, tanto durante la aplicación como en el tiempo de curado

Igualmente se observarán, los intervalos de tiempo entre repintados recomendados por el fabricante. En caso de sobrepasarse el intervalo máximo se comunicará la rugosidad a la superficie con el fin de asegurar la adherencia entre capas.

La pintura se aplicará de forma que no se produzcan corrimientos, descuelgues, rateados, rayados, porosidades u otros defectos.

Los elementos en que se aprecien estos defectos u otros que denoten la incorrecta preparación de la superficie o aplicación de la pintura serán rechazados.

El espesor de la capa seca de imprimación se medirá utilizando aparatos calibrados como el cometer o el Míkotester.

El fabricante, por medio de su departamento de Control de Calidad, realizara y certificara los ensayos de adherencia a la base y entre capas bajo los requisitos fijados en la Norma DIN 53151 con un nivel de aceptación correspondiente a un valor característico VC-2 como mínimo.

2.24.6 Control de calidad

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001.

La fabricación, montaje y acabado de todos los elementos componentes de las válvulas deberán estar sujetos a un estricto y documentado proceso de control que garantice la calidad del producto suministrado.

El fabricante deberá presentar un Manual de Control de Calidad en el que deberán fijarse los equipos, medios y procedimientos de los controles a realizar, indicándose las normas oficiales de ensayos que se apliquen o en otro caso incluirse la descripción detallada de los procesos o medios de ensayo utilizados.

El Contratista adjudicatario, se compromete a que el fabricante de los mecanismos, por medio de su departamento de Control de Calidad, controlará el cumplimiento de las especificaciones de este Pliego, del Procedimiento del Control de Calidad presentado y cualquier otro acuerdo establecido con posterioridad con la Dirección de Obra.

La Dirección de Obra, por si misma o bien por delegación en inspectores, debidamente autorizados asistirá a la verificación de los ensayos o controles establecidos en el programa de Control de Calidad que considere oportuno.

La Dirección de Obra y/o sus inspectores durante el periodo de realización de los trabajos, tendrá libre acceso a las instalaciones del fabricante y a las de los subcontratistas de este, siendo en estos casos acompañado por personal del fabricante.

El proceso de autocontrol abarcará, al menos, los conceptos siguientes:



- Materiales:
 - Composición química.
 - Estructura molecular
 - Características mecánicas.
 - Tratamientos térmicos.
- Fabricación:
 - Dimensiones, tolerancias y paralelismo.
 - Soldaduras.
 - Acabado de superficies.
 - Comportamiento mecánico.
- Pruebas de fábrica:
 - Pruebas de presión
 - Pruebas de estanqueidad
 - Pruebas de accionamiento apertura - cierre.
 - Resistencia a la Fatiga
 - Resistencia a los Productos Desinfectantes
- Revestimiento:
 - Composición química.
 - Preparación de superficies y espesores.
 - Comportamiento mecánico.
 - Comportamiento químico y alimentabilidad para agua potable.

2.24.6.1 Puntos de inspección

El fabricante debe fijar en el Manual de Control de Calidad el control de materiales y puntos de inspección a realizar por su departamento de Control de Calidad y que será como mínimo el que se exige para cumplir las condiciones establecidas en este Pliego y de acuerdo con el Director de Obra.

El CABB, por medio de sus inspectores autorizados y previa confirmación de la fecha de realización de los puntos de inspección del fabricante, podrá asistir a la realización de los mismos.

En el Procedimiento de Control de Calidad figurarán los puntos de asistencia obligatoria de la Dirección de Obra, propuestas por el fabricante. El CABB, fijará para cada uno de los mecanismos los puntos de asistencia obligatoria que considera necesario.

El Contratista comunicará a la Dirección de Obra las fechas de realización de los controles o ensayos de asistencia obligatoria por escrito, con un mínimo de una semana de anticipación.



2.24.6.2 Control de Calidad de los materiales

El departamento de Control de Calidad del fabricante recogerá los certificados correspondientes a los materiales suministrados para la fabricación de los elementos de los mismos, y procederá a su comprobación e identificación.

Igualmente deberá comprobar la coincidencia del certificado con las características determinadas en este Pliego.

2.24.6.3 Control de Fabricación

2.24.6.3.1 Procedimientos de soldadura

El fabricante presentará a la Dirección de Obra para su estudio y comentarios, un procedimiento en el que se detallen la preparación, fases de trabajo, procedimiento de soldadura, etc., según el Código ASME Sección IX.

El fabricante, una vez aceptado el Procedimiento por la Dirección de Obra, procederá a la realización de las pruebas y ensayos necesarios para la homologación de este, por un laboratorio homologado o por una empresa especializada aceptada por la Dirección de Obra.

En caso de tener homologado el Procedimiento en las condiciones acordadas con la Dirección de Obra, el fabricante procederá a entregar una copia del Certificado.

Los soldadores deberán estar homologados por un laboratorio oficial o por una empresa especializada aceptada por la Dirección de Obra. Se facilitará una copia de los certificados correspondientes a la Dirección de Obra.

2.24.6.3.2 Tratamientos Térmicos

En el caso de materiales que requieren tratamiento según este Pliego o así se indique en el Procedimiento de Soldadura o de Reparación, el Certificado de control del fabricante presentará la especificación correspondiente, el Certificado del mismo y el gráfico de temperaturas.

2.24.6.3.3 Ensayos no destructivos

El fabricante, por medio de su departamento de Control de Calidad, comprobará la calidad de los materiales, y de los trabajos en ejecución mediante la realización de los ensayos no destructivos necesarios en cada uno de los elementos de los mecanismos.



El número y tipo de ensayos se definirán previamente en el Manual de Control de Calidad. El departamento de Control de Calidad, preparará el protocolo correspondiente a cada una de las comprobaciones realizadas.

A nivel general los ensayos serán los siguientes:

- Examen visual: Para detectar defectos superficiales
- Ensayos con Líquidos penetrantes: Para detectar defectos superficiales
- Ensayos con Partículas magnéticas: Para detectar defectos superficiales
- Ensayos con Ultrasonidos: Para detectar defectos internos. Medida de espesores en paredes de válvulas
- Radiografías: Para detectar Defectos internos y externos:
 - En piezas fundidas según ASTM
 - En soldaduras según ASME VIII

2.24.6.4 Ensayos y pruebas en fábrica

Todas las válvulas suministradas por el fabricante se ensayarán según UNE-EN 1074-2 para producto y UNE-EN 12266-1 ensayos en fábrica.

El fabricante por medio de su departamento de Control de Calidad preparará los protocolos con los resultados correspondientes a las pruebas realizadas.

Pruebas de los modelos:

- Ensayo para la Resistencia a la Presión interior de la Carcasa y de todos los componentes sometidos a presión: con válvula abierta. Las válvulas deben resistir, sin sufrir daños, una presión interior igual al mayor de los valores $1,5 \cdot PFA$ o PEA durante 10 minutos. No debe apreciarse ninguna fuga ni ninguna otra señal de defecto. Ensayo según UNE-EN 1074-1
- Ensayo para la Resistencia del Obturador a la presión diferencial: con válvula cerrada. Las válvulas deben resistir, sin sufrir daños, una presión diferencial, aplicada al obturador, igual a $1,5 \cdot PFA$ durante 10 minutos. No debe apreciarse ninguna fuga ni ninguna otra señal de defecto. Ensayo según UNE-EN 1074-1
- Ensayo de Estanqueidad del Asiento: Comprobación del comportamiento mecánico y de la estanqueidad interior y exterior sometiendo a la válvula en posición cerrada a una presión interior igual o mayor a $1,1 \cdot PFA$. No debe apreciarse ninguna fuga ni ninguna otra señal de defecto. Ensayo según EN 12266-1.
- Ensayo para Maniobra de las Válvulas: Medición y registro de los pares de cierre y apertura para las velocidades mínimas de diseño establecidas. Estos valores deben ser iguales o inferiores al Par Máximo de Maniobra MOT. Ensayo según UNE-EN 1074-2 (anexo C)
- Ensayo para la Resistencia a la fatiga o desgaste: Para diámetros comprendidos entre 50 mm y 600



- mm. El número de ciclos de cierre/apertura debe ser de 250 para válvulas accionadas manualmente y de 2.500 para válvulas accionadas eléctrica, hidráulica o neumáticamente. Ensayo según UNE-EN 1074-2 (anexo D).
- Ensayo para Resistencia de las válvulas a flexión: Las válvulas deben resistir las contracciones transmitidas sin sufrir deformaciones. Ensayo según UNE-EN 1074-1 (anexo C)
- Resistencia de las Válvulas a los productos desinfectantes: Las propiedades funcionales de las válvulas no deben verse alteradas después de ser sometidas a un proceso de desinfección. Ensayo según UNE-EN 1074-1 (anexo E)

2.24.6.5 Control del revestimiento

Se comprobará que los certificados de la calidad de la pintura corresponden al lote enviado y es lo previsto a emplear en cada caso.

Se realizarán los siguientes controles:

- Medición del espesor en diferentes superficies interiores y exteriores
- Perfecta estabilidad del revestimiento controlado por test de reticulación por aplicación de disolvente (EN 105 Do2)
- Resistencia al choque por impacto de una bola de acero

Los revestimientos en contacto con agua destinada al consumo humano no deben afectar a las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas del agua.

2.24.6.6 Procedimientos de reparación

Si en la realización de las comprobaciones y ensayos se detecta algún defecto, no aceptable, a juicio del departamento de Control de Calidad y/o por la Inspección, el elemento o equipo quedará rechazado.

El fabricante, propondrá a la Dirección de Obra, para su aceptación o comentarios, el Procedimiento de Reparación y los nuevos ensayos a realizar para la comprobación y aceptación definitiva de los elementos o equipos rechazados.

Una vez aceptado el Procedimiento, el fabricante comunicará a la Dirección de Obra la fecha de realización de la reparación y las de comprobación y ensayos correspondientes.

2.24.6.7 Limpieza

El fabricante por medio de su departamento de Control de Calidad comprobará que la limpieza realizada corresponde a lo previsto en este Pliego y preparará el correspondiente protocolo para cada elemento.



2.24.6.8 Identificación

Toda válvula deberá estar marcada de forma claramente legible, visible y durable conforme el proyecto de Norma prEN 19:1999, indicándose:

- Diámetro nominal: se expresará mediante el símbolo DN seguido por su valor correspondiente expresado en mm.
- Presión nominal: se expresará mediante el símbolo PN seguido por su valor correspondiente expresado en bar.
- Material del cuerpo: se especificará la abreviatura correspondiente al material empleado seguido por las siglas de la Norma que emplee dicha abreviatura.
- Identificación del fabricante.
- El modelo de la válvula y Normativa aplicable.
- El año de fabricación.

2.24.6.9 Referencias, certificados y garantías

Por cada válvula suministrada, en cuanto concierne a esta Normativa, se adjuntará la documentación siguiente:

- Certificados ISO 9001 y ISO 14001
- Ficha técnica, conformada por el responsable del Control de Calidad del fabricante.
- Certificados correspondientes a los materiales suministrados para la fabricación de los mismos asegurando trazabilidad. Certificado 2.2 o certificado 3.1 según se disponga en el PPTP o en el pliego de la licitación.
- Resultados de los Ensayos realizados.
- Fotocopia del Certificado de Registro de Empresa de Aseguramiento de Calidad, o, en su defecto, Certificado del Control de Calidad realizado por empresa independiente, ambos en vigor a la fecha del pedido.
- Período de garantía contra defecto de fábrica y funcionamiento.

2.25 Válvulas de retención

2.25.1 Definición

Elementos hidromecánicos que impiden el retroceso del fluido por medio de un mecanismo que se abre al paso del fluido y se cierra cuando el fluido deja de circular o lo hace en sentido contrario.

2.25.2 Tipos / clasificación

Para saneamiento sólo se admitirán las de obturador ascendente. Igualmente, serán de rechazo aquellas válvulas, que, aun siendo el obturador oscilante, el eje de giro de éste se sitúe dentro de la vena líquida.

VÁLVULAS DE RETENCIÓN			
TIPO	APLICACIONES	DIÁMETROS	PRESIONES
Válvulas de retención de doble clapeta	Abastecimiento	40 – 1.200 mm	PN 10/16/25/40
Válvulas de retención de disco axial	Abastecimiento	40 – 1.000 mm	PN 10/16/25/40
Válvulas de retención múltiple	Abastecimiento	65 – 1.200 mm	PN 10/16/25/40
Válvulas de retención a bola	Saneamiento	40 – 400 mm	PN 10/16
Válvulas de pie	Abastecimiento	40 – 1.000 mm	PN 10/16
Válvulas de retención de clapeta	Abastecimiento / saneamiento	50 – 300 mm	PN 10/16

2.25.3 Características y materiales

Las válvulas de retención deben cumplir con los requisitos de diseño y funcionamiento que figuran en la norma UNE-EN 1074-1 y UNE-EN 1074-3.

2.25.3.1 Válvulas de Doble Clapeta (Muelle)

Las válvulas de doble clapeta se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 40 mm a 1.200 mm. Están constituidas básicamente por un cuerpo, unas clapetas, un anillo de asiento, un eje y un muelle.

Modelos estándar para presiones PN 10/16/25/40.

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS RETENCIÓN DOBLE CLAPETA		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Cuerpo	Fundición Nodular EN-GJS-400/500	UNE EN 1563
Clapetas	Acero Inox. AISI-316.	EN 10088
Asiento	EPDM o NBR	UNE EN 681/ASTM D2000
Eje	Acero Inox. AISI-304.	EN 10088
Resorte	Acero Inox. AISI-302	EN 10088
Revestimiento interior y exterior del cuerpo	epoxi aplicado electrostáticamente de espesor mínimo 200μ	DIN-30677

Las uniones de las válvulas con la conducción podrán ser:

- Embridadas. La distancia entre bridas se ajustará a la norma UNE 558 y los taladros de las bridas según UNE EN 1092
- Wafer, mediante tornillos pasantes

2.25.3.2 Válvulas de retención de Disco Axial (Muelle)

La válvula abre cuando la presión aguas arriba supere a la presión aguas abajo.

Las válvulas de retención axial se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 40 mm a 1.000 mm. Están constituidas básicamente por un cuerpo, un obturador móvil, un asiento, un eje, un resorte y anillo de cierre.

Modelos estándar para presiones PN 10/16/25/40.

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS RETENCIÓN DISCO AXIAL		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Cuerpo	Fundición Nodular EN-GJS-400/500	UNE EN 1563
Obturador móvil	Acero Inox. A304 (*). Para diámetros superiores a 350 mm, acero al carbono + acero inoxidable	EN 10088
Asiento	Acero Inox. A304	EN 10088
Anillo de Cierre	EPDM o NBR	UNE EN 681/ASTM D2000
Eje	Acero Inox. AISI-420	EN 10088
Resorte	Acero Inox. AISI-304	EN 10088
Revestimiento interior y exterior del cuerpo	epoxi aplicado electrostáticamente de espesor mínimo 200μ	DIN-30677

Las uniones de las válvulas con la conducción podrán ser:

- Embridadas. La distancia entre bridas se ajustará a la norma UNE 558 y los taladros de las bridas según UNE EN 1092

2.25.3.3 Válvulas de retención Múltiple

Las válvulas de *retención Múltiple* se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 65 mm a 1.200 mm. Consta de dos cuerpos que embridan un disco de asiento con múltiples elementos de cierre.

Modelos estándar para presiones PN 10/16/25/40

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS RETENCIÓN MÚLTIPLE		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Cuerpos	Acero al carbono	ENE 36011
Placas	Acero al carbono	ENE 36011
Elementos de Cierre	Acero inox y neopreno	EN 10088
Muelles	Acero Inox.	EN 10088
Espárragos de sujeción	Acero Inox.	EN 10088
Soportes de guía	Acero Inox.	EN 10088
Revestimiento interior y exterior del cuerpo	epoxi aplicado electrostáticamente de espesor mínimo 250μ	DIN-30677

2.25.3.4 Válvulas de retención a Bola

Está especialmente diseñada para aguas residuales.

Las válvulas de retención a bola se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 40 mm a 400 mm. Están constituidas básicamente por un cuerpo, una tapa, una bola. Modelos estándar para presiones PN 10/16

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS RETENCIÓN A BOLA		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Cuerpo	Fundición Nodular EN-GJS-400/500	UNE EN 1563
Bola (*)	DN 40 a 100 Aluminio +NBR	ASTM D2000
	DN 125 a 400 GGG-40+NBR	UNE EN 1563
Tapa	Fundición Nodular EN-GJS-400/500	UNE EN 1563
Junta Cuerpo Tapa	NBR	ASTM D2000
Tornillería	Acero Inox.	EN 10088
Revestimiento interior y exterior del cuerpo	epoxi aplicado electrostáticamente de espesor mínimo 250μ	DIN-30677
(*) En caso de extremos roscados DN<80 la bola podrá ser de resina fenólica		
Analizar con fabricante		

Las uniones de las válvulas con la conducción podrán ser:

- Embridadas. La distancia entre bridas se ajustará a la norma UNE 558 y los taladros de las bridas según UNE EN 1092



2.25.3.5 Válvulas de retención de Pie

Está especialmente destinada para servicios de succión próximos a las bombas, trabajando a poca presión.

Las válvulas de retención de pie se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 50 mm a 1.000 mm. Están constituidas básicamente por un cuerpo, un obturador, colador, una junta y tornillos.

2.25.4 Protección superficial

2.25.4.1 Preparación de las superficies a proteger

- Con anterioridad a efectuar el chorreado se procederá a la eliminación mediante amolado, de las rebabas, hoja y salpicaduras de soldadura y se redondearán las aristas.
- Granallado según DIN 55928-4, SA 2.5. Las superficies deben quedar limpias de grasa, óxido y aceite. Este proceso asegura la adhesión óptima del revestimiento. El intervalo entre el granallado y el pintado no debe superar las 4 h.
- Pintado, el epoxi se aplica electrostáticamente y entra en contacto con la fundición que ha sido calentada previamente en un horno a 770º C durante 40 minutos.

2.25.4.2 Aplicación

Tanto la imprimación como las capas de acabado se efectuarán en un local seco, cubierto al abrigo del polvo y con la ventilación adecuada durante la aplicación y el secado.

Se tendrá especial cuidado en observar las condiciones de aplicación recomendadas por el fabricante en lo referente a la proporción de la mezcla, vida de esta, control de las temperaturas y del grado de humedad relativa, tanto durante la aplicación como en el tiempo de curado

Igualmente se observarán, los intervalos de tiempo entre repintados recomendados por el fabricante. En caso de sobrepasarse el intervalo máximo se comunicará la rugosidad a la superficie con el fin de asegurar la adherencia entre capas.

La pintura se aplicará de forma que no se produzcan corrimientos, descuelgues, rateados, rayados, porosidades u otros defectos.

Los elementos en que se aprecien estos defectos u otros que denoten la incorrecta preparación de la superficie o aplicación de la pintura serán rechazados.

El espesor de la capa seca de imprimación se medirá utilizando aparatos calibrados como el cometer o el Míkotester.



El fabricante, por medio de su departamento de Control de Calidad, realizara y certificara los ensayos de adherencia a la base y entre capas bajo los requisitos fijados en la Norma DIN 53151 con un nivel de aceptación correspondiente a un valor característico VC-2 como mínimo.

2.25.5 Control de calidad

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001.

La fabricación, montaje y acabado de todos los elementos componentes de las válvulas deberán estar sujetos a un estricto y documentado proceso de control que garantice la calidad del producto suministrado.

El fabricante deberá presentar un Manual de Control de Calidad en el que deberán fijarse los equipos, medios y procedimientos de los controles a realizar, indicándose las normas oficiales de ensayos que se apliquen o en otro caso incluirse la descripción detallada de los procesos o medios de ensayo utilizados.

El Contratista adjudicatario, se compromete a que el fabricante de los mecanismos, por medio de su departamento de Control de Calidad, controlará el cumplimiento de las especificaciones de este Pliego, del procedimiento del Control de Calidad presentado y cualquier otro acuerdo establecido con posterioridad con la Dirección de Obra.

La Dirección de Obra, por si misma o bien por delegación en inspectores, debidamente autorizados asistirá a la verificación de los ensayos o controles establecidos en el programa de Control de Calidad que considere oportuno.

La Dirección de Obra y/o sus inspectores durante el periodo de realización de los trabajos, tendrá libre acceso a las instalaciones del fabricante y a las de los subcontratistas del mismo, siendo en estos casos acompañado por personal del fabricante.

El proceso de autocontrol abarcará, al menos, los conceptos siguientes:

- Materiales:
 - Composición química.
 - Estructura molecular
 - Características mecánicas.
 - Tratamientos térmicos.
- Fabricación:
 - Dimensiones, tolerancias y paralelismo.
 - Soldaduras.
 - Acabado de superficies.
 - Comportamiento mecánico.
- Pruebas de fábrica:



- Pruebas de presión
 - Pruebas de estanqueidad
 - Resistencia a la Fatiga
 - Resistencia a los Productos Desinfectantes
- Revestimiento:
 - Composición química.
 - Preparación de superficies y espesores.
 - Comportamiento mecánico.
 - Comportamiento químico y alimentabilidad para agua potable.

2.25.5.1 Puntos de inspección

El fabricante debe fijar en el Manual de Control de Calidad el control de materiales y puntos de inspección a realizar por su departamento de Control de Calidad y que será como mínimo el que se exige para cumplir las condiciones establecidas en este Pliego y de acuerdo con el Director de Obra.

El CABB, por medio de sus inspectores autorizados y previa confirmación de la fecha de realización de los puntos de inspección del fabricante, podrá asistir a la realización de los mismos.

En el Procedimiento de Control de Calidad figurarán los puntos de asistencia obligatoria de la Dirección de Obra, propuestas por el fabricante. El CABB, fijará para cada uno de los mecanismos los puntos de asistencia obligatoria que considera necesario.

El Contratista comunicará a la Dirección de Obra las fechas de realización de los controles o ensayos de asistencia obligatoria por escrito, con un mínimo de una semana de anticipación.

2.25.5.2 Control de Calidad de los materiales

El departamento de Control de Calidad del fabricante recogerá los certificados correspondientes a los materiales suministrados para la fabricación de los elementos de los mismos, y procederá a su comprobación e identificación.

Igualmente deberá comprobar la coincidencia del certificado con las características determinadas en este Pliego.



2.25.5.3 Control de Fabricación

2.25.5.3.1 Procedimientos de soldadura

El fabricante presentará a la Dirección de Obra para su estudio y comentarios, un procedimiento en el que se detallen la preparación, fases de trabajo, procedimiento de soldadura, etc., según el Código ASME Sección IX.

El fabricante, una vez aceptado el Procedimiento por la Dirección de Obra, procederá a la realización de las pruebas y ensayos necesarios para la homologación del mismo, por un laboratorio homologado o por una empresa especializada aceptada por la Dirección de Obra.

En caso de tener homologado el Procedimiento en las condiciones acordadas con la Dirección de Obra, el fabricante procederá a entregar una copia del Certificado.

Los soldadores deberán estar homologados por un laboratorio oficial o por una empresa especializada aceptada por la Dirección de Obra. Se facilitará una copia de los certificados correspondientes a la Dirección de Obra.

2.25.5.3.2 Tratamientos Térmicos

En el caso de materiales que requieren tratamiento según este Pliego o así se indique en el Procedimiento de Soldadura o de Reparación, el Certificado de control del fabricante presentará la especificación correspondiente, el Certificado del mismo y el gráfico de temperaturas.

2.25.5.3.3 Ensayos no destructivos

El fabricante, por medio de su departamento de Control de Calidad, comprobará la calidad de los materiales, y de los trabajos en ejecución mediante la realización de los ensayos no destructivos necesarios en cada uno de los elementos de los mecanismos.

El número y tipo de ensayos se definirán previamente en el Manual de Control de Calidad. El departamento de Control de Calidad preparará el protocolo correspondiente a cada una de las comprobaciones realizadas.

A nivel general los ensayos serán los siguientes:

- Examen visual: Para detectar defectos superficiales
- Ensayos con Líquidos penetrantes: Para detectar defectos superficiales
- Ensayos con Partículas magnéticas: Para detectar defectos superficiales



- Ensayos con Ultrasonidos: Para detectar defectos internos. Medida de espesores en paredes de válvulas
- Radiografías: Para detectar Defectos internos y externos:
 - En piezas fundidas según ASTM
 - En soldaduras según ASME VIII

2.25.5.4 Ensayos y pruebas en fábrica

Todas las válvulas suministradas por el fabricante se ensayarán según UNE-EN 1074 y UNE-EN 12266.

El fabricante por medio de su departamento de Control de Calidad preparará los protocolos con los resultados correspondientes a las pruebas realizadas.

Pruebas de los modelos:

- Ensayo para la Resistencia a la Presión interior de la Carcasa y de todos los componentes sometidos a presión: con válvula abierta. Las válvulas deben resistir, sin sufrir daños, una presión interior igual al mayor de los valores $1,5 \cdot PFA$ o PEA durante 10 minutos. No debe apreciarse ninguna fuga ni ninguna otra señal de defecto. Ensayo según UNE-EN 1074-1
- Ensayo para la Resistencia del Obturador a la presión diferencial: con válvula cerrada. Las válvulas deben resistir, sin sufrir daños, una presión diferencial, aplicada al obturador, igual a $1,5 \cdot PFA$ durante 10 minutos. No debe apreciarse ninguna fuga ni ninguna otra señal de defecto. Ensayo según UNE-EN 1074-1
- Ensayo de Estanqueidad del Asiento: Comprobación del comportamiento mecánico y de la estanqueidad interior y exterior sometiendo a la válvula en posición cerrada a una presión interior igual o mayor a $1,1 \cdot PFA$. No debe apreciarse ninguna fuga ni ninguna otra señal de defecto. Ensayo según EN 12266-1.
- Ensayo para la Resistencia a la fatiga o desgaste: Para diámetros comprendidos entre 50 mm y 300 mm. El número de ciclos de cierre/apertura debe ser de 2.500. Ensayo según UNE-EN 1074-3 (anexo A).
- Características Hidráulicas: El fabricante deberá proporcionar la característica de la válvula K_v , es decir, las pérdidas de carga en función del caudal. Ensayo según capítulo 4 de la norma EN 1267: la pérdida de carga obtenida en ensayo no debe ser superior a 1,1 el valor indicado por fabricante. No se exige a válvulas de diámetro superior a 300 mm.
- Resistencia de las Válvulas a los productos desinfectantes: Las propiedades funcionales de las válvulas no deben verse alteradas después de ser sometidas a un proceso de desinfección. Ensayo según UNE-EN 1074-1 (anexo E)



2.25.5.5 Control del revestimiento

Se comprobará que los certificados de la calidad de la pintura corresponden al lote enviado y es lo previsto a emplear en cada caso.

Se realizarán los siguientes controles:

- Medición del espesor en diferentes superficies interiores y exteriores
- Perfecta estabilidad del revestimiento controlado por test de gesticulación por aplicación de disolvente (EN 105 Do2)
- Resistencia al choque por impacto de una bola de acero

Los revestimientos en contacto con agua destinada al consumo humano no deben afectar a las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas del agua.

2.25.5.6 Procedimientos de reparación

Si en la realización de las comprobaciones y ensayos se detecta algún defecto, no aceptable, a juicio del departamento de Control de Calidad y/o por la Inspección, el elemento o equipo quedará rechazado.

El fabricante, propondrá a la Dirección de Obra, para su aceptación o comentarios, el Procedimiento de Reparación y los nuevos ensayos a realizar para la comprobación y aceptación definitiva de los elementos o equipos rechazados.

Una vez aceptado el Procedimiento, el fabricante comunicará a la Dirección de Obra la fecha de realización de la reparación y las de comprobación y ensayos correspondientes.

2.25.5.7 Limpieza

El fabricante por medio de su departamento de Control de Calidad comprobará que la limpieza realizada corresponde a lo previsto en este Pliego y preparará el correspondiente protocolo para cada elemento.

2.25.5.8 Identificación

Toda válvula deberá estar marcada de forma claramente legible, visible y durable conforme el proyecto de Norma prEN 19:1999, indicándose:

- Diámetro nominal: se expresará mediante el símbolo DN seguido por su valor correspondiente expresado en mm.
- Presión nominal: se expresará mediante el símbolo PN seguido por su valor correspondiente expresado en bar.



- Material del cuerpo: se especificará la abreviatura correspondiente al material empleado seguido por las siglas de la Norma que emplee dicha abreviatura.
- Identificación del fabricante.
- El modelo de la válvula y Normativa aplicable.
- El año de fabricación.
- Dirección del flujo

2.25.5.9 Referencias, certificados y garantías

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001.

Por cada válvula suministrada, en cuanto concierne a esta Normativa, se adjuntará la documentación siguiente:

- Ficha técnica, conformada por el responsable del Control de Calidad del fabricante.
- Certificados correspondientes a los materiales suministrados para la fabricación de los mismos asegurando trazabilidad
- Resultados de los Ensayos realizados.
- Fotocopia del Certificado de Registro de Empresa de Aseguramiento de Calidad, o, en su defecto, Certificado del Control de Calidad realizado por empresa independiente, ambos en vigor a la fecha del pedido.
- Período de garantía contra defecto de fábrica y funcionamiento.

2.26 Válvulas de control

2.26.1 Definición

Se emplean para la regulación, dentro de unos límites especificados, de una de las siguientes funciones.

- Caudal
- Nivel
- Presión (aguas arriba o aguas abajo)

Las válvulas de control se dividen en dos tipos:

- Válvulas de Control Autónomo: Estas válvulas tienen la capacidad intrínseca de regular la función utilizando la energía del agua conducida, mediante el ajuste de la posición del obturador. Pueden ser:
 - De Acción Directa: la fuerza se aplica mediante un muelle o diafragma directamente al obturador
 - De Acción Pilotada: la fuerza se aplica mediante una válvula pilotada ajustable
- Válvulas de Control No Autónomo: Estas válvulas requieren un sistema de control con una fuente de energía exterior para regular la función especificada.

2.26.2 Tipos

VÁLVULAS DE CONTROL			
FUNCIÓN	TIPO	DIAMETROS	PRESIONES
LLENADO DE LOS DEPÓSITOS	DE ACCIÓN DIRECTA CON FLOTADOR	50-300 mm	PN 10/16
	PILOTADAS	50-1.000 mm	PN 16/25
CONTROL DE PRESIÓN O CAUDAL	ACCIÓN DIRECTA LIMITADORAS DE PRESIÓN	50-300 mm	PN 10/16/25
	PILOTADAS LIMITADORAS DE PRESIÓN Ó CAUDAL	50-1.000 mm	PN 16/25
	REGULADORAS DE PRESIÓN Ó CAUDAL CON SOLENOIDES	50-1.000 mm	PN 16/25
	VALVULA DE PASO ANULAR CON ACTUADOR ELECTRICO	400-1.200 mm	PN 10/16/25
CONTROL DE SOBREVELOCIDADES	CON CIERRE DE MARIPOSA	300-2.000 mm	PN 10/16/25
	PILOTADA CON CIERRE DE PISTÓN	50-1.000 mm	PN 16/25
VÁLVULAS DE ALIVIO O DESCARGA	PILOTADA	300-2.000 mm	PN 10/16/25

2.26.3 Características y materiales

Las válvulas de control deben cumplir con los requisitos de diseño y funcionamiento que figuran en la norma UNE-EN 1074-1 y UNE-EN 1074-5.

Las válvulas de control con funciones de regulación de presión o de nivel deben ser estancas a nivel de asiento cuando están cerradas.

El fabricante deberá indicar, en la documentación técnica adecuada, los límites de trabajo de la válvula y todas las condiciones particulares para su instalación y puesta en marcha.

2.26.3.1 Válvulas de Llenado de los Depósitos

2.26.3.1.1 Flotador con Boya de Acción Directa

Las válvulas de *Flotador de Boya* se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 50 mm a 300 mm.

Presiones de trabajo PN 10/16

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS DE ACCIÓN DIRECTA CON FLOTADOR DE BOYA		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Cuerpo y tapa	Fundición Nodular EN-GJS-400/500	UNE EN 1563
Asiento	Acero Inox. AISI-304/Bronce	EN 10088
Pistón	Bronce	DIN 1705
Juntas toricas y de cierre	NBR/EPDM	ASTM D2000
Eje y Palanca	Acero Inox. AISI-304/Acero galvanizado	EN 10088



MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS DE ACCIÓN DIRECTA CON FLOTADOR DE BOYA		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Flotador-Boya	Boya Rígida de PVC/PP	EN 1982
Revestimiento interior y exterior del cuerpo	epoxi aplicado electrostáticamente de espesor mínimo 200μ	DIN-30677

2.26.3.1.2 Válvulas Hidráulicas Pilotadas de Control de Nivel

Válvulas tipo globo compuesta por un cuerpo con un pistón. Pueden ser de Piloto de Altitud o de Piloto Flotador.

Las válvulas de *pilotadas* se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 50 mm a 1.000 mm. Son de funcionamiento no modulante, de apertura o cierre total. Presiones de Trabajo PN 16/25

2.26.3.2 Válvulas Control de Presión o Caudal

2.26.3.2.1 Válvulas Reductoras de Presión Directa

Con tornillo de regulación calibrado. Las válvulas reductoras de presión directa se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 50 mm a 200 mm.

Presiones de Trabajo PN 10/16/25/40.

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE LAS VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN DIRECTA		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Cuerpo y tapa	Fundición Nodular EN-GJS-400/500	UNE EN 1563
Muelle	Acero galvanizado	
Asiento	Acero Inox. AISI-304.	EN 10088
Pistón	Bronce	DIN 1705
Disco de Cierre	Bronce	DIN 1705
Anillo de Cierre	NBR/	ASTM D2000
Tornillería	Acero Inox. AISI 304	EN 10088
Revestimiento interior y exterior del cuerpo	epoxi aplicado electrostáticamente de espesor mínimo 200μ	DIN-30677

2.26.3.2.2 Válvulas de Control de Presión o Caudal con Piloto

Válvulas tipo globo con pistón. Se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 50 mm a 1.000 mm.

Presiones de Trabajo PN 10/16/25/40.

Puede ser:

- Reductora de Presión: Reduce automáticamente una elevada y variable presión de entrada a una presión más baja y constante a la salida de acuerdo con la calibración del piloto e independientemente de las variaciones en el caudal y la presión de entrada.
- Sostenedora de Presión: Se abre cuando la presión de entrada (aguas arriba) es superior a la presión tarada en el piloto y se cierra cuando dicha presión baja del nivel tarado. La presión aguas arriba se mantiene por encima del valor tarado en el depósito.
- Limitadoras de Caudal, es decir, limitan el caudal que pasa por la válvula para que no supere el valor tarado en el piloto, independientemente de la presión de entrada. Las velocidades de apertura y cierre serán regulables.

MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE VÁLVULAS DE CONTROL DE PRESIÓN O CAUDAL CON PILOTO		
ELEMENTO	MATERIAL	NORMATIVA
Cuerpo y tapa	Fundición Nodular EN-GJS-500	UNE EN 1563
Cilindro de cierre	Pasos en V Acero Inox. AISI-304/316	EN 10088
Pistón	Bronce o acero inox.	DIN 1705/EN 10088
Asiento	Acero Inox. AISI-304/316	EN 10088
Piloto	Bronce y acero inox AISI-304	DIN 1705/EN 10088
Revestimiento interior y exterior del cuerpo	epoxi aplicado electrostáticamente de espesor mínimo 200µ	DIN-30677

La válvula de globo podrá ir dotada:

- Sistema de accionamiento eléctrico con Solenoides en el circuito de pilotaje. Estos solenoides se conectan a un PLC para regular las presiones o caudales programados de acuerdo a las lecturas en el correspondiente caudalímetro o presostato.

2.26.3.2.3 Válvulas de Paso Anular con Actuador Eléctrico

Comandada mediante actuador eléctrico o reductor manual. Dispone de un pistón de desplazamiento horizontal y cierre mediante pasos en V.



Se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 400 mm a 1.200 mm. Presiones de Trabajo PN 16/25

2.26.3.3 Válvulas de Sobrevelocidad

Están destinadas a cortar el paso del agua cuando se produce una rotura en la conducción.

2.26.3.3.1 Válvulas Sobrevelocidad con cierre de mariposa

Las válvulas de sobrevelocidad con cierre de mariposa se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 300 mm a 2.000 mm.

Presiones de Trabajo PN 10/16/25/

2.26.3.3.2 Válvulas Sobrevelocidad Pilotada con cierre de pistón

Las válvulas reductoras de presión directa se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 50 mm a 1.000 mm. PN 10/16/25

2.26.3.3.3 Válvulas de Alivio o Descarga

Protegen a las conducciones contra las sobrepresiones accidentales, abriéndose y procediéndose a descargar el fluido cuando la sobrepresión sobrepase el valor a la que está tarada.

Las válvulas alivio o descarga se emplearán en tuberías con diámetros nominales de 50 mm a 1.000 mm.
Presiones de Trabajo PN 10/16/25/

2.26.4 Protección superficial

2.26.4.1 Preparación de las superficies a proteger

Con anterioridad a efectuar el chorreado se procederá a la eliminación mediante amolado, de las rebabas, hoja y salpicaduras de soldadura y se redondearán las aristas.

Las superficies deberán estar limpias de grasa, aceite y materiales extraños, mediante el lavado con un disolvente adecuado.

Antes de proceder a la aplicación de la capa de imprimación se procederá a la preparación de la superficie de los mecanismos por chorreado hasta metal blanco, debiendo eliminarse la totalidad de las



materias extrañas como son el óxido, la cascarilla, etc. En las superficies inaccesibles al chorreado se procederá al raspado con rasqueta de metal duro y cepillado con cepillo de alambre.

En cualquier caso, antes de proceder a la aplicación de la mano de imprimación, se procederá a la eliminación de los residuos de polvo con un aspirador con aire comprimido limpio y seco.

En ningún caso, entre la finalización de la limpieza y la aplicación de la mano de imprimación se deben superar las dos (2) horas.

2.26.4.2 Aplicación

Tanto la imprimación como las capas de acabado se efectuarán en un local seco, cubierto al abrigo del polvo y con la ventilación adecuada durante la aplicación y el secado.

Se tendrá especial cuidado en observar las condiciones de aplicación recomendadas por el fabricante en lo referente a la proporción de la mezcla, vida de esta, control de las temperaturas y del grado de humedad relativa, tanto durante la aplicación como en el tiempo de curado

Igualmente se observarán, los intervalos de tiempo entre repintados recomendados por el fabricante. En caso de sobrepasarse el intervalo máximo se comunicará la rugosidad a la superficie con el fin de asegurar la adherencia entre capas.

La pintura se aplicará de forma que no se produzcan corrimientos, descuelgues, rateados, rayados, porosidades u otros defectos.

Los elementos en que se aprecien estos defectos u otros que denoten la incorrecta preparación de la superficie o aplicación de la pintura serán rechazados.

El espesor de la capa seca de imprimación se medirá utilizando aparatos calibrados como el cometer o el Míkotester.

El fabricante, por medio de su departamento de Control de Calidad, realizara y certificara los ensayos de adherencia a la base y entre capas bajo los requisitos fijados en la Norma DIN 53151 con un nivel de aceptación correspondiente a un valor característico VC-2 como mínimo.

2.26.5 Control de calidad

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001.

La fabricación, montaje y acabado de todos los elementos componentes de las válvulas deberán estar sujetos a un estricto y documentado proceso de control que garantice la calidad del producto suministrado.

El fabricante deberá presentar un Manual de Control de Calidad en el que deberán fijarse los equipos, medios y procedimientos de los controles a realizar, indicándose las normas oficiales de ensayos que



se apliquen o en otro caso incluirse la descripción detallada de los procesos o medios de ensayo utilizados.

El Contratista adjudicatario, se compromete a que el fabricante de los mecanismos, por medio de su departamento de Control de Calidad, controlará el cumplimiento de las especificaciones de este Pliego, del Procedimiento del Control de Calidad presentado y cualquier otro acuerdo establecido con posterioridad con la Dirección de Obra.

La Dirección de Obra, por si misma o bien por delegación en inspectores, debidamente autorizados asistirá a la verificación de los ensayos o controles establecidos en el programa de Control de Calidad que considere oportuno.

La Dirección de Obra y/o sus inspectores durante el periodo de realización de los trabajos, tendrá libre acceso a las instalaciones del fabricante y a las de los subcontratistas del mismo, siendo en estos casos acompañado por personal del fabricante.

El proceso de autocontrol abarcará, al menos, los conceptos siguientes:

- Materiales:
 - Composición química.
 - Estructura molecular
 - Características mecánicas.
 - Tratamientos térmicos.
- Fabricación:
 - Dimensiones, tolerancias y paralelismo.
 - Soldaduras.
 - Acabado de superficies.
 - Comportamiento mecánico.
- Pruebas de fábrica:
 - Pruebas de presión
 - Pruebas de estanqueidad
 - Pruebas de accionamiento en vacío y sentido de giro y señalización exterior de la posición apertura - cierre.
- Revestimiento:
 - Composición química.
 - Preparación de superficies y espesores.
 - Comportamiento mecánico.
 - Comportamiento químico y alimentabilidad para agua potable.



2.26.5.1 Puntos de inspección

El fabricante debe fijar en el Manual de Control de Calidad el control de materiales y puntos de inspección a realizar por su departamento de Control de Calidad y que será como mínimo el que se exige para cumplir las condiciones establecidas en este Pliego y de acuerdo con el Director de Obra.

El CABB, por medio de sus inspectores autorizados y previa confirmación de la fecha de realización de los puntos de inspección del fabricante, podrá asistir a la realización de los mismos.

En el Procedimiento de Control de Calidad figurarán los puntos de asistencia obligatoria de la Dirección de Obra, propuestas por el fabricante. El CABB, fijará para cada uno de los mecanismos los puntos de asistencia obligatoria que considera necesario.

El Contratista comunicará a la Dirección de Obra las fechas de realización de los controles o ensayos de asistencia obligatoria por escrito, con un mínimo de una semana de anticipación.

2.26.5.2 Control de Calidad de los materiales

El departamento de Control de Calidad del fabricante recogerá los certificados correspondientes a los materiales suministrados para la fabricación de los elementos de los mismos, y procederá a su comprobación e identificación.

Igualmente deberá comprobar la coincidencia del certificado con las características determinadas en este Pliego.

2.26.5.3 Control de Fabricación

2.26.5.3.1 Procedimientos de soldadura

El fabricante presentará a la Dirección de Obra para su estudio y comentarios, un procedimiento en el que se detallen la preparación, fases de trabajo, procedimiento de soldadura, etc., según el Código ASME Sección IX.

El fabricante, una vez aceptado el Procedimiento por la Dirección de Obra, procederá a la realización de las pruebas y ensayos necesarios para la homologación del mismo, por un laboratorio homologado o por una empresa especializada aceptada por la Dirección de Obra.

En caso de tener homologado el Procedimiento en las condiciones acordadas con la Dirección de Obra, el fabricante procederá a entregar una copia del Certificado.



Los soldadores deberán estar homologados por un laboratorio oficial o por una empresa especializada aceptada por la Dirección de Obra. Se facilitará una copia de los certificados correspondientes a la Dirección de Obra.

2.26.5.3.2 Tratamientos Térmicos

En el caso de materiales que requieren tratamiento según este Pliego o así se indique en el Procedimiento de Soldadura o de Reparación, el Certificado de control del fabricante presentará la especificación correspondiente, el Certificado del mismo y el gráfico de temperaturas.

2.26.5.3.3 Ensayos no destructivos

El fabricante, por medio de su departamento de Control de Calidad, comprobará la calidad de los materiales, y de los trabajos en ejecución mediante la realización de los ensayos no destructivos necesarios en cada uno de los elementos de los mecanismos.

El número y tipo de ensayos se definirán previamente en el Manual de Control de Calidad. El departamento de Control de Calidad preparará el protocolo correspondiente a cada una de las comprobaciones realizadas.

A nivel general los ensayos serán los siguientes:

- Examen visual: Para detectar defectos superficiales
- Ensayos con Líquidos penetrantes: Para detectar defectos superficiales
- Ensayos con Partículas magnéticas: Para detectar defectos superficiales
- Ensayos con Ultrasonidos: Para detectar defectos internos. Medida de espesores en paredes de válvulas
- Radiografías: Para detectar Defectos internos y externos:
 - En piezas fundidas según ASTM
 - En soldaduras según ASME VIII

2.26.5.4 Ensayos y pruebas en fábrica

Todas las válvulas suministradas por el fabricante se ensayarán según UNE-EN 1074 y UNE-EN 12266.

El fabricante por medio de su departamento de Control de Calidad preparará los protocolos con los resultados correspondientes a las pruebas realizadas.

Pruebas de los modelos:



- Ensayo para la Resistencia a la Presión interior de la Carcasa y de todos los componentes sometidos a presión: Las válvulas deben resistir, sin sufrir daños, una presión interior igual al mayor de los valores $1,5 \cdot PFA$ o PEA durante 10 minutos. No debe apreciarse ninguna fuga ni ninguna otra señal de defecto. Ensayo según UNE-EN 1074-1.
- Ensayo para la Resistencia a la presión diferencial: con válvula cerrada. Las válvulas deben resistir, sin sufrir daños, una presión diferencial, aplicada al obturador, igual a $1,5 \cdot APM$, donde APM es la presión diferencial máxima de la válvula de control en funcionamiento (proporcionado por el fabricante) durante 10 minutos. No debe apreciarse ninguna fuga ni ninguna otra señal de defecto. Ensayo según UNE-EN 1074-1. Si el diseño de la válvula de control no contempla la estanqueidad del asiento, los requisitos y el ensayo para el obturador se deben modificar según apartado 5.1.2 Norma EN 1074-5.
- Ensayo para Maniobra de las Válvulas: Solo de aplicación en válvulas de control cuyo obturador principal se puede maniobrar manualmente para cancelar la función de regulación. Ensayo según UNE-EN 1074-2 (anexo C)
- Ensayo de Estanqueidad del Asiento: Sólo se aplica en válvulas de control en las que se exige la estanqueidad del asiento. Comprobación del comportamiento mecánico y de la estanqueidad interior y exterior sometiendo a la válvula en posición cerrada a una presión interior igual o mayor a $1,1 \cdot PFA$. No debe apreciarse ninguna fuga ni ninguna otra señal de defecto. Ensayo según EN 12266-1
- Características Hidráulicas: Sólo para válvulas con un diámetro menor o igual a DN300.
 - Coeficiente de Caudal Kv: El fabricante deberá proporcionar la característica de la válvula Kv, es decir, las pérdidas de carga en función del caudal. Ensayo según capítulo 4 de la norma EN 1267: la pérdida de carga obtenida en ensayo no debe ser superior a 1,1 el valor indicado por fabricante
 - Características hidráulicas de Regulación: Ensayo según UNE-EN 1074-5 (anexos A, B y C).
- Ensayo para la Resistencia a la fatiga o desgaste: El número de ciclos de cierre/apertura debe ser de 2.500. Ensayo según UNE-EN 1074-5 (anexo D).
- Resistencia de las Válvulas a los productos desinfectantes: Las propiedades funcionales de las válvulas no deben verse alteradas después de ser sometidas a un proceso de desinfección. Ensayo según UNE-EN 1074-1 (anexo E)

2.26.5.5 Control del revestimiento

Se comprobará que los certificados de la calidad de la pintura corresponden al lote enviado y es lo previsto a emplear en cada caso.

Se realizarán los siguientes controles:

- Medición del espesor en diferentes superficies interiores y exteriores



- Perfecta estabilidad del revestimiento controlado por test de reticulación por aplicación de disolvente (EN 105 Do2)
- Resistencia al choque por impacto de una bola de acero

Los revestimientos en contacto con agua destinada al consumo humano no deben afectar a las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas del agua.

2.26.5.6 Procedimientos de reparación

Si en la realización de las comprobaciones y ensayos se detecta algún defecto, no aceptable, a juicio del departamento de Control de Calidad y/o por la Inspección, el elemento o equipo quedará rechazado.

El fabricante, propondrá a la Dirección de Obra, para su aceptación o comentarios, el Procedimiento de Reparación y los nuevos ensayos a realizar para la comprobación y aceptación definitiva de los elementos o equipos rechazados.

Una vez aceptado el Procedimiento, el fabricante comunicará a la Dirección de Obra la fecha de realización de la reparación y las de comprobación y ensayos correspondientes.

2.26.5.7 Limpieza

El fabricante por medio de su departamento de Control de Calidad comprobará que la limpieza realizada corresponde a lo previsto en este Pliego y preparará el correspondiente protocolo para cada elemento.

2.26.5.8 Identificación

Toda válvula deberá estar marcada de forma claramente legible, visible y durable conforme el proyecto de Norma EN 19:1999, indicándose:

- Diámetro nominal: se expresará mediante el símbolo DN seguido por su valor correspondiente expresado en mm.
- Presión nominal: se expresará mediante el símbolo PN seguido por su valor correspondiente expresado en bar.
- Material del cuerpo: se especificará la abreviatura correspondiente al material empleado seguido por las siglas de la Norma que emplee dicha abreviatura.
- Identificación del fabricante.
- El modelo de la válvula y Normativa aplicable.
- El año de fabricación.



2.26.5.9 Referencias, certificados y garantías

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001.

Por cada válvula suministrada, en cuanto concierne a esta Normativa, se adjuntará la documentación siguiente:

- Ficha técnica, conformada por el responsable del Control de Calidad del fabricante.
- Certificados correspondientes a los materiales suministrados para la fabricación de los mismos asegurando trazabilidad
- Resultados de los Ensayos realizados.
- Fotocopia del Certificado de Registro de Empresa de Aseguramiento de Calidad, o, en su defecto, Certificado del Control de Calidad realizado por empresa independiente, ambos en vigor a la fecha del pedido.
- Período de garantía contra defecto de fábrica y funcionamiento.

2.27 Válvulas de aireación

2.27.1 Definición

Dispositivos de funcionamiento automático que permiten la entrada y/o la salida de aire de la conducción.

Son elementos de protección y seguridad y-además- necesarios para conseguir un comportamiento eficiente de cualquier red de tuberías y/o bombeo.

2.27.2 Tipos / Clasificación Según su funcionamiento:

2.27.2.1 Válvulas Aductoras

Dispositivo que permite la entrada de grandes cantidades de aire durante el vaciado de la conducción. Se abren cuando la presión en la tubería baja.

2.27.2.2 Purgadores automáticos

Son unos dispositivos de funcionamiento automático que tienen por misión eliminar las bolsas de aire en los puntos altos de las conducciones.



2.27.2.3 Ventosas Bifuncionales

Son las que realizan las funciones de evacuación y admisión de aire durante el llenado y el vaciado de la conducción.

2.27.2.4 Ventosas Trifuncionales

Son las que pueden realizar tres funciones:

- Expulsión del aire al llenar la tubería
- Eliminación de burbujas o de bolsas de aire en los puntos altos
- Admisión de aire al vaciar

2.27.3 Diseño / Geometría

2.27.3.1 Válvulas aductoras

La entrada de aire está protegida con una rejilla para evitar la entrada de materiales extraños a la línea. En ocasiones se le acopla un Purgador de manera que deje entrar grandes cantidades de aire durante el llenado de la tubería y permita la salida del mismo cuando la tubería está en funcionamiento.

2.27.3.2 Purgadores automáticos:

Flotador único/doble + cuerpo de un solo compartimento + orificio de purga

2.27.3.3 Ventosas Bifuncionales:

Flotador único + cuerpo de un solo compartimento + una superficie de aeración.

2.27.3.4 Ventosas Trifuncionales:

- De flotador único, con cuerpo de un solo compartimento y dos superficies de aeración diferenciadas.
- De flotador único, con cuerpo de un solo compartimento y una superficie de aeración (la superficie de purga está incluida dentro de la de evacuación/admisión)
- De doble flotador, con un cuerpo de dos compartimentos y dos superficies de aeración diferenciadas.
- De doble flotador, con dos cuerpos de un compartimento y dos superficies de aeración diferenciadas.



- De doble flotador, con un compartimiento y una superficie de aeración en función de la combinación de los flotadores.

2.27.4 Características de los materiales

Para todos los materiales de las válvulas de aireación se cumplirán las siguientes características:

- Cuerpo y tapa: Fundición Dúctil GJS-500-7 según UNE-EN 1563:2012.
- Tapa sólo purgadores: Acero St-44 o Fundición dúctil GSJ-500-7 para abastecimiento y Fundición Dúctil GJS-500-7 para aguas residuales
- Boya-Flotador y Mecanismos internos: Acero inoxidable A-304 o A-316 para abastecimiento y A-316 para Saneamiento
- Cierre Tobera: mediante tornillo A304 y NBR o PDM para abastecimiento / A316 y NBR o PDM para saneamiento
- Tornillería: Interna Acero Inoxidable A2, Externa Acero Zincado
- Bidas: UNE-EN 1092-1:2008
- Recubrimiento: Epoxi atóxico interior y exterior 200µ (en caso de abastecimiento epoxi atóxico para agua potable)

2.27.5 Control de calidad

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001. La dirección de obra decidirá si se realizan las siguientes pruebas o s

- Certificado de Materiales s/ UNE 10204/ 3.1. Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección.
- Pruebas Estanqueidad y evacuación de aire s/ AWWA C512-92
- Pruebas de Resistencia o hidrostáticas
- Prueba de Funcionamiento
- Prueba de rigidez del obturador Certificado del cumplimiento de:
- UNE-EN 1074:2001 (Parte 1): Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados.
- UNE-EN 1074:2001 (Parte 4): Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación. Parte 4: Purgadoras y ventosas.
- AWWA C 512/92 American Water Works Association- Air-Release, Air/Vacuum, and Combination Air Valves for Waterworks Service
- UNE-EN ISO 9001:2015-Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos
- UNE 10204/ 3.1. Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección Trazabilidad
- Especificaciones de Pedido (nº de pedido, lugar de entrega, Lote de fabricación...)
- Expedición y Recepción: marcado, manual o instrucciones de instalación y/o mantenimiento)



2.28 Carretes de desmontaje

2.28.1 Definición

El carrete telescópico de desmontaje es una unión de tubos embridados que por su diseño permiten compensar las desviaciones dimensionales que se producen en la fabricación de cualquier tipo de instalación hidráulica realizada mediante tubería rígida.

Están formados por una parte macho desplazable y una parte hembra fija. Es en la parte fija en la que se aloja la junta de estanqueidad, que se localiza entre las camisas interior y exterior. Ambas partes están embridadas, y permiten el desplazamiento de las bridas exteriores dando al conjunto una mayor o menor longitud exterior.

2.28.2 Tipos / Clasificación Según:

- DN y PN
- Material: de Acero Inoxidable y Mixtos
 - Carretes de Acero Inox (completamente) hasta DN 600mm
 - Carrete Mixto: el cuerpo o parte deslizante del carrete es de acero inoxidable y las bridas son de acero al carbono ST. 37.2

2.28.3 Diseño / Geometría

Formado por dos elementos, macho y hembra. Cada uno de ellos compuesto por dos piezas unidas por soldadura o por una única pieza.

Cumplirán los siguientes requisitos:

- Espesor macho-hembra: mínimo 4,5mm macho y 9mm la hembra
- Diámetros Nominales (DN) DN 50-600
- Presión Nominal (PN) PN 10/16/25/40
- Junta: doble Junta Cuatrilabial
- Bridas normalizadas s/UNE-EN 1092-1:2008

2.28.4 Características de los materiales

- Tubos y bridas en carrete completo inoxidable: Acero inoxidable AISI-304/ AISI-316/ AISI 316-L
- Tubos y bridas en carrete mixto: cuerpo acero inoxidable AISI-304 y bridas en acero al carbono ST-37.2.
- Junta: caucho (epdm) o (nbr)
- Espárragos y tuercas: acero inoxidable aisi-304 (a-2)
- Tornillos: acero inoxidable aisi-304 (a-2)
- Torneado y pulido de tubos: en superficie exterior del tubo macho e interior del tubo hembra
- Adhesivo anticorrosivo anaerobio: fijador de tuercas y tornillos según norma mil-s-22473-d



- Taladro bridas: según UNE EN 1092-1:2008
- Electrodo: ASTM E 309-15

2.28.5 Control de calidad

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001.

- Marcado CE
- Pruebas de Accionamiento
- Certificado de Materiales s/ EN 10204/3.1
- Prueba de Estanqueidad s/ ISO-5208
- Líquidos penetrantes y/o partículas magnéticas.
- Ultrasonidos y/o radiografías.
- Reparación y realización de nuevos ensayos no destructivos (si ha lugar).
- Pruebas de resistencia, o hidrostáticas.

En el caso de uso de carretes mixtos o no fabricados en una pieza se solicitará certificado de soldadura garantizando que se ha llevado a cabo la correcta eliminación de los óxidos metálicos de los cordones de la unión.

2.29 **Acumuladores hidroneumáticos-antiarietes**

2.29.1 Definición

Depósito a presión, de acero soldado cuya función es reducir a valores admisibles las ondas de sobrepresión y depresión que se propagan por las tuberías cuando se ha producido una variación brusca de caudal, a consecuencia de parada o puesta en marcha de bomba/s o cierre de válvula/s.

2.29.2 Tipos / Clasificación

- Antiarietes con membrana recambiable: Depósito a presión de acero que contiene en su interior una vejiga intercambiable como receptáculo de agua y que evita que el agua esté en contacto con el acero. en la cámara existente entre la vejiga y el depósito, se aloja el gas y en la boca de conexión con la conducción, para proteger la vejiga, está alojada una rejilla antiextrusión, cuya pérdida de carga ha sido previamente tenido en cuenta.
- Antiarietes sin membrana: Depósito a presión de acero sin membrana en su interior. Se emplea con aguas residuales en que los elementos en suspensión puedan dañar el material de la membrana.

2.29.3 Diseño / Geometría

Deben cumplir la Directiva Europea 97/28/CE de equipos a presión aplicada al diseño, la fabricación y la evaluación de la conformidad de los equipos a presión y de los conjuntos sometidos a una presión máxima admisible PS superior a 0,5 bar.

En los antiarietes sin membrana la presión neumática debe mantenerse a través de un compresor que inyecta el aire comprimido necesario al interior del depósito.

2.29.4 Características de los materiales

- Cuerpo: Acero soldado fabricados de acuerdo a la directiva Europea 97/28/CE de equipos a presión.
- Membrana: Caucho sintético flexible en una sola pieza s/ UNE-EN 13831:2008 (Vasos de expansión cerrados con diafragma incorporado para su instalación en sistemas de agua)
- Rejilla antiextrusión: En la boca de conexión con la conducción (para proteger la vejiga)
- Protecciones: Protección interior y exterior mediante capa de imprimación. Acabado exterior de pintura epoxi.

2.29.5 Control de calidad

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001.

- Marcado CE conforme a la Directiva Europea 97/28/CE de equipos a presión
- UNE-EN 13831:2008 (Vasos de expansión cerrados con diafragma incorporado para su instalación en sistemas de agua)
- Certificado de Materiales s/EN 10024-3.1
- Características de Acero s/EN10130, EN10111, EN10025
- Control de soldadura s/ EN 25817 nivel C
- Control líquidos penetrantes de uniones soldadas s/ASME V (6)
- Control radiográfico de uniones soldadas s/ EN 1435
- Comprobación a $P_{m\acute{a}x}$ trabajo x 1,50

2.30 **Juntas anti vibratorias**

2.30.1 Definición

Estos elementos de fuelle en elastómero cumplen una doble función como es la de absorción de las vibraciones de la conducción y a su vez compensar las dilataciones de la misma.

2.30.2 Características de los materiales

- Cuerpo: Caucho (EPDM)
- Bidas locas Acero al carbono ST-37 Chorreadas y pintadas /inoxidable/ aluminio
- Refuerzo de cuerpo: Tela de nylon y/o hilo de acero trenzado.
- Taladros bidas según UNE-EN-1092-1:2008.
- Tornillos y tuercas: Acero de calidad 8.8, galvanizado en caliente

2.30.3 Control de calidad

El centro de fabricación deberá contar con certificados vigentes de ISO 9001 e ISO 14001.

- Pruebas de estanqueidad
- Pruebas de resistencia o hidrostáticas
- Marcado CE



2.31 Pantallas deflectoras

2.31.1 Definición

La pantalla deflector es una barrera que evita que los flotantes que arrastra el agua, tales como papeles, telas, etc. sean aliviados directamente al río cuando se haya rebasado la capacidad del tanque de retención durante un episodio lluvioso.

La pantalla deflector de flotantes se instala en el muro de alivio, que separa la cámara de retención o central de la cámara de alivio. Debe estar colocada de manera que deje pasar el agua por su parte inferior hacia la cámara de alivio, de manera que impida que los flotantes que arrastra flotando la corriente de agua consigan pasar a dicha cámara, quedando retenidos por la propia pantalla.

2.31.2 Tipos/clasificación

En cuanto a tipo de sujeción pueden destacarse varios tipos:

- Pantalla deflector con anclajes únicamente al muro de alivio.
- Pantalla deflector con anclajes al techo. Este tipo de sujeción ofrece la ventaja de que en el hueco existente entre la pantalla deflector y el muro de alivio, no pueden quedarse objetos colgados de los soportes.
- Pantalla deflector con anclajes a las paredes laterales.
- Posibilidad de combinar todos los sistemas de sujeción.

En cuanto a tipología de materiales, se fabrican en acero inoxidable, poliéster reforzado con fibra de vidrio o polipropileno.

2.31.3 Diseño/geometría

La pantalla deflector de flotantes se instalará en el muro de alivio, que separa la cámara de retención o central de la cámara de alivio.

Se deben definir las siguientes variables: material, configuración, longitud, altura y espesor de chapas y quedarán justificados de forma coherente con la justificación hidráulica del aliviadero.

2.31.4 Características de los materiales Los materiales podrán ser los siguientes:

- Chapa: PRFV, AISI316L, PP
- Sujeción: spits M 10.
- Soportes: inoxidable AISI-316.
- Tornillería: inoxidable AISI-316 M 10.
- Arandelas: inoxidable AISI-316.
- Estanqueidad: Siliconado.
- Juntas laterales regulables: Caucho



2.31.5 Control de calidad

El contratista controlará la calidad de los materiales empleados en la fabricación, de acuerdo con lo especificado en el presente Pliego, y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

El contratista deberá presentar a la Dirección de Obra los certificados de calidad en cuanto a resistencia y a corrosión por parte del fabricante, en lo que hace referencia al acero inoxidable AISI 316L, PP o PRFV según proceda.

2.32 **Tramex**

2.32.1 Definición

Un trámex es una superficie estable creada a partir de pletinas, colocadas paralela y perpendicularmente en posición vertical. Es decir, un entramado formado por la unión de las pletinas creando una superficie homogénea, lisa y estable.

2.32.2 Tipos/clasificación

Los trámex serán de acero inoxidable, acero galvanizado o PRFV. Los trámex más usados suelen estar constituidos por pletinas de 30 x 2 o 30 x 3 mm unidas formando mallas de 30 x 30 mm, 8 x 8 mm, entre otros, que, a su vez, conformarán piezas unitarias de dimensiones máximas 3,0 m x 1,0 m (dependiendo de los apoyos intermedios).

Los diferentes tipos de emparrillados se determinan por la malla. La malla es la distancia entre pletinas. Técnicamente se mide siempre entre ejes, prescindiendo del espesor de las pletinas, aunque, por lo general, se puede redondear comercialmente. La nomenclatura de la malla siempre tiene dos grupos de cifras separadas por el signo x.

2.32.3 Diseño/geometría

En el entramado se distribuyen uniformemente las cargas en todos los sentidos.

Para los trámex sobre los que se prevea circulación de personas, independientemente de su tipología, se deberá asegurar que la deformación bajo sobrecargas de uso no supera las siguientes flechas en función de su cota:

$Cota < 3,00 \text{ m}$ $D_{\text{máx}} = L/150$ $Cota \geq 3,00 \text{ m}$ $D_{\text{máx}} = L/200$ Siendo:

$D_{\text{máx}}$: Deformación máxima L: Longitud entre apoyos

En todo caso, el diseño del entramado respetará las indicaciones de la norma UNE-EN ISO 14122-2:2002/A1:2010 Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanente a máquinas e instalaciones industriales. Parte 2: Plataformas de trabajo y pasarelas. Modificación 1 (ISO 14122-2:2001/Amd 1:2010). Deberá existir indicación de carga y señalización de escalones.

2.32.4 Características de los materiales

Los cercos y piezas angulares de apoyo para encajar los trámex tendrán la misma protección frente a la corrosión que estos. El acabado deberá ser antideslizante, para lo cual los metálicos serán de doble pletina con doble diente de sierra. En el caso de los de PRFV llevarán material silicio para evitar el deslizamiento.

Los trámex irán sujetos a la estructura soporte mediante tornillos, tuercas y piezas inferiores adaptables de acero inoxidable AISI 316L, de forma que se puedan desmontar.

Para el caso de trámex en PRFV, se fabricarán mediante moldeo regular, poseyendo una matriz de resina de poliéster y un contenido en fibra de vidrio de aproximadamente un 35% que se distribuye uniformemente en todas direcciones, en forma de varillas en capas alternantes y tendrán las siguientes características:

- Resistencia UV: 5 en escala de grises de la norma UNE-EN ISO 4892-parte 2.
- Resistencia al fuego: M-1 (ASTM-E84 o equivalente).
- Resistencia al humo: F-1 (ASTM-E84 o equivalente).
- Capa de protección: espesor $\geq 0.20 \pm 0.03$ mm.
- Resistente a impactos, sin descamaciones ni desprendimientos de la capa.
- Superficie graneada: arena tratada.
- Resistencia al deslizamiento: R13 (DIN 51130) / >80 BS 7976-2: 2002.
- Intersticios: abertura máxima ≤ 8 milímetros para casos en los que se pretenda evitar caída de herramientas (conocidos como tramex de seguridad), y entre 8 y 30 mm en el resto de los casos.
- RAL a escoger por dirección de obra.

Para el caso de trámex en acero será de calidad S 275 JR (Norma EN 10025) con galvanizado uniforme contra la corrosión según UNE-EN-ISO-1461. El acero inoxidable será AISI316L con acabado a escoger por dirección de obra, electropulido o decapado químico.

- Rigidizadores: acero inoxidable austenítico AISI 316L.
- Peldaños según UNE 36750-1/2/3:2008.
- Adhesivos: sin defectos según el tipo de ciclo D3 de la norma UNE-EN ISO 9142:2004.

2.32.5 Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de los materiales empleados en la fabricación del trámex, de acuerdo con lo especificado en el presente Pliego, y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

El contratista deberá presentar a la Dirección de Obra los resultados de los ensayos realizados por parte del fabricante, en lo que hace referencia a constatar la resistencia, la corrosión, el aislamiento eléctrico, el aislamiento térmico y la indeformabilidad por la acción del calor.

2.33 Bombas hidráulicas

2.33.1 Definición

Se llama bomba hidráulica a la máquina que accionada mediante cualquier tipo de energía (eléctrica, motor de combustión interna, etc.) modifica la energía total H de un fluido líquido transformando la energía mecánica en energía de movimiento o/y de altura de un caudal de éste.

2.33.2 Tipos/clasificación

Las bombas pueden ser centrífugas y volumétricas.

- Las bombas centrífugas: El motor, generalmente eléctrico hace girar un eje que comunica el movimiento al rodete. El giro crea una presión negativa que origina la succión del líquido a bombear y la fuerza centrífuga del rodete hace que el líquido salga tangencialmente al movimiento de giro.

Las bombas centrífugas se utilizan generalmente para líquidos no viscosos con o sin sólidos en suspensión.

Pueden a su vez clasificarse:

- Atendiendo a la posición del eje transmisor en verticales y horizontales.
- Según el número de etapas o rodets colocados en serie en monoetapas y multietapas.
- Según la forma de la carcasa de la bomba en radial, semiaxial y axial.
- Según el número de entradas al impulsor en de una entrada o de doble entrada.
- Según el tipo de motor en motor seco/rotor seco, motor seco/rotor húmedo y motor sumergido.
- Las bombas volumétricas o de desplazamiento positivo: impulsan el fluido a velocidad constante variando su volumen de forma periódica y lo hacen con independencia de la presión de trabajo.

Las bombas volumétricas se utilizan para bombear líquidos viscosos, fangos etc. y también como bombas dosificadoras de reactivos, etc.

2.33.3 Características de los materiales

La elección de los materiales de los diferentes componentes de las bombas se realizará atendiendo a la norma UNE-EN ISO 5199 para el caso de las bombas centrífugas y la UNE-EN ISO 16330 para las bombas volumétricas.

Los materiales de los diferentes componentes de las bombas dependerán del fluido a bombear entre otros factores y será en cada caso el fabricante el responsable de la elección del material más adecuado.

Para los usos habituales del CABB se especifica una calidad de materiales mínima: Eje transmisor, se realizará en acero inoxidable GX3CrNiMo19-11-2.

Rodete de fundición gris GG-25 o INOX.



Tornillería, arandelas y piezas de sujeción serán de INOX316 (A4). Carcasa de fundición gris GG-20 o GG-25 (UNE-EN 1561:1998)

2.33.4 Control de calidad

Para los ensayos de los equipos de bombeo será de aplicación la norma ISO 5199:2002.

Las piezas fundidas no deberán tener imperfecciones significativas, deberán limpiarse mediante chorreo de arena, granallado, decapado con ácido o cualquier otro método normalizado.

Las piezas soldadas sometidas a presión deberán realizarse por operarios y de acuerdo a las normas EN 287-1, EN 287-2, EN 288-1, EN 288-2, EN 288-3, EN 288-4.

Si el Director de las obras lo considera oportuno se solicitarán ensayos específicos de composición química de los materiales, propiedades mecánicas de los mismos y ensayos no destructivos para la detección de irregularidades por ultrasonidos, líquidos penetrantes, etc. en aplicación de la norma

Las partes de las bombas sometidas a presión así como sus equipos de fijación, deberán someterse a un ensayo hidrostático según describe la norma.

Respecto al rendimiento hidráulico de los equipos, las bombas centrífugas deberán someterse a los ensayos correspondientes tal y como se describen en la norma ISO 9906.

2.34 **Instrumentación**

2.34.1 Definición

Engloba los instrumentos necesarios para llevar a cabo operaciones de mantenimiento mediante lecturas directas o indirectas de nivel, caudal, presión, Ph, O₂, SS, NO₃... para su consignación en la instalación.

Entre otros se definen de forma diferenciada los siguientes.

2.34.1.1 **Manómetros**

Aparatos destinados a medir la presión instantánea de un fluido en el interior de una conducción y que registran la máxima presión a que ha estado sometida la conducción.

Los manómetros para medida y teletransmisión de la presión hidrostática tendrán una amplitud máxima de medida de cero a 1,5 veces la P.N. máxima de la conducción con posibilidad de regulación de los puntos de principio y final de escala.

La máxima presión de trabajo admisible será de 1,5 veces la P.N. máxima de la conducción debiendo ser su sensibilidad del cero veinticinco por ciento (0,25 %) de la amplitud media. Irá presentado en una caja estanca.

2.34.1.2 Caudalímetros

Son los elementos previstos para medir el caudal que pasa por una conducción a sección llena. La medida dependiendo del tipo de los aparatos se realizará por chorro, por hélice de arrastre magnético, electromagnéticos o por ultrasonidos.

Los aparatos serán capaces de medir el caudal instantáneo y el totalizado teniendo un aparato registrador de ambos.

La indicación local debe ser fácilmente accesible, estando el indicador separado del medidor si es necesario.

Los caudalímetros tendrán las siguientes características:

- Aforo del caudal instantáneo
- Aforo totalizado y tele transmitido, a excepción del contador de chorro.
- La precisión en la medida, como norma general y salvo especificación en contra en el apartado correspondiente a cada modelo de contador, será tal que en ningún caso tendrá un error superior al (2%) dos por ciento, del caudal nominal, para caudales comprendidos entre el (3%) tres por ciento y el (100%) cien por cien del caudal nominal.
- La temperatura máxima del agua será inferior a 30º C.
- La capacidad del totalizador será como mínimo la indicada a continuación para los siguientes diámetros:

DÍAMETRO NOMINAL	INDICACIÓN MÍNIMA	CAPACIDAD TOTALIZADORA
En mm.	En m3	En m3
13	0,001	10 ⁴
20	0,001	10 ⁴
25	0,001	10 ⁴
30	0,001	10 ⁵
40	0,001	10 ⁵
50	0,001	10 ⁶
65	0,001	10 ⁶
80	0,001	10 ⁶
100	0,001	10 ⁶
125	0,001	10 ⁶
150	0,001	10 ⁷
200	0,001	10 ⁷
250	0,001	10 ⁷
300	0,001	10 ⁷



2.34.1.2.1 Contador de chorro

Los contadores de chorro único, doble, o múltiple son el sistema de medición de caudal más elemental. Únicamente se empleará en lugares de pequeño consumo, y para diámetros menores de 50 mm.

La indicación local debe ser fácilmente accesible, estando el indicador separado del medidor si es necesario.

Las boquillas irán roscadas.

2.34.1.2.2 Contador de hélice de arrastre magnético

En el contador de hélice de arrastre magnético el fluido hace girar una hélice cuyo eje es paralelo o perpendicular a la conducción.

La transmisión del movimiento de la hélice se realiza por medio de un emisor de impulsos magnéticos entre el órgano de medida y el totalizador.

La indicación local debe ser fácilmente accesible, estando el indicador separado del medidor si es necesario.

2.34.1.2.3 Contador electromagnético

Se trata de dispositivos no intrusivos, que dan la velocidad desde el exterior de la tubería por medio de dos puntos que se encuentran diametralmente opuestos de la superficie interna, y en los cuales se colocan dos electrodos metálicos. Entre estos dos electrodos se genera una señal de medida eléctrica. Los caudalímetros electromagnéticos se utilizan principalmente en los fluidos con conductividad eléctrica y en tuberías llenas siendo los más utilizados en aplicaciones con agua.

El cabezal de medición deberá colocarse en lugar accesible debiendo incluir batería con autonomía suficiente dentro de las referencias existentes en el mercado en aplicaciones de abastecimiento quedando en saneamiento según las necesidades del proyecto.

2.34.1.3 Medidores de nivel

Los equipos de medida de nivel, radar, capacitivos, ultrasonidos y las boyas, son elementos instalados habitualmente en aliviaderos y estaciones de bombeo, capaces de detectar la presencia de líquidos o sólidos y a su vez preparados para suministrar una información de salida, bien sea analógica o digital.

- Boyas:



El uso de las boyas está especialmente indicado para controlar los niveles de agua tanto en el llenado como en el vaciado de los tanques.

En el interruptor de nivel, una bola acciona microrruptor en función de la posición de flotación. El embudo por el que rueda la bola es que produce la conmutación.

- Sensores de radar:

El sistema de antenas envía impulsos de microondas extremadamente cortos sobre el agua a medir, los cuales son reflejados por la superficie del agua y captados nuevamente por la antena.

La velocidad de propagación de los impulsos es la velocidad de la luz y el tiempo desde la emisión hasta la recepción de las señales es proporcional al nivel del depósito. Un proceso especial de prolongación del tiempo posibilita la medición precisa y segura de los tiempos extremadamente cortos.

Los sensores de radar trabajan con poca potencia de transmisión en gama de frecuencia de banda C y K. No se requiere un ajuste con depósito vacío o lleno.

Los sensores compactos de alta frecuencia (banda K) son especialmente adecuados para aplicaciones, donde se exige una exactitud elevada. Incluso para los tamaños de antena pequeños se logra un excelente enfoque de la señal. Los sensores de baja frecuencia (banda C) son capaces de penetrar la espuma y fuertes incrustaciones de condensado, resultando de esta forma adecuados para condiciones de proceso especialmente difíciles.

- Sondas de nivel capacitivas:

El sensor y el depósito conformarán los dos electrodos de un condensador. Una variación de capacidad causada por una variación de nivel será analizada por una electrónica integrada y será convertida en su señal de salida correspondiente. La medición de nivel tendrá lugar por toda la longitud del sensor sin zona muerta.

El electrodo de medición, el agua y la pared del depósito formarán un condensador eléctrico. La capacidad del condensador estará influenciada principalmente por tres factores:

- Distancia entre las superficies de los electrodos.
- Tamaño de la superficie de los electrodos.
- Tipo de dieléctrico entre los electrodos.

En las instalaciones que generalmente serán cubiertas por el presente Pliego, los electrodos y la pared del depósito conformarán las placas del condensador, mientras que el agua será el dieléctrico.

Como regla general se puede decir, que la capacidad del condensador aumentará a medida que crece el recubrimiento de los electrodos a causa de la elevada constante dieléctrica del agua en comparación con la del aire.

La variación de la capacidad y de la resistencia será analizada y convertida en una señal proporcional al nivel.

Mientras más constantes son la conductividad, la concentración y la temperatura del agua, mejores son las condiciones para la medición de admitancia. Generalmente las variaciones de las condiciones no son críticas en los productos con constante dieléctrica K elevada.

- Sondas de nivel hidrostáticas:

En la medición de nivel hidrostática, la celda del transmisor detecta los cambios en la presión hidrostática, que aumenta o disminuye según el nivel. La presión activa se convierte en una señal eléctrica y la electrónica integrada la transforma en una señal de salida. En la medición de nivel hidrostática se utilizan distintas celdas de medición que pueden ser de tipo cerámico o metálico. Las celdas de medición cerámicas ofrecen una excelente estabilidad a largo plazo y una elevada resistencia a la sobrecarga mientras que las metálicas cubren rangos de medición más amplios.

La medición de nivel hidrostática no se ve afectada por la formación de espuma ni los elementos del depósito pudiendo ser colocada en tuberías en presión o bien en depósitos en los que se deberá dejar preferiblemente un tubo guía.

- Sondas de nivel ultrasonidos:

Los impulsos ultrasónicos son enviados por el transductor sobre el agua a medir, son reflejados por la superficie del producto y captados nuevamente por el transductor. Se propagan a la velocidad del sonido. El tiempo desde la transmisión hasta la recepción de la señal es proporcional al nivel del depósito.

Los microprocesadores empleados permitirán seleccionar el eco de nivel con seguridad aún incluso en caso de reflexiones, calculando la distancia exacta hasta la superficie del agua.

También se deberá incluir un sensor de temperatura que permita detectar la temperatura en el depósito, para de esta forma se pueden compensar las influencias sobre el tiempo de propagación del sonido.

El sensor no estará en contacto con el agua y dispondrá de dos puntos de conmutación de nivel de detección. La llegada del agua hasta la ubicación del transductor provocaría la formación de incrustaciones en el transductor a largo plazo que podrían conducir a realizar mediciones erróneas.

La sonda de nivel se integrará como dispositivo conjunto incluyendo el transductor y a la electrónica. La alimentación del sensor será a través del transmisor.

Se deberá mantener una distancia mínima del lado inferior del transductor - la llamada zona muerta, donde no será posible ninguna medida. El valor exacto de dicha zona muerta dependerá del modelo específico elegido.

La indicación local debe ser fácilmente accesible, estando el indicador separado del medidor si es necesario.



2.34.2 Clasificación

Se establece la siguiente clasificación según la señal que emiten;

2.34.2.1 Indicadores

INDICADORES DE PRESIÓN: Manómetros

INDICADORES DE NIVEL: Visores de nivel OTROS

2.34.2.2 Interruptores

INTERRUPTORES DE PRESIÓN: Presostatos

INTERRUPTORES DE NIVEL: Boyas, sensores capacitivos, vibratorios, radar. OTROS

2.34.2.3 Medidores transmisores

MEDIDORES DE PRESIÓN: Transmisor de presión

MEDIDORES DE NIVEL: Radar, US, presión hidrostática, capacitivos.

MEDIDORES DE CAUDAL: Electromagnéticos, Hélice o chorro.

OTROS: Ph, O₂, SS, NO₃, Tª...

2.34.3 Características de los materiales

Todo el equipamiento deberá ser fabricado según estándares europeos y marcado CE siguiendo las directivas siguientes y su correspondencia en las normas nacionales UNE:

- Directiva EMC 2014/30/EU.
- Directiva máquinas 2006/42/EU.

Estarán contruidos, incluidos soportes de fijación, rigidizadores, ejes y soportes, rodamientos, en acero inoxidable AISI 316L. Tornillería A4 y amortiguación de caucho.

Se detallan algunos de los citados anteriormente:



2.34.3.1 Manómetros

- Caja Estanca estampada en acero inoxidable AISI-316 llenada con glicerina o aceite de vaselina. Norma DIN-40050, tipo IP-54
- Racord -tubo Acero inoxidable AISI-316
- Movimiento Tipo reforzado en acero inoxidable AISI-316
- Esfera Resinas fenólicas, blanca con cifra en negro
- Aguja Acero inoxidable AISI-316, regulable por tornillo micrométrico.
- Visor cristal doble o plástico
- Conexión Rosca macho 1/2" gas
- Precisión Mas- menos 2% del final de la escala Sobrepresión = 1,5 la presión máxima de trabajo

2.34.3.2 Manómetros con separador

- Tipo: Muelle tubular, sistema Bourdon, con membrana separadora
- Modelo: Concéntrico
- Tipo de conexión: Inferior o posterior rosca macho
- Diámetro de conexión: 1/2" gas
- Diámetro de esfera: 100 mm.
- Fluido: Agua con fangos
- Gama de medida: 0-5 Kg/cm²
- Protección: IP 55
- Exactitud: 1
- Construcción: Según DIN 16064
- Materiales:
 - Aguja: Aluminio, pintada de negro
 - Piezas de contacto con el fluido: Aleación de cobre
 - Caja: Acero, estanca a chorro de agua
 - Cierre: Cristal de vidrio
 - Esfera: Aluminio fondo blanco
- Sobrepresión máxima: 130% de la escala máxima de graduación durante breves espacios de tiempo.
- Fondo de escala: Ajustado para que la presión de trabajo se sitúe en un 25% de la escala.

2.34.3.3 Medidores de presión

- Célula de medida: Presión. Con líquido de relleno inerte.
- Indicador digital: Visible en todo momento.



- Materiales:
 - Boquilla de conexión: Acero inox AISI-316 para conexión con picaje 1", con llave de aislamiento y conexión en T para limpieza.
 - Unidad electrónica: Aleación de aluminio.
 - Alimentación: 24 Vdc.
 - Salida: 4-20 mA y/o bus de campo seleccionado para Sistema de Control.
- Protección: IP 68
- Límite de temperatura de proceso: -20º C a 100º C

2.34.3.4 Interruptores y medidores de nivel

Los materiales deberán cumplir con la Directiva 2014/34/UE (ATEX), Grupo II Categoría 2 (Zona 1).

- Boyas:
 - Tipo de cable 3 x 0,75 mm² de PVC
 - Material del flotador Polipropileno
 - Microcontactos 1 conmutado 10(2) A 250V
 - Grado de protección IP67
 - Temperatura de trabajo 0ºC a 60ºC
 - Presión máxima de trabajo 4 bar a 20ºC
 - Contrapeso Si, interno
- Sensores de radar:
 - Antena AISI 316L
 - Roscas/bridas AISI 316L DIN 2501
 - Carcasa AISI 316L
 - Soporte orientable AISI 316L
 - Grado de protección IP67
- Sondas de nivel capacitivas o hidrostáticas:

Materiales, en contacto con el medio:

- Conexión a proceso - rosca 316L
- Conexión al proceso - Brida 316L
- Sello del proceso Klingersil C-4400
- Aislamiento (aislamiento parcial) PTFE
- Electrodo (Varilla con aislamiento parcial de PTFE: ø 12 mm/0.472 in) 316L Materiales, sin contacto con el medio:
- Carcasa



- Plástico PBT (Poliéster), fundición a presión de aluminio recubierta de polvo, 316L
 - Sello entre la carcasa y la tapa de la carcasa
 - NBR (Carcasa acero inoxidable), Silicona (Carcasa de aluminio/plástico)
 - Borne de conexión a tierra 316L
- Sondas de nivel ultrasonidos:

Materiales, en contacto con el medio:

- Conexión a proceso PVDF/UP
- Transductor acústico PVDF
- Membrana del transductor 316Ti
- Sello transductor/conexión al proceso EPDM, FKM (Viton) Materiales, sin contacto con el medio:
- Brida suelta PPH, 316L
- Carcasa

Plástico PBT (poliéster) fundición a presión de aluminio recubierta de polvo, 316L

- Sello entre la carcasa y la tapa de la carcasa

NBR (Carcasa acero inoxidable), Silicona (Carcasa de aluminio/plástico)

- Mirilla en la tapa de la carcasa Policarbonato
- Borne de conexión a tierra 316Ti/316L

2.34.3.5 Medidores de caudal en tubería

- Sensor:
 - Principio de medida: Electromagnético
 - Montaje: Carrete de medida en tubería mediante brida de conexión y electrónica separada del tubo de medida.
 - Tramo de entrada: ≥ 5 DN
 - Tramo de salida: ≥ 3 DN
 - Rango de medida: De 0,3 a 12 m/s
 - Tubo de medida: Acero inoxidable
 - Recubrimiento: Polipropileno DN ≤ 50 (Reactivos, justificar compatibilidad)
 - Goma Dura DN ≥ 50 (Agua Fango)
 - Electrodo de medida: Hastelloy C
 - Electrodo de puesta a tierra: Incluidos en carrete de medida Hastelloy C
 - Bridas: Según DIN 2632.
 - Límite de temperatura de proceso: Polipropileno: - 5º. a + 90º C



- Goma Dura: - 5º a + 80º C
- Protección sensor: IP 68
- Convertidor de señal
 - Precisión: ≤ 0.2 % valor instantáneo
 - Alojamiento de la unidad electrónica: Separada del cuerpo medidor en caja de aleación de aluminio y/o recubierta en poliuretano.
 - Alimentación: 230 V, 50 Hz.
 - Salida: 4-20 mA, HART, Profibus
 - Impedancia de salida: Menor de 1 Mohm
 - Límites de temperaturas de proceso: -5 º C a +80 º C.
 - Tiempo de respuesta: 3 seg.
 - Conductividad mínima: $\geq 50\mu\text{S}/\text{cm}$
 - Longitud cable sensor-unidad de medida: Mín 25 metros. Se justificará la longitud indicada si es inferior.
 - Protección: IP 67

2.34.3.6 Medidores de caudal en tubería parcialmente llena

- Sensor:
 - Principio de medida: Electromagnético/Capacitivo
 - Montaje: Carrete de medida en tubería mediante brida de conexión y electrónica separada del tubo de medida.
 - Tramo de entrada: ≥ 5 DN
 - Tramo de salida: ≥ 3 DN
 - Rango de medida: Min. del 10% al 100% se sección inundada.
 - Tubo de medida: Acero inoxidable
 - Recubrimiento: Goma dura.
 - Electrodo de medida: AISI 1.4571.
 - Bridas: Según DIN 2632.
 - Unidad electrónica: Aluminio fundido.
 - Método de calibración: Calibración húmeda homologada.
 - Límite temperatura de proceso: -5º C a +80º C.
 - Conductividad mínima: $\geq 50\mu\text{S}/\text{cm}$
 - Protección sensor: IP 68.
- Convertidor de señal
 - Precisión: ≤ 0.2 % valor instantáneo.
 - Alojamiento de la unidad electrónica: Separada del cuerpo medidor en caja de aleación de aluminio y/o recubierta en poliuretano.



- Alimentación: 230 V, 50 Hz.
- Salida: 4-20 mA. HART, Profibus
- Longitud cable sensor-unidad de medida: Mín 25 metros. Se justificará la longitud indicada si es inferior.
- Tiempo de respuesta: ≤ 3 seg.
- Protección: IP 67.

2.34.3.7 Contador de chorro

- Cuerpo Latón fundido roscado C-6137 s/UNE
- Pintura Epoxi alimentaria tres manos en el interior y exterior espesor mínimo= 190 micras previo granallado al grado SA 2 1/2.

2.34.3.8 Contador de hélice de arrastre magnético

- Cuerpo Fundición gris (GG-25)
- Turbina Plástico S.A.N. (acrilo nitrilo estileno)
- Hélice y cuerpo de hélice Plástico SAN. (acrilo nitrilo estileno)
- Pivotes Acero metal duro
- Grapas de la turbina Acero inoxidable DIN 1430
- Ruedas parte móvil Sulfuro de polifenileno
- Timón de regulación Sulfuro de polifenileno
- Pintura interior Epoxi atóxico de tres componentes de 190 micras de espesor secado al horno a 200 grados.

2.34.3.9 Medidores de caudal de aire

- Especificaciones:
 - Principio de medida: Dispersión térmica
 - Rango de tuberías de conducción: 51 a 610 mm. (2 a 24 pulgadas).
 - Rango de medida: 0,23 a 122 MPS (metros por segundo) en las condiciones estándar de 21,1 °C y 1,01325 bar.
 - Precisión: + 2 % del valor medido + 0,5 % del fondo de escala.
 - Rango de temperatura: 4 a 38 °C (Opcional de -18 a 93 °C).
 - Rango de presión: 0,7 a 3,4 bar
 - Tiempo de respuesta: 3,5 s. para flujo decreciente. 7,2 s. para flujo creciente
 - Grado de protección: IP-67
 - Configuración: En unidades estándar de caudal volumétrico o de caudal másico.



- Sonda
 - Material del cuerpo: Cuerpo de acero inoxidable 316L.
 - Material del thermowell: Hastelloy C (Aleación de níquel, molibdeno y cromo) con sensores RTD de platino.
 - Acoplamiento: Conexión macho ½" NPT o ¾" NPT, con tuerca de acero inoxidable y casquillo ajustable de teflón o acero inoxidable.
 - Longitud de inserción ajustable
 - en función del diámetro del tubo: De 51 a 150 mm. (2 a 6 pulgadas). De 150 a 305 mm. (6 a 12 pulgadas). De 305 a 610 mm. (12 a 24 pulgadas).
 - Presión máxima de operación sin daños: 34 bar con casquillo de acero inoxidable. 10 bar con casquillo de teflón
 - Temperatura máxima de operación sin daños: -18 a 121 °C, con casquillo de acero inox. -18 a 93 °C, con casquillo de teflón.
- Transmisor
 - Alojamiento del módulo electrónico: IP 68
 - Temperatura de operación: -18 a 60 °C
 - Alimentación eléctrica: 12 a 36 Vdc o 230 Vdc 50 Hz
 - Señal de salida: 2 Analógicas 0 - 20 mA Caudal y/o Temperatura. Y/o bus de campo seleccionado para Sistema de Control

2.34.3.10 Medidores de oxígeno disuelto

- Convertidor de señal:
 - Salidas de corriente: 1 salida de 4-20 mA
 - Pantalla LCD alfanumérica: Incluida
 - Protección: IP 67
 - Montaje: Pared
 - Alimentación: 85 - 264 Vca +10 % -15 %, 50/60 Hz, 5 VA
 - Temperaturas de operación: - 40 °C a + 60 °C
 - Cumplimiento de Normas: CE. Emisiones: EN 50081. Inmunidad: EN 50082.
 - Protocolo: 4-20 mA HART, Profibus
- Transmisor:
 - Sistema: Flotador esférico
 - Material: PBT/PC
 - Peso / tamaño: 2,7 Kg. / diámetro: 240 mm.
 - Rango de medida de oxígeno: 0 a 1 - 50 mg/l o ppm.



- Rango medida de temperatura: 0 a 70 °C.
 - Precisión medida de oxígeno: + 0,5 % del fondo de escala
 - Precisión medida temperatura: + 0,1 °C
 - Salidas de corriente: 4-20 mA HART, Profibus
 - Protección: IP 68
 - Temperaturas de operación: Aire: - 40 °C a + 60 °C. Medio: 0 a + 60 °C.
 - Alimentación: 12 - 30 Vcc
 - Calibración: Automática compensada para temperatura.
 - Cumplimiento de Normas: CE. Emisión: EN 50081. Inmunidad: EN 61000-6-2
- Sensor
 - Tipo: Célula Clark intercambiable. Vida útil: 2-3 años.
- Materiales:
 - Membrana: 50 micras FEP Teflón
 - Cátodo: Oro
 - Ánodo: Plata
 - Electrolito: KCL
 - Peso: 15 g.
 - Temperaturas de operación: 0 °C a + 40 °C.
 - Colocación: En la parte inferior del flotador esférico
 - Sistema de limpieza: Autolimpiable por el diseño especial de las aletas de la parte inferior del flotador.

2.34.3.11 Medidores de temperatura

- Sensor
 - Tipo: Pt 100
 - Longitud: A determinar
 - Conexión: Roscada 1/2" gas
 - Cabeza: Adecuada para alojar un convertidor adecuado
- Convertidor
 - Entrada: Pt 100
 - Rango: 0 - 50 °C.
 - Alimentación: 24 Vcc
 - Salida: 4-20 mA.
- Indicador local



- Caja: Estanca de polietileno expandido
- Escala: 0 – 100 % y/o °C
- Señal de salida: 4-20 mA, HART, Profibus
- Alimentación: 230 V. 50 Hz.
- Protección: IP 68

2.34.3.12 Medidores de ph

- Transmisor de señal y medida local
 - Alojamiento de la unidad: Envoltorio de material plástico reforzado con fibra de vidrio, del tipo ABS PC Fr.
 - Membrana frontal: Resistente a la radiación UV.
 - Protección: IP 67
 - Montaje: Mural, sobre tubo cilíndrico o sobre estructura metálica
 - Alimentación: 230 Vca 50 Hz
 - Compatibilidad electromagnética: Emisiones e inmunidad EN 61326.
 - Temperaturas de operación nominales: - 10 ° C a + 55 ° C
 - Medida de pH:
- Referencia de temperatura: + 25 ° C
- Rango de medida: 0 – 14
- Resolución de medida• pH 0,01
 - Medida de temperatura:
- Sensor: Pt 100
- Rango de medida: - 50 ° C a + 150 ° C
- Resolución de medida• 0,1 ° C
 - Conexiones eléctricas:

Señal de entrada procedente de los electrodos Señal de entrada procedente de sonda Pt 100 Señal de salida de pH, 4-20 mA, HART, Profibus

Señal de salida de temperatura, 4-20 mA, HART, Profibus Y/o bus de campo seleccionado para Sistema de Control Salida relé libre de potencial para sistema de limpieza

- Sonda de inmersión:
 - ~ Montaje: Local, tipo inmersión.
 - ~ Material del cuerpo: PVC – U.
 - ~ Longitud total: 1.630 mm.
 - ~ Longitud de inmersión: Hasta 1.400 mm.



- ~ Soporte para suspensión vertical de acero inoxidable 1.4401 (si fuera preciso)
- Electrodos:
 - ~ Protección del alojamiento: IP 68
 - ~ Sonda Pt 100: Integrada
 - ~ Rango de medida de pH: 0 – 14
 - ~ Rango de temperatura (Pt 100): 0 - 110 ° C.
 - ~ Preamplificador integrado: Incorporado en el cuerpo.
- Sistema de limpieza de los electrodos
- ~ Tipo: Tubo acoplado al cuerpo de la sonda con conexión superior e inferior con rociador dirigida a los electrodos.

2.34.3.13 Medidores de potencial redox

- Sonda:
 - Montaje: Local tipo inmersión.
 - Material:

Cuerpo: Ryton

Electrodo: Platino

Diafragma: Teflón poroso
 - Longitud pértiga inmersión: Min. 2 m.
 - Elementos adicionales: soportes y sujeciones necesarias.
 - Rango de temperatura ambiente: 0° - 105° C
 - Conexión del sensor: Roscado 1".
 - Rango: -1.500 a 1.500 mV
 - Sensor de temperatura: NTC
 - Longitud cable sensor-transmisor: Min. 10m, justificar longitud.
 - Electrodo de referencia: Incluido.
- Transmisor:
 - Número de canales: Min. 2. Ampliables y configurables en campo.
 - Montaje: Local tipo mural.
 - Precisión: ≥ 1 mV
 - Alimentación: 230 Vca 50 Hz
 - Salida: 4-20 mA, HART, Profibus
 - Relés libres de potencial configurables.



- Protección: IP67
- Limite temperatura de proceso: -20º C a +60º C.
- Compensación de temperatura: Incluida.

2.34.4 Control de calidad

El Contratista controlará las características del equipo de medida de acuerdo con las especificaciones definidas en el presente Pliego, y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, prestando una especial atención a los siguientes aspectos:

- Tipo de celda de medida.
- Rango de medida.
- Desviación máxima.
- Rango de temperatura del agua.
- Tipo de señal.
- Tipo de acondicionamiento de señal y de comunicación (tensión e intensidad salida, número de salidas de relé y digitales, tensión de servicio, etc.).
- Tipo de electrodo (rango de temperatura, rango de presión, etc.).
- Grados de protección.
- Perpendicularidad del sensor ***o antena respecto la superficie a medir.
- Material del flotador.
- Presencia del contrapeso.

El contratista deberá justificar la validez de los equipos colocados mediante la entrega de:

- Certificados de fabricación conforme a estándares UNE y marcado CE de cada producto.
- Certificados de calibración y pruebas efectuadas en fábrica conforme a IEC 60770 o equivalente según proceda.
- Certificados de calibración y pruebas efectuadas en obra.
- Certificados de pruebas de estanqueidad o presión en obra.

2.35 **Actuadores**

2.35.1 Definición

Un actuador es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo del origen de la fuerza el actuador se denomina “neumático”, “hidráulico” o “eléctrico”.



2.35.2 Clasificación

2.35.2.1 Eléctricos

Energía eléctrica generada con un motor reductor. Pueden ser de:

- Motores de corriente continua (DC) controlados por inducción o por excitación.
- Motores de Corriente alterna (AC) síncronos o asíncronos
- Motores paso a paso de imanes permanentes o reluctancia variable.

2.35.2.2 Neumáticos

Presión de aire generada a través de un eje con conversión mecánica con un piñón. Pueden ser de generación de movimiento lineal (los habituales) o con motor rotatorio. Dentro de los cilindros de movimiento lineal se clasifican en:

- Cilindro de simple efecto donde sólo pueden efectuar trabajo en una dirección.
- Cilindro de doble efecto donde efectúan trabajo en ambas direcciones.

2.35.2.3 Hidráulicos

Presión hidráulica generada a través de un eje con conversión mecánica con un piñón. Existen tres grandes grupos:

- Cilindro hidráulico.
- Motor hidráulico.
- Motor hidráulico de oscilación.

2.35.3 Características de los materiales

Los actuadores serán equipos fabricados de acuerdo a las Directivas 2014/68/UE y 2014/34/UE (Grupo II categoría 2 GD c IP 67) y estarán diseñados según ISO5211.

2.35.3.1 Eléctricos

Norma de aplicación UNE-EN 15714-2:2010. Partes 1, 2. Clase aislamiento motor F

Tipo de protección IP 67 o 68 s/DIN 40 050/IEC 529

Protección anticorrosión KN, estándar



Pintura Dos componentes: hierro-mica

Volante para servicio manual independiente Sí

Interfaz paraleloSí

Entradas analógicas/digitales (conexión de sensores) Sí

- EA de control
- SA de posición
- SD totalmente abierto
- SD totalmente cerrado

Con el protocolo seleccionado para el sistema de control de la instalaciónSí Funciones/Programación

Control ABRIR-PARAR-CERRAR

Control valor nominal Sí

Modo por pasosSí

Posiciones intermedias Sí

Entrada emergencia Sí

Protección motor (by-pass) Sí

Limitador de par (by-pass) Sí Comportamiento a fallo de señal/comunicación Sí

Programación Con el mando local. / Con dispositivo de programación. / Con la estación de control.

Señales/Diagnosis Señal colectiva de fallo (programable). Señalización de posiciones finales.

Indicación de marcha.

Relés de señalización programable Par de desconexión alcanzado. Posición selector.

Estado listo REMOTO. Indicación de posición. Funciones de vigilancia. Registro de datos de operación.

2.35.3.2 Neumáticos

Norma de aplicación UNE-EN 15714-3:2010. Partes 1, 3. Clase aislamiento motor F

Tipo de protección IP 67 o 68 s/DIN 40 050/IEC 529

Protección anticorrosiónKN, estándar



Pintura Dos componentes: hierro-mica

Ajustes de parámetros del actuador No intrusivo

Señalizador de posición y par Reductor mecánico

Volante para servicio manual independiente Sí Interfaz paralelo Sí

Entradas analógicas/digitales

(conexión de sensores) Sí

- EA de control Sí
- SA de posición
- SD totalmente abierto
- SD totalmente cerrado

Con el protocolo seleccionado para el sistema de control de la instalación Sí

Funciones/Programación

Control ABRIR-PARAR-CERRAR

Control valor nominal Sí

Modo por pasos Sí

Posiciones intermedias Sí

Entrada emergencia Sí

Protección motor (by-pass) Sí

Limitador de par (by-pass) Sí Comportamiento a fallo de señal/comunicación Sí

Programación Con el mando local.

Con dispositivo de programación. Con la estación de control.

Señales/Diagnosis Señal colectiva de fallo (programable). Señalización de posiciones finales.

Indicación de marcha.

Relés de señalización programable Par de desconexión alcanzado. Posición selector.

Estado listo REMOTO. Indicación de posición. Funciones de vigilancia. Registro de datos de operación.



2.35.3.3 Hidráulicos

Norma de aplicación UNE-EN 15714-4:2010. Partes 1, 4.

Clase aislamiento motor F

Tipo de protección IP 67 o 68 s/DIN 40 050/IEC 529

Protección anticorrosión KN, estándar

Pintura Dos componentes: hierro-mica

Ajustes de parámetros del actuador No intrusivo Señalizador de posición y par

Reductor mecánico

Volante para servicio manual independiente Sí Interfaz paralelo Sí

Entradas analógicas/digitales

(conexión de sensores) Sí

- EA de control Sí
- SA de posición
- SD totalmente abierto
- SD totalmente cerrado

Con el protocolo seleccionado para el sistema de control de la instalación Sí

Funciones/Programación

Control ABRIR-PARAR-CERRAR

Control valor nominal Sí

Modo por pasos Sí

Posiciones intermedias Sí

Entrada emergencia Sí

Protección motor (by-pass) Sí

Limitador de par (by-pass) Sí Comportamiento a fallo de señal/comunicación Sí

Programación Con el mando local.

Con dispositivo de programación. Con la estación de control.

Señales/Diagnosis Señal colectiva de fallo (programable). Señalización de posiciones finales.



Indicación de marcha.

Relés de señalización programable Par de desconexión alcanzado. Posición selector.

Estado listo REMOTO. Indicación de posición.

Funciones de vigilancia. Registro de datos de operación.

2.35.4 Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de los materiales a emplear, de acuerdo con la norma UNE-EN 15714:2010. Partes 1, 2, 3 y 4 junto con lo especificado en el presente Pliego y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

2.36 Motores eléctricos

2.36.1 Definición

Esta especificación cubre el diseño y construcción de los motores eléctricos de Baja Tensión, que se precisan para accionar el equipo mecánico usado en este Proyecto, y forma parte integral de todas las requisiciones a las que se adjunta.

Estarán de acuerdo con las siguientes normas:

- Reglamento Electrotécnico Español.
- Normas UNE.
- Directiva 2005/32/CE, de eficiencia energética en motores eléctricos sobre la que se asienta la Norma IEC 60034-30 y define las siguientes clases de eficiencia eléctrica IE (International Efficiency) 1 a 4.

Los motores con potencias nominales comprendidas entre 0,75 KW y 375 KW, deben cumplir el nivel de eficiencia eléctrica IE3 o el nivel de eficiencia IE2 si trabaja accionado por un convertidor de frecuencia. El ámbito de aplicación de la norma es:

- Motores eléctricos de inducción trifásicos, de una velocidad única de 50 y 60 Hz.
- Que tengan de 2 a 6 polos.
- Que se alimente de una tensión nominal de hasta 1000 V.
- Con un tipo de carga S1 (servicio continuo) o S3 (servicio periódico intermitente) con un factor de duración cíclico del 80% o superior.
- Recomendaciones de la CEI, que no hayan sido cubiertas por las anteriores.

2.36.2 Clasificación

Los motores, teniendo en cuenta los equipos que van a accionar, se clasifican en tres grupos principales:

- Motores de eje horizontal.
- Motores de eje vertical.



- Motores para bombas sumergidas.

2.36.3 Características de los materiales

2.36.3.1 Motores de eje horizontal

Estos motores deben reunir las siguientes características.

- La potencia suministrada será la adecuada para cubrir las necesidades del equipo. Sin embargo, para evitar el riesgo de que se sobrecargue, la potencia de éste debe ser elegida con un cierto margen:
 - Un 50% para una potencia absorbida entre 2 y 5 CV.
 - Un 30% para una potencia absorbida entre 5 y 15 CV.
 - Un 25% para una potencia absorbida entre 15 y 30 CV.
 - Un 20% para una potencia absorbida de más de 30 CV.
- La velocidad de giro será la adecuada para cubrir las necesidades del equipo y en el caso de bombas deberá ser inferior a 1.500 r.p.m.
- Serán motores trifásicos.
- Serán preferentemente de 4 polos.
- Para motores que funcionen más de 1500 h/año la eficiencia deberá ser IE3 o superior.
- Aquellos que puedan estar parados durante más de 48 horas de forma continua deberán contar con resistencia de caldeo.
- La frecuencia será de 50 Hz.
- La intensidad en el arranque será igual o inferior a 1,4 veces la intensidad nominal.
- El cos Dm. será igual o superior a 0,9.
- La protección del motor variará según el punto donde se sitúe.
- La tensión de alimentación será de 380/220 Voltios.
- La norma IEC 60034-1 diferencia entre la Categoría A (combinación de una desviación en la tensión de $\pm 5\%$ y en frecuencia $\pm 2\%$) y Categoría B (combinación de una desviación en la tensión de $\pm 10\%$ y en frecuencia $+3\%$ / -5%) para fluctuaciones de tensión y frecuencia. Se prescribirá la categoría A en zonas rurales con redes débiles.
- Serán de alto rendimiento, con un factor superior a 0,9.
- El deslizamiento a plena carga deberá ser inferior al 5%.
- El motor tendrá un par suficiente para que pueda arrancar el equipo con una tensión del 85% de la nominal. Igualmente será capaz de arrancar un mínimo de 12 veces por hora, sin que se experimente calentamiento en alguna de sus zonas.
- Arranque: directo hasta 10 kW, mediante arrancador electrónico entre 10 y 18,5 kW y mediante arrancador estático para potencias mayores de 18,5 kW, según especificaciones de las correspondientes fichas técnicas. Para elevadoras de agua para consumo humano y agua regenerada, el arranque será directo hasta 40 kW y mediante arrancador estático hasta 300 kW.



- Se colocarán sondas PTC para todos aquellos motores que se conecten a un variador de frecuencia, para potencias superiores a 18,5 kW.
- Para motores eléctricos alimentados a través de variador de frecuencia, el variador deberá tener un dv/dt menor que 800 V/ μs o en su defecto, el motor deberá disponer de rodamiento aislado en el lado opuesto del accionamiento, una conexión a tierra del rodamiento del lado del accionamiento (o también aislados) y el bobinado deberá estar preparado para soportar dv/dt de 5000 V/ μs .
- Se diseñarán para que, una vez transcurrido el período de arranque, puedan funcionar satisfactoriamente con valores de variación comprendidos entre los límites siguientes, + 10% de la tensión nominal y + 5% de la frecuencia nominal. En ningún caso, la suma de los valores absolutos de las variaciones simultáneas de tensión y frecuencia deberá exceder del 10%.
- Los motores que se sitúen en Pozo de bombeo de Agua Residual bruta serán antideflagrantes, a no ser que se prevean instalaciones para renovación del aire.
- Los motores se instalarán a la intemperie y deberán poder trabajar satisfactoriamente en el servicio especificado:

Temperatura ambiente: Max 40º C Mín. 0,5º C Humedad relativa: Máx. 95%

Altitud: 10 m.

- Serán estancas, con protección mínima IP-55.
- El grado de protección proporcionado por las envolventes de los motores contra contactos por personas con las partes en tensión, o con las piezas en movimiento interiores a la envolvente y contra la penetración perjudicial de cuerpos sólidos y líquidos, se fijará de acuerdo con la Norma UNE-EN 60034-5:2003. La carcasa del motor deberá estar provista de un terminal de puesta a tierra, para conexión del cable de tierra.
- El bobinado del estator se conectará preferiblemente en triángulo. Carcasa
- Los motores que tengan la carcasa de tamaño UNE/CEI 250 o menor, tendrán como mínimo el aislamiento clase B, según las normas EN 60085:2008 y UNE-EN 60034-1:2011.
- Los motores que tengan la carcasa mayor que la UNE/CEI 250, tendrán como mínimo el aislamiento clase F según la misma norma; sin embargo, el máximo calentamiento admitido será de 80º C sobre la temperatura ambiente.
- Los bobinados de los motores se aislarán completamente como para trabajar en un sistema sin puesta a tierra.
- Los terminales de los cables se aislarán con neopreno u otro material similar resistente al calor, o con barniz aislante. El aislamiento de barniz llevará una cubierta exterior de algodón, cristal o porcelana.
- El aislamiento se diseñará para una duración mínima de 20 años (160.000 horas) de trabajo.
- Los aislantes higroscópicos y/o de goma natural no son aceptables.
- Los bobinados serán de cobre.
- La carcasa tendrá las dimensiones normalizadas por la norma UNE-EN 50347:2003.
- La carcasa cubrirá totalmente el motor. Los diseños en los que los paquetes de chapas magnéticas formen parte de la carcasa no son aceptables.



- Los motores podrán tener la carcasa de fundición de hierro o de acero (no aluminio). Esta será suficientemente resistente como para soportar todas las tensiones que pueda sufrir durante el arranque, trabajo y paradas repentinas. Los alojamientos de los cojinetes deberán mantener correcta su alineación bajo todas estas condiciones.
- Se instalarán drenajes en los puntos donde pueda acumularse agua, o si no fuesen necesarios, el fabricante lo certificará en su oferta.
- Todos los tornillos, tuercas y demás accesorios del interior de la carcasa, serán de material resistente a la corrosión o bien cadmiados o niquelados, para hacerles resistentes a la misma.
- Las tapas y culotes de los ventiladores serán de hierro fundido, acero fundido y planchas de acero. Otros materiales solo serán aceptables si reciben la aprobación previa de la Dirección de la Obra. Las aberturas de entrada de aire irán protegidas por una parrilla fundida, formando parte de la tapa o por una rejilla metálica hecha de un material resistente a la corrosión, en ambos casos los orificios resultantes serán menores de 12 mm. Dm. (IP-20).
- El sistema de ventilación será de construcción rígida y fijado de forma que impida una distorsión o desplazamiento, los cuales podrían causar choques o fricciones entre las partes fijas y las partes móviles.
- Las aletas de refrigeración de la carcasa y las de las galerías de aire, tendrán un espesor mínimo de 3 mm.
- Los motores o partes del motor que pesen más de 25 kg. tendrán uno o más cáncamos, orejetas o ganchos para facilitar su transporte y mantenimiento.
- El acabado de pintura para motores con carcasa de fundición que estén en intemperie o en instalaciones de saneamiento se hará según el ambiente C4 de la clasificación de los ambientes según ISO 12944-2 o en su defecto una protección que ensayada por el fabricante tenga una resistencia a la niebla salina según norma ISO 9227 de 500 horas.

Cajas de bornas

- Serán estancas, con protección IP-55. Tendrán juntas de Neopreno.
- Las entradas de cables se roscarán para ponerles prensaestopas y admitirán la conexión del cable. El mínimo tamaño de rosca aceptable es de 3/4" NPT.F según la norma ANSI B.2.1.
- Las cajas de bornas podrán ser de fundición de hierro, acero fundido o plancha de acero, de un espesor mínimo de 3 mm., otros materiales solo serán aceptables si reciben la aprobación previa de la Dirección de Obra. La tornillería será de acero inoxidable (AISI 340 SS).
- En los motores horizontales la caja principal de bornas se colocará en el lado izquierdo mirando desde el acoplamiento. Cuando el motor vaya dotado de calefactores, la caja de bornas de éstos se colocará en el lado opuesto.
- Todas las cajas de bornas serán orientables en cualquiera de las cuatro posiciones paralelas o transversales, al eje del motor.
- Las terminales se marcarán clara y permanentemente según la norma ICS 01.07 y 29.020 o según las del país de origen (preferiblemente VDE 0530). Las conexiones de los cables serán de tipo sin soldadura en los terminales.



- Las cajas de bornas se dimensionarán suficientemente grandes para permitir la fácil conexión de los cables de alimentación. Se dispondrá un borne de PAT de rosca M-6 en el interior de la caja de bornas, y otro igual sobre la carcasa. Ambos se identificarán claramente.
- El paso de cables a través de la carcasa, hasta la caja de bornas, se cerrará de manera que se evite la entrada de humedad y/o cuerpos extraños. Se sellará con material termostable y no higroscópico.
- Cuando el paso de cables deba atravesar las galerías de refrigeración, o salga al exterior de la carcasa, se protegerá con conductos de acero rígido.

Rotor

- El rotor estará libre de empujes axiales propios, y se equilibrará dinámicamente.
- El eje será de acero y admitirá el acoplamiento directo bajo la mínima carga indicada, sus manguetas tendrán chaveteros mecanizados según la norma UNE-EN 50347:2003, completados con las chavetas ya preparadas para colocarles los semiacoplamientos o poleas. Cuando se precise otro tipo de manguetas se indicará en las hojas de datos.
- Salvo indicación en contra de las hojas de datos o requerimientos de nivel sonoro, los ventiladores para motores de carcasa UNE/CEI 280, NEMA 445 o menores, serán aptos para girar en ambas direcciones. Para carcasas mayores que éstas, se prefieren ventiladores reversibles, pero son también admisibles los irreversibles. Cuando el ventilador sea irreversible, se indicará en la oferta.
- El material de los ventiladores será resistente a la corrosión y dúctil, tal como bronce, aluminio, latón, plástico, hierro o acero. Los ventiladores de aluminio serán de una aleación que no contenga más de 0,2% de cobre. Si son de aleación ligera, ésta no contendrá más de 6% de Mg.

Cojinetes

- Los cojinetes podrán ser de deslizamiento o de rodamiento a bolas o rodillos, según se indique en las hojas de datos.
- Los cojinetes de deslizamiento se lubricarán solo con aceite. Los cojinetes de rodamiento se podrán lubricar con aceite o grasa.
- Cuando la lubricación sea por grasa, ésta deberá poder cambiarse con el motor en marcha.
- Los motores dispondrán de orificios taponados por engrasadores para el relleno y de dispositivos para rebose de la grasa usada, que no exijan la parada del motor para realizar el cambio de grasa.
- También son aceptables los cojinetes engrasados y sellados "a vida", pero solo previo acuerdo entre la Dirección de la Obra y el fabricante del motor.
- Los cojinetes de deslizamiento siempre se dotarán con anillos de lubricación por aceite.
- Cuando la lubricación sea por anillo de aceite se usarán aceitadores de nivel constante del tipo de botella invertida. Estos depósitos serán de cristal inastillable e irán protegidos por una jaula de alambre.
- La lubricación por mecha o anillos de fieltro, no es aceptable.
- Se instalarán cierres adecuados para evitar el derrame de lubricante de los cojinetes. Se evitará en particular la entrada de aceite o grasa, dentro del motor.
- Los cojinetes de rodamiento se diseñarán para una duración B-10 mínima de 60.000 horas de funcionamiento continuo.



- Los motores que deban accionar transmisiones por correas o cadenas tendrán cojinetes de empuje radial de suficiente capacidad para estos servicios.
- Los cojinetes de deslizamiento de los motores horizontales deben tener una capacidad de empuje adecuada para soportar cualquier empuje axial inherente al rotor, para evitar la necesidad de usar acoplamientos limitadores de juego axial. Cuando se usen estos cojinetes y el motor no tenga cojinetes de empuje, el juego axial mínimo del rotor será de 10 mm., indicándolo en su oferta y planos.
- Los motores con juego axial tendrán la mangueta del eje marcada de forma permanente, indicando el centro magnético y los extremos de la carrera.

Calefactores

- Todos los motores, irán dotados de calefactores que se conectarán automáticamente, pero solamente cuando el motor esté parado. Estos calefactores tendrán sus terminales en una caja de bornas independiente.
- La temperatura superficial de los calefactores no deberá exceder en ningún caso de los valores establecidos por las normas UNE-EN 60079-7:2016.
- El adjudicatario indicará la potencia consumida para las resistencias de calefacción. Placas de características
- Serán de acero inoxidable AISI 304 SS, y se sujetarán con pasadores o tornillos del mismo material.
- Estarán escritas en español, y situadas en un lugar fácilmente visible.
- Estarán de acuerdo con la Norma UNE-EN 60034-1:2011.
- Como mínimo, las placas de características incluirán la información indicada más abajo, además de la exigida por dichas normas, o bien se colocará una placa adicional que la incluya.
 - Tamaño UNE/CEI de carcasa.
 - Forma de montaje
 - Posibilidad de inversión de giro.
 - Par de arranque.
 - Par máximo.
 - Intensidad de arranque.
 - Peso
 - Lubrificante recomendado.
 - Tensión y potencia elemento calefactor.
 - Valor máximo permisible del juego axial del rotor.
 - Indicación del sentido de giro
- El sentido de giro, para el que está preparado el motor, se indicará con una flecha estampada o atornillada, sobre la carcasa en el lado contrario al de accionamiento.
- En motores aptos para girar en ambas direcciones, la flecha tendrá dos puntas.
- Una flecha pintada no es suficiente.
- Carriles tensores.

2.36.3.2 Motores de eje vertical

Las exigencias adicionales a las anteriores para motores verticales serán las que a continuación se indican.

- Serán de eje macizo y estarán preparadas para colocarles acoplamientos flexibles y rígidos. Cuando se precisen otros tipos se indicarán en las hojas de datos.
- Cuando se empleen motores de eje hueco, lo que solo será previa aprobación de la Dirección de Obra, se colocarán dispositivos de antirretorno y desembrague automático en previsión de la
- eventualidad de un alargamiento del eje del equipo accionado, que pueda producirse por un giro invertido.
- Los cojinetes tendrán suficiente capacidad de empuje como para resistir el empuje vertical, hacia arriba y/o hacia abajo, ejercido por el equipo accionado que se indique en las hojas de datos.
- Los rodamientos de bolas serán del tipo blindado 2RS. Cuando el ventilador vaya colocado en la parte superior se protegerá la toma de aire con un sombrerete que evite totalmente la entrada de agua en la cámara del ventilador y en los cojinetes.

2.36.3.3 Motores para bombas sumergidas

Las exigencias para este tipo de motor especial son las que a continuación se indican:

- Los motores deben ser de eje vertical, deberán trabajar totalmente sumergidos.
- La potencia suministrada será la adecuada para cubrir las necesidades de las bombas, y se tendrán en cuenta las indicaciones dadas para los motores horizontales.
- La velocidad de giro será la adecuada para cubrir las necesidades de la bomba y deberá ser inferior a 1.500 r.p.m.
- La frecuencia será de 50 Hz.
- La intensidad en el arranque será igual o inferior a 1,4 veces la intensidad nominal.
- El cos Dm. será superior e igual a 0,9.
- El aislamiento será clase F.
- La tensión de alimentación será de 380/220 Voltios, salvo en los motores de potencia superior a 100 CV., en los que se podrán emplear tensiones más altas.
- Los motores se diseñarán para trabajar de forma continua, sin que la temperatura exceda de la permitida para el tipo de aislamiento que tienen los motores. La temperatura del motor se medirá teniendo en cuenta que la temperatura ambiente es de 40º C.

Arranque

- El motor tendrá un par suficiente, para que pueda arrancar la bomba con una tensión de + 10% de la nominal. Igualmente será capaz de arrancar un mínimo de 12 veces por hora, sin que se experimente calentamiento en alguna de sus zonas.



- Arranque: directo hasta 10 kW, mediante arrancador electrónico entre 10 y 18,5 kW y mediante arrancador estático para potencias mayores de 18,5 kW, según especificaciones de las correspondientes fichas técnicas. Para elevadoras de agua para consumo humano y agua regenerada, el arranque será directo hasta 40 kW y mediante arrancador estático hasta 300 kW.

Refrigeración

- La refrigeración del motor estará directamente ligada a su potencia. En unidades pequeñas hasta 15 CV., se podrá emplear la refrigeración por aletas, siendo el elemento refrigerante el líquido a bombear o el aire, cuando el nivel de agua es mínimo en el Pozo.
- Para potencias superiores, el motor deberá refrigerarse por medio de un líquido, que puede ser el propio bombeado, o bien uno especial trabajando en circuito cerrado. En el caso de que sea el propio líquido bombeado se tomarán las precauciones necesarias, para que la suciedad que puede arrastrar no produzca obstrucciones en dicho circuito. Para favorecer esta refrigeración se situarán en el eje de giro, turbinas que favorezcan la circulación de este líquido refrigerante.

Alarmas

- Se colocarán sondas térmicas en cada una de las fases del motor, que lo protegerán contra sobrecalentamientos. Estas señales se transmitirán hasta el Panel de Mandos del Motor, parándolo y avisando de la eventualidad.
- Igualmente, deberá situarse un detector en la Cámara de aceite, que avise de la entrada de agua en su interior, originada por rotura de la junta. La señal se transmitirá al Panel de Mando del Motor, parándolo y avisando de la eventualidad.
- En el caso de que se emplee un líquido refrigerante, deberá colocarse un detector de temperatura en dicho líquido, que avise y desconecte el motor en caso de que se eleve por encima de un valor prefijado.
- En motores a partir de 100 CV, se deberá situar un detector de humedad en el recinto del estator, que desconectará la bomba en cuanto penetre algún líquido en este recinto.
- Igualmente, y en estos motores a partir de 100 CV., se colocará un equipo para medida de la temperatura del cojinete inferior, con señal de alarma en cuanto se alcance una temperatura determinada.
- Todas estas señales y alarmas se transmitirán por cable hasta el Panel de Alarmas, este sistema operará a 120 Voltios, con corriente alterna y 50 Hz.

Cables

- La bomba se suministrará con una caja de conexiones para los cables eléctricos, capaz de soportar las condiciones de inmersión en que tiene que trabajar. Igualmente se suministrará el cable necesario de enlace entre la bomba y la caja de conexiones situada en el exterior del Pozo. Estos cables de fuerza, así como los de control o alarmas, irán soportados de la cadena de elevación de la bomba.



Rodamientos

- Los rodamientos serán del tipo antifricción y lubricados con grasa. Tendrá un factor de vida superior a 3, y con una vida superior a 60.000 horas. Estarán calculados para soportar los empujes axiales y radiales que exija el funcionamiento normal de la bomba.

2.36.4 Control de calidad

Los motores se comprobarán en fábrica de forma individual, y una vez unidos al equipo que deben accionar. De esta forma se comprobará su funcionamiento, y se determinará si es correcto conforme a las especificaciones que se exijan de ellos en la norma UNE-EN 60034-14:2004 y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

El Adjudicatario estará provisto de los equipos necesarios para los ensayos y será responsable de la calibración de los equipos de ensayo, chequeo de cables y cualquier otro trabajo preliminar para las pruebas de aceptación eléctrica.

Para realizar las pruebas normales serán necesarios los siguientes aparatos y procedimientos:

- Equipos normales de pruebas (voltímetros, amperímetro, ohmímetro, fasímetro, hidrómetro y cronómetro).
- Megger de 500 V para la medida de resistencias de aislamiento en sistemas de 600 V y menores.
- Megger de 5.000 V para la medida de resistencia de aislamiento en sistemas de 600 V y mayores.
- Termómetro de mercurio o electrónico para la medición de temperatura.
- Telurómetro para la medida de la resistencia de puesta a tierra.
- Dispositivo de ensayo de relés formado por maleta con goma adecuada de intensidades, dos transformadores de intensidad, etc.
- Equipo para prueba en corriente continua de cables.

Antes de meter tensión a una máquina se deberá comprobar que pueda rodar libremente, que tiene los rodamientos debidamente engrasados, que los ejes están alineados, que las correas de transmisión están en condiciones, etc.

Si la máquina tiene sistemas de protección especiales como termopares, resistencias de calefacción, alarmas, panel de control, etc., se comprobará su correcto funcionamiento, tanto mecánica como eléctricamente, simulando todas las operaciones.

Arrancar el motor desacoplado y comprobar el sentido de giro con el requerido de la máquina accionada. Todos los motores se pondrán en marcha desacoplados por un período mínimo de cuatro (4) horas.

Durante el rodaje de la máquina se comprobará que las vibraciones, nivel de ruidos, calentamientos, humos, etc., están por debajo de los valores exigidos, y se contrastarán con los obtenidos en el ensayo realizado en fábrica.



Arrancar el motor acoplado con la unidad accionada en vacío. Comprobando el número de segundos requerido para alcanzar velocidad plena.

- Ensayo en vacío a tensión variable hasta el 120% de la nominal. Elaboración de características en vacío de potencia e intensidad en función de la tensión.
- Comprobación del juego axial permitido. Comprobación del centrado magnético con el motor en vacío.
- Medida de vibraciones con el motor en vacío. Esta medida se realizará sobre bancada rígida y con media chaveta rellenando el chaveteo.
- Inspección de los cojinetes, midiendo su temperatura con el motor en vacío.
- Determinación del deslizamiento en vacío.
- Ensayo de cortocircuito para una intensidad en el estator de 50%, 75% y 100% de la nominal.
- Determinación de la corriente de rotor bloqueado.
- Ensayo dieléctrico según UNE-EN 60034-14:2004.
- Medida de la resistencia de aislamiento.
- Secuencia de fases. Sentido de giro.
- Medida de la resistencia eléctrica de los bobinados a la temperatura ambiente.
- Comprobación dimensional incluyendo la posición de la caja de bornas.
- Medida de la resistencia de aislamiento y de continuidad en los elementos calefactores.
- Comprobación de los datos obtenidos con los que aparecen en la placa de características y en las hojas de datos.

Se realizarán además de las pruebas rutinarias anteriores, las siguientes, ya acoplado el motor a la unidad que debe accionarse:

- Ensayo de calentamiento, según UNE-EN 60034-14:2004.
- Medida de vibraciones según UNE-EN 60034-14:2004. Esta medida se realizará sobre bancada rígida y con media chaveta rellenando el chaveteo. Grado A para motores con $P < 75$ kW, Grado B para motores con $P \geq 75$ kW (tamaño CEI 315L o mayores).
- Inspección de cojinetes midiendo su temperatura.
- Determinación del calentamiento según UNE-EN 60034-14:2004.
- Determinación al 50%, 75%, 100% y 115% de la carga nominal, del rendimiento.
- Ídem del factor potencia.
- Ídem deslizamiento.
- Ensayo de sobrevelocidad al 120% de la velocidad normal durante dos minutos.
- Determinación del par de arranque y par máximo.
- Determinación del cos Dm. a diferentes cargas de la máquina.
- Ídem de la eficiencia.
- Ídem de la intensidad consumida.
- Ídem de la potencia absorbida.
- Comprobación de los valores obtenidos, con los que aparecen en la placa de características y en las hojas de datos.



Todas las pruebas deberán realizarse con la presencia de la Dirección de Obra, o persona autorizada. A tal efecto, el Contratista deberá comunicar la fecha de realización de dichos ensayos, con al menos una semana de antelación.

Las unidades no serán de recibo, cuando uno de los valores alcanzados en las pruebas, sea inferior al ofertado por el suministrador.

2.37 Filtros

2.37.1 Definición

Los filtros son elementos que comúnmente se instalan en las conducciones, aguas arriba de los mecanismos, para evitar lleguen a estos, elementos extraños (piedras, plásticos, herramientas, etc.) que los deterioren o impidan su buen funcionamiento. Son de aplicación habitual en redes de distribución de abastecimiento de agua a poblaciones y pueden ser en “Y” o en cesta.

El cuerpo del filtro tendrá su correspondiente tapa que permita la retirada de la malla para su inspección, limpieza y/o sustitución, así como purgador de fondo y manómetros delante y detrás del filtro.

2.37.2 Características de los materiales

Cuerpo y tapa: Fundición gris (GG-25) o dúctil, acero al carbono ST-37.2, soldada. Filtro: Acero inoxidable AISI-304 espesor mínimo 1,00 mm. Luces de 1,5/3 o 5 mm. Tornillos, tuercas, arandelas: Acero inoxidable AISI-316L (A-4).

Junta: EPDM/NBR

Tapón: Fundición gris. Válvula de bola de 1”.

Orificio en tapa para instalar llave de purga o purgador automático. Orificio de toma de presión a la entrada y a la salida según diámetro. Taladros bridas: PN-10 según DIN 2531 PN-16 según DIN 2533

Pintura Chorreado de arena al grado SA 2 1/2, metalizado y acabado con dos manos en el interior mínimo 200 micras y exterior de epoxi atóxica de un espesor mínimo 200 micras.

2.37.3 Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de los materiales a emplear, de acuerdo con lo especificado en el presente Pliego, y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La Dirección de Obra requerirá la entrega de la siguiente documentación:

- Certificado de pruebas hidráulicas del cuerpo.
- Certificado de pruebas de estanqueidad y asiento.
- Certificado de control dimensional.
- Certificado de pruebas de funcionamiento.



Adicionalmente podrá pedir la realización de los siguientes controles según proceda:

- Radiografías de soldadura.
- Ultrasonidos.
- Líquidos penetrantes y/o partículas magnéticas.
- Reparación y realización de nuevos ensayos no destructivos
- Pruebas de resistencia.

2.38 Polipastos y puentes grúa

2.38.1 Definición

Son mecanismos de elevación a instalar en salas donde sea necesario efectuar trabajos de desplazamiento lineal, los polipastos, y bien de barrido superficial, los puentes grúas.

Los siguientes apartados tienen por objeto informar al Contratista sobre el tipo, características generales, bases de cálculo y ejecución material sin eximirle en modo alguno de la obligación de cumplir con lo prescrito en la normativa vigente.

2.38.2 Clasificación

Con carácter general, en instalaciones relacionadas con el ciclo integral del agua se tienen alguno de los siguientes tipos:

- Polipastos fijos en pequeñas instalaciones de cable o cadena.
- Polipastos móviles a lo largo de una viga o sobre estructura pórtico a ruedas.
- Puentes grúa

Monocarril para espacios más limitados y cargas moderadas. Bicarril para altas capacidades y velocidades de operación.

Suspendido para gálíbos reducidos.

- Brazos giratorios
- Pórticos grúa monocarril, bicarril.

La clasificación a efectos de tiempos de carga se realizará según UNE 58-112/1-91.

2.38.3 Diseño/geometría

Es condición necesaria la disposición de los equipos necesarios de elevación para el izado de equipamiento electromecánico como compuertas, ataquías, bombas, equipos de desbaste, etc. en todas las instalaciones para los trabajos de operación y mantenimiento necesarios.

Los polipastos serán de accionamiento eléctrico. No obstante, previa autorización del CABB, se podrán admitir polipastos manuales en instalaciones pequeñas.



Su capacidad nominal será de al menos el doble del peso del equipo mayor a extraer o mover.

Los equipos de izado deberán estar a una altura tal que permitan el izado y su descarga a nivel del suelo y en un lugar cercano o accesible desde la puerta del edificio.

Se deberá ejecutar en el interior del edificio una plataforma fija desde la que poder acceder al mantenimiento de los equipos del polipasto o puente grúa: cuadros eléctricos, carro de elevación, etc., cumpliendo con los requerimientos en materia de prevención de riesgos laborales. El cuadro eléctrico se colocará preferentemente accesible en la sala industrial.

En tanques o depósitos donde se efectúe una compartimentación del cuerpo de retención será necesario disponer de un puente grúa y de su correspondiente dársena de carga, de tal modo que ante cualquier eventual necesidad de reparación o mantenimiento se puedan efectuar dichas operaciones.

Con carácter general, en el diseño del equipo se seguirá lo indicado en las siguientes normas sin excluir otras de aplicación en el desarrollo de los componentes de menor entidad de la máquina:

Relación de normas de aplicación:

- UNE 76201:1988. Bases de cálculo de los caminos de rodadura para puentes grúa.
- UNE 58132-1 a 6. Aparatos de elevación, reglas de cálculo.
- UNE 58915-1 a 8. Aparatos de elevación de serie. Polipastos.
- UNE-EN 14492-2:2008+A1. Polipastos motorizados.
- Directiva Máquinas 2006/42/CE.
- Directiva sobre material eléctrico 2006/095 CE.
- Directiva de compatibilidad electromagnética 2004/108.
- NTP 736, 737 y 738: Conjunto de guías sobre los aspectos de prevención de riesgos en las distintas etapas de la vida de: puente, pórtico, sema-pórtico, ménsula y de brazo giratorio, que pueden influir en las condiciones de seguridad de las personas y bienes durante su utilización.
 - Grúas tipo puente (I): generalidades.
 - Grúas tipo puente (II): utilidades.
 - Grúas tipo puente III. Montaje, instalación y mantenimiento.

De no estar definido en las anteriores normas UNE-EN o relacionadas se seguirá lo indicado a continuación:

- La clasificación de la grúa se realizará de acuerdo con las "Reglas para el cálculo de los aparatos de elevación" de la Federación Europea de Manutención o cualquier otra norma oficial que lo especifique el Fabricante y sea previamente aceptada por la Dirección de Obra.
- Para las estructuras metálicas se tendrán en cuenta las "Reglas para el Cálculo de Aparatos de Elevación", de la Federación Europea de la Manutención o por cualquier otra norma oficial que especifique el Fabricante y sea previamente aceptada por la Dirección de Obra.
- El Fabricante especificará los aceros a emplear en la fabricación de las distintas partes de la grúa que deberán ser aceptados previamente por la Dirección de Obra.



- Las uniones soldadas y atornilladas se calcularán de acuerdo con la norma española CTE o cualquier otra norma oficial presentada por el Fabricante y ser previamente aceptada por la Dirección de Obra.
- Se verificarán las tensiones de fatiga de la estructura metálica de los puentes.
- La flecha máxima de las vigas de los puentes no debe exceder de $1/800$ en vigas de alma llena y cajón, en la prueba de carga estática.
- El proyecto de los elementos de máquinas y mecanismos de las grúas ha de satisfacer las "Reglas para el Cálculo de Aparatos de Elevación", capítulo "Mecanismos" de la Federación Europea de la Manutención o cualquier otra norma oficial previamente aceptada por la Dirección de Obra.
- Todos los mecanismos irán sobre rodamientos, que se calcularán para una vida útil especificada en las Normas citadas anteriormente.

2.38.4 Características de los materiales

2.38.4.1 Generalidades

Las características específicas del tipo concreto de estos mecanismos a emplear en el Proyecto estarán fijadas en el P.P.T.P. En el caso de no haber especificación particular deberán cumplir las características que a continuación se detallan.

Las vigas del puente serán soldadas y de diseño moderno en cajón, o alma llena o de alma llena con platabandas en cajón. Las vigas testeras serán igualmente soldadas y de sistema cajón de alma llena. La grúa llevará, en los extremos de sus vigas testeras, topes parachoques capaces de absorber cada uno la energía cinética especificada en las "Reglas de la Federación Europea de la Manutención" o en otra norma oficial que especifique el suministrador y sea previamente aceptada por la Dirección de Obra.

Los diámetros de los tambores y poleas para cable de los mecanismos de elevación, cumplirá con las prescripciones de las Reglas para el cálculo de aparatos de elevación ya citadas. La longitud roscada del tambor debe ser tal que, al encontrarse el gancho en su posición inferior, en el tambor queden por lo menos tres espiras de cable.

El reductor y el motor se unirán mecánicamente mediante un acoplamiento de gran elasticidad con polea freno en el lado del engranaje. Sobre la polea freno actuará un freno de resorte, de tipo electromagnético, que deberá ser capaz de detener la carga máxima con un coeficiente de seguridad de 3, como mínimo. Tanto en el puente como en el carro de traslación como en el polipasto.

Los cables de acero tendrán una resistencia mínima de 160 Kg. /mm^2 . El coeficiente de seguridad del cable empleado será, no menor de 5,5.

Las posiciones extremas del gancho irán limitadas por interruptores de fin de carrera de husillo graduable en altura, traslación y orientación. En el aparejo y poleas se dispondrán dispositivos de seguridad que impidan la salida de los cables de las gargantas.

Todo reductor estará dotado de los siguientes dispositivos:



- Indicador de nivel de aceite
- Válvula de ventilación con filtro incorporado
- Mirillas de control de los trenes
- Tapón para purga del aceite

Los mecanismos de traslación se construirán formando unidades completas. Si una viga testero llevara más de dos ruedas, éstas se agruparán en carretes con repartición isostática de las reacciones.

Los grupos de accionamiento de la traslación irán montados fuera de las vigas del puente, a fin de garantizar un buen acceso a los mismos.

Como regla general deben emplearse tornillos de acero cuya resistencia mínima a tracción sea superior a 50 kg/mm². No se admitirán tornillos menores de M 10. Se emplearán preferentemente tornillos pasantes con tuercas. Para asegurar los tornillos se emplearán:

- Arandelas elásticas
- Contratueras
- Arandelas de seguridad
- Tuercas con pasador

No se admitirán chavetas planas, huecas, embutidas o tangenciales. Las chavetas deberán asegurarse contra el aflojamiento.

2.38.4.2 Equipo eléctrico

Las grúas serán alimentadas con corriente trifásica de 380 V 50 Hz., con conductor de protección. En caso de maniobra por contactores hay que prever una corriente de mando de 220 V., 50 Hz mediante transformador de aislamiento en la propia grúa.

El equipo eléctrico será adecuado para una temperatura ambiente de 50°C y una altura de instalación comprendido entre la cota: 0,00 y la 300m. sobre el nivel del mar.

Con preferencia hay que utilizar motores trifásicos cerrados para aparatos de elevación, servicio intermitente, con ventilación superficial y con rotor devanado, forma de construcción B-3 y un factor de conexión como mínimo de 40% ED. El accionamiento de los motores se efectuará por contactores mandados por botones pulsadores contenidos en una botonera. Se dispondrá adicionalmente una botonera inalámbrica.

Los mecanismos y mandos serán para dos velocidades tanto en elevación como en traslación. En los sistemas de mando por contactores, la corriente principal de cada grupo de accionamiento debe ser conducida a través de seccionadores fusibles.

Se adoptarán los siguientes valores de referencia:



- Velocidad mín. de elevación (precisión): 2 m/min (doble velocidad).
- Velocidad mínima de traslación carro: 5 m/min (doble velocidad).
- Velocidad mínima de traslación puente: 10 m/min (doble velocidad).

Las desconexiones de sobreintensidad de los motores no deben actuar sobre el interruptor o contactar principal, sino que deben desconectar únicamente el correspondiente al grupo de accionamiento. Los mandos completos de contactores se instalarán en armario de chapas de acero, con protección IP-43 es decir estanca al agua y polvo. Las puertas podrán ser giradas 180º e irán provistas de cerraduras.

Los armarios de contactores tendrán alumbrado interior. La instalación para el alumbrado se efectuará con independencia de los demás cables del armario. El cableado será flexible. En el caso de que los mandos de contactores se dispongan en el interior de vigas tipo de cajón, se emplearán armazones para los contactores. El espacio que se ocupe en la viga de tipo de cajón con los aparatos de distribución, contactores y resistencias constituirá un recinto eléctrico independiente. Las puertas y los mamparos deben ser estancos al polvo.

Las tomas de corriente se diseñarán para la suma de las siguientes intensidades:

De la potencia de accionamiento máxima se elegirán la intensidad de arranque y de las dos potencias de accionamiento inmediatamente inferiores posibles en un ciclo de trabajo la intensidad nominal.

2.38.4.3 Gálidos libres

El Contratista, antes de comenzar la Construcción del Puente, presentará a la Dirección de Obra un plano en el que se presentarán las distancias mínimas libres a los paramentos y forjados exigidos por el Fabricante y los reales según las dimensiones previstas en Proyecto. Los gálidos libres tendrán la suficiente amplitud para efectuar el montaje y los trabajos de mantenimiento.

2.38.4.4 Protección superficial y pinturas

La protección superficial se realizará de con limpieza granallado SA 21/2 con acabado mínimo de 100 micras epoxi.

2.38.4.5 Ruido

El nivel de la presión acústica producida por las máquinas trabajando a plena carga es siempre inferior a 80 dB (A).



2.38.4.6 Identificación, señales de aviso y varios

En la fabricación de las grúas rige el "Reglamento de Seguridad e Higiene del Trabajo en la Industria" del Ministerio de Trabajo.

Todos los equipos y mecanismos estarán dispuestos de manera que su inspección y mantenimiento se realice fácilmente y sin correr peligro alguno. En cada grúa se pintarán dos rótulos claramente legibles con la siguiente inscripción;

- Fuerza
- Grupo
- Fabricante
- Año de construcción

Todas las señales, letreros y elementos de maniobra se rotularán de forma duradera e inequívoca. Todos los reductores llevarán un rótulo con los datos siguientes:

- Fabricante
- Número de fabricación
- Potencia de entrada
- Velocidad de entrada
- relación de reducción
- Clase de aceite
- Cantidad de aceite

El suministrador acompañará los esquemas cinemáticos de cada uno de los mecanismos y los esquemas del sistema eléctrico. Especificará, además, los pesos:

- Total, de la grúa
- Carro principal
- Carro auxiliar

Tendrá una envoltura con tapas desmontables que protejan todos los mecanismos incluso el tambor y el eje del fin de carrera. Tendrá así mismo freno de disco patentado, independiente del motor, electromagnético y arranque instantáneo. La polea y el gancho estarán montados sobre rodamientos de bolas y con lengüeta de seguridad según DIN 15401.

2.38.5 Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de los materiales a emplear, de acuerdo especificado en el presente Pliego, y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Deberá entregar:

- Certificados de pruebas de carga estáticas y dinámicas para cables y cadenas conforme a norma.



- Pruebas dinámicas. Se realizan con una sobrecarga del 110%, (las normas FEM y UNE requieren 25%, mientras que la Directiva 2006/42/CE, requiere el 10%).
- Pruebas estáticas. Se realizan con una sobrecarga del 125%, (Directiva CEE).
- Certificados de pruebas en fábrica en vacío.
- Certificados de puesta en marcha conforme a norma.
- Certificados de fabricación conforme a normativa vigente y marcado CE.

Adicionalmente, el contratista deberá comprobar las soldaduras (UNE EN 6520-1), controlando las gargantas y verificando que no hay presencia de escorias, poros, rechupes, salpicaduras, etc. en la perfilera y sus accesorios.

2.39 Señalización

2.39.1 Señalización vial

2.39.1.1 Tipos/Clasificación

- Marcas viales:

Se define como marca vial, a aquella guía óptica situada sobre la superficie del pavimento, formando líneas o signos, con fines informativos y reguladores del tráfico.

- Señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes

Se definen como señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes, el conjunto de elementos destinados a informar, ordenar o regular la circulación del tráfico por carretera, en los que se encuentran inscritos leyendas o pictogramas. La eficacia de esta información visual dependerá además de que su diseño facilite la comprensión del mensaje y de su distancia de visibilidad, tanto diurna como nocturna.

- Captafaros retrorreflectantes de señalización horizontal

Se define como captafaro retrorreflectante aquel elemento de guía horizontal que refleja la luz incidente por medio de retrorreflectores para advertir, guiar o informar a los usuarios de la carretera.

- Elementos de balizamiento retrorreflectantes

Los elementos de balizamiento retrorreflectantes son los dispositivos de guía óptica para los usuarios de las carreteras, capaces de reflejar por medio de reflectores, la mayor parte de la luz incidente, procedente generalmente de los faros de los vehículos.

Dichos elementos, que pueden tener distinta forma, color y tamaño, se instalan con carácter permanente sobre la calzada o fuera de la plataforma, sobre otros elementos adyacentes a la misma,



como muros o paramentos de túneles, así como sobre otros equipamientos viales, como pretiles y barreras de seguridad.

- Barreras de seguridad

Se definen como barreras de seguridad a los sistemas de contención de vehículos que se instalan en las márgenes de las carreteras. Su finalidad es proporcionar un cierto nivel de contención a un vehículo fuera de control.

2.39.1.2 Características de los materiales

En este apartado regirá lo dispuesto en Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes PG3.

2.39.1.3 Control de calidad

En este apartado regirá lo dispuesto en Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes PG3.

2.39.2 Señalización de conducciones

2.39.2.1 Descripción

Deberá señalizarse todas las conducciones que queden enterradas tras las obras tanto aquellas que contengan fluidos como las compuestas por cables eléctricos con objeto de alertar sobre su existencia y prevenir accidentes provocados por afecciones posteriores a otras obras.

2.39.2.2 Características de los materiales

La cinta de señalización de las conducciones será de polietileno salvo que se prescriba lo contrario y de un ancho suficiente para que toda la conducción quede cubierta.

La densidad del material será superior o igual a 92gr/m² y deberá ser del color adecuado para que el fluido conducido quede perfectamente identificado incluyendo si es posible el nombre del fluido en letras blancas todo lo largo de la banda.

En el caso de que el fluido conducido sea agua potable, la banda de señalización será azul y llevará el logotipo del CABB y el texto “*agua potable*” en blanco.

En el caso en el que el fluido transportado sea agua residual, la banda de señalización será naranja y llevará el logotipo del CABB y el texto “*saneamiento*” en negro.



Para otros fluidos los colores y el texto los definirá el Director de la obra.

2.39.2.3 Control de calidad

La banda de señalización se suministrará sin pliegues ni dobleces y será perfectamente legible en el momento de su colocación.

2.39.3 Señalización de salas y riesgos de la instalación

2.39.3.1 Descripción

El contratista debe señalar las diferentes salas que componen las instalaciones construidas para su identificación.

Si alguna de las mencionadas salas presentara en su interior riesgos para los trabajadores encargados de los trabajos de su explotación y/o mantenimiento recogidos en el Plan de Seguridad y Salud, deberá incluir en la señalización estos riesgos, así como las medidas preventivas correspondientes para evitarlos o atenuarlos.

La señalización a colocar deberá estar de acuerdo a las recomendaciones dadas por el promotor atendiendo a las costumbres de la Entidad.

2.39.3.2 Características de los materiales

Deberá señalizarse mediante placas de aluminio de 1,5 mm de grosor lacado en blanco con las esquinas y cantos pulidos para evitar puntas vivas, rotuladas con vinilo fundido de corte de 10 años de durabilidad.

El vinilo a utilizar deberá ser marca 3M serie SC-80 o similar. El tamaño mínimo de la señalización deberá adecuarse a una observación entre 0 m y 10 m, de 210 mm de diámetro en circunferencias, de lado en triángulos equiláteros y lado de cuadrados, siempre que el lugar y la cantidad de pictogramas lo permita.

El tamaño de los textos deberá ser de unos 10 mm de altura, euskera en tipografía "NORMAL", en la parte superior o izquierda y castellano en "CURSIVA" en la parte inferior o derecha.

La señalización a colocar deberá ser previamente aprobada por la Dirección de Obra.

2.39.3.3 Control de calidad

Las placas se colocarán sin rasguños ni imperfecciones y deberán ser perfectamente legibles en el momento de su colocación.



2.39.4 Identificación de tuberías

2.39.4.1 Descripción

Deberán identificarse todas las conducciones aéreas que contengan fluidos con objeto de alertar sobre su existencia y naturaleza y prevenir accidentes.

La identificación se realizará mediante el pintado de esta en el RAL normalizado en las instalaciones de la Entidad que el Director de las obras proporcionará cuando sea necesario.

2.39.4.2 Características de los materiales

Las pegatinas estarán fabricadas de poliéster laminado con película de poliéster cristalino sobre el laminado para conferirle alta resistencia a los productos químicos, rayos ultravioleta y condiciones climáticas extremas y asegurar que el marcado de la tubería permanece en buenas condiciones y legible durante al menos 5 años.

2.39.4.3 Control de calidad

Las pegatinas se colocarán sin pliegues ni dobleces y deberán ser perfectamente legibles en el momento de su colocación.

2.39.5 Identificación de máquinas

2.39.5.1 Descripción

Deberán identificarse todas las máquinas colocadas con el objeto de facilitar las labores de mantenimiento y explotación.

La identificación de cada máquina se realizará mediante etiquetado en una parte claramente legible adecuada a cada caso y con el visto bueno de la Dirección de obra.

El nombre de la máquina que aparezca en la etiqueta de identificación deberá coincidir con aquel que aparezca en la protección del CCM correspondiente y en todos los documentos generados durante las obras (memoria de funcionamiento, etc.)

2.39.5.2 Características de los materiales

Las pegatinas estarán fabricadas de poliéster laminado con película de poliéster cristalino sobre el laminado para conferirle alta resistencia a los productos químicos, rayos ultravioleta y condiciones climáticas extremas y asegurar que el marcado de la tubería permanece en buenas condiciones y legible durante al menos 5 años.

2.39.5.3 Control de calidad

Las pegatinas se colocarán sin pliegues ni dobleces y deberán ser perfectamente legibles en el momento de su colocación.

2.40 Conductores eléctricos

2.40.1 Características técnicas CABLE HEPRZ1 12/20 KV aluminio

- Tipo: AL HEPRZ1
- Tensión: 12/20 kV
- Norma de diseño: UNE HD 620-9E
- Los cables satisfarán los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2. Composición
- Conductor: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, clase 2, según UNE EN 60228.
- Semiconductora interna: capa extrusionada de material conductor.
- Aislamiento: etileno propileno de alto gradiente, (HEPR, 105 °C).
- Semiconductora externa: capa extrusionada de material semiconductor separable en frío.
- Pantalla metálica: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. Sección total 16 mm².
- Separador: cinta de poliéster.
- Cubierta exterior: poliolefina termoplástica, Z1 Vemex. (Color rojo). Características eléctricas
- Tensión nominal simple, U₀: 12 kV
- Tensión nominal entre fases, U: 20 kV
- Tensión máxima entre fases, U_m: 24 kV
- Tensión a impulsos, U_p: 125 kV
- Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente: 105 °C
- Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito: 250 °C CABLE HEPRZ1 18/30 KV ALUMINIO
- Tipo: AL HEPRZ1
- Tensión: 18/30 kV
- Norma de diseño: UNE HD 620-9E
- Los cables satisfarán los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2. Composición
- Conductor: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, clase 2, según UNE EN 60228.
- Semiconductora interna: capa extrusionada de material conductor.
- Aislamiento: etileno propileno de alto gradiente, (HEPR, 105 °C).



- Semiconductor externa: capa extrusionada de material semiconductor separable en frío.
 - Pantalla metálica: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. Sección total 25 mm².
 - Separador: cinta de poliéster.
 - Cubierta exterior: poliolefina termoplástica, Z1 Vemex. (Color rojo). Características eléctricas
 - Tensión nominal simple, U₀: 18 kV
 - Tensión nominal entre fases, U: 30 kV
 - Tensión máxima entre fases, U_m: 36 kV
 - Tensión a impulsos, U_p: 170 kV
 - Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente: 105 °C
 - Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito: 250 °C
- MODULAR DE INTERIOR PARA CABLE 12/20 kV y 18/30 kV

Los terminales para cables de Media Tensión serán del tipo flexible y de interior, aptos para celdas convencionales y homologados para Compañías Eléctricas y conforme a las Normas UNE-EN 61442 y HD 629 (correspondencia con IEC 60502-4).

Composición Terminal Interior enchufable acodado o recto:

- Dispositivo de acero inoxidable que fija el terminal a otros accesorios.
- Pantalla semiconductor interna EPDM que actúa como una jaula de Faraday evitando la ionización del aire ocluido en su interior.
- Contacto de varilla de cobre para la conexión del conductor al equipo.
- Ojal de toma de tierra que permite conectar la capa semiconductor externa a la pantalla del cable.
- Divisor capacitivo de tensión que permite comprobar la ausencia de tensión en el cable antes de la desconexión de la borna.
- Capa semiconductor externa premoldeada EPDM diseñada para dar continuidad a la pantalla del cable.
- Cuerpo aislante premoldeado EPDM para la reconstitución integral del aislamiento.
- Reductor premoldeado EPDM que permite la total adaptación del accesorio a las diferentes secciones y tensiones de los cables.
- Protector premoldeado EPDM que asegura la estanqueidad y protege la toma de tierra.

2.41 Cables de baja tensión

2.41.1 Características técnicas

Los cables de fuerza utilizados en instalaciones eléctricas de baja tensión serán de tipo flexible de tensiones de aislamiento 0,6/1 kV.

Los utilizados para acometidas (s/ITC, BT-015) serán del tipo RZ1-K y los utilizados en canalizaciones subterráneas y sobre bandeja serán armados tipo RVMV-K. En las instalaciones que aplique el RD 2267/2004 y en aquellas instalaciones que se indique expresamente los cables serán armados, libres de halógenos, tipo: RZ1MZ1-K (AS) para multipolares y RZ1MAZ1-K (AS) para unipolares



Los conductores de cables aislados cumplirán la norma UNE – EN 60.228 sobre formación y resistencia de los mismos.

Las características físicas, mecánicas y eléctricas del material deberán satisfacer lo previsto en las normas UNE 21.011

Los conductores serán siempre de cobre y la sección mínima a utilizar de 2,5 mm² para fuerza y 1,5mm² para alumbrado.

Los cables llevarán impresas las características siguientes:

- Tipo constructivo.
- Tensión nominal del cable en kilovoltios.
- Número, sección nominal, naturaleza y forma de los conductores.

Además, los cables llevarán una marca indeleble que identifique claramente al fabricante, su designación completa y las dos últimas cifras del año de fabricación.

Para el caso de instalaciones clasificadas los cables a tender cumplirán lo indicado anteriormente, y además serán siempre armados, tipo RVMV-K con aislamiento nominal 0,6/1kV.

2.42 Cables de instrumentación y control

2.42.1 Características técnicas

Para interconexión con campo se utilizarán cables de cobre, no propagadores de la llama, ni de incendio, libres de halógenos, tipo RZ1-k 0,6/1 kV.

Las composiciones que se van a utilizar serán:

4x1,5 mm²; 7x1,5 mm²; 12x1,5 mm² y 19x1,5 mm²; 4x2,5 mm²; 7x2,5 mm²; 12x2,5 mm²;

4x4 mm²; 4x6 mm²;

Para las señales analógicas se utilizará cable de cobre flexible clase 5, 300/500 V. Tipo Afumex Z1 con pantalla de trenza de hilos de cobre desnudo tipo RC4Z1-K, de composición 2x1 y 4x1 mm², con pantalla por cada par de hilos y al conjunto.

2.43 Bandejas

2.43.1 Características técnicas

Las bandejas serán plásticas, aislantes de: PC + ABS o PRFV (bandeja interior), y PVC (bandeja exterior) rígido, sin halógenos – RoHs, perforadas, con o sin separadores interiores, hasta 100x600 mm como máximo.

Se establecerán conducciones distintas para:



- Fuerza de Media Tensión
- Fuerza de Baja Tensión
- Control e instrumentación y comunicaciones.

Se dispondrá de una reserva de un 25 % de espacio.

Se han considerado las siguientes dimensiones de bandejas y sus correspondientes cargas a soportar:

ALTO X ANCHO (MM)	CARGA* (KG/M)
60 x 100	10,8
60 x 200	22,5
60 x 300	33,7
100 x 400	77,2
100 x 600	116,5

* Cargas admisibles según IEC 61537:2001. Distancia entre soportes de 1,5 m, con una flecha longitudinal inferior al 1% y flecha transversal inferior al 5%, a 40 °C. Ensayo tipo I (La unión debe poderse colocar en cualquier posición entre los soportes). El sistema de bandejas (bandejas y soportes) deberá soportar sin rotura una carga de 1,7 veces la carga admisible.

Bandejas interiores

Tendrán que cumplir con las siguientes características:

- Material aislante según UNE EN 60.243-1:1998, Rigidez dieléctrica superior a 20kV/mm).
- Materia prima base PC + ABS sin halógenos – RoHS (Restriction of Hazardous Substances). La propia canaleta y accesorios del fabricante, el resto con aprobación del CABB-BBUP.
- Temperatura de servicio, desde - 20°C hasta 90°C según EN 61537:2001.
- Distancia entre soportes (mínimo cada 0,5 m hasta 2,0 m). Temperatura de trabajo 40 °C.
- Toda la tornillería para fijación de AISI 316-L.
- Todos los soportes que no sean del mismo material que la propia canaleta y del mismo fabricante, serán de AISI 316-L.
- Cumplimiento directiva RoHS.
- Cargas para temperatura de servicio a 40°C (distancia entre soportes 2m) y ensayo tipo I (la unión entre dos tramos de bandeja puede quedar situada en cualquier posición entre dos soportes). El sistema de bandejas y soportes deberá soportar sin rotura una carga de 1,7 veces la carga admisible. Condiciones del ensayo según EN 61537:2001.
- Protección contra daños mecánicos IK10 (con anclaje tapa IK10) según EN 50102:1996.
- Bandeja perforada para la ventilación y fijación de cables. Pero no puede ser de panel de abeja.
- Unión entre tramos de espesor igual o superior al de las bandejas a unir.
- No propagadoras de la llama y ausencia de goteo incandescente.
- Inflamabilidad de materiales plásticos ANSI/UL 94:1990 clase UL94:V0.
- Reacción al fuego, opacidad y toxicidad de humos NF F 16-101:1998 I3 F2
- IP2X (perforadas) según UNE 20324:1993.



- Marcado CE.
- Marcado de garantía de materiales UL.
- Color gris, RAL 7035. Bandejas exteriores

Las bandejas y las cubiertas serán de PVC rígido M1, de sección suficiente en función del número de cables y de la carga lineal que aguanta la bandeja por el peso de los cables.

El material de las bandejas y cubiertas deberá cumplir con la norma de reacción al fuego UNE 23727, y del ensayo del hilo incandescente a 960°C sin inflamación en bandejas, según UNE-EN 60695-2-1/1:1997.

El material de las bandejas y cubiertas debe ser aislante, no precisando puesta a tierra.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias de 1,5 m, de tal modo que no se produzcan flechas longitudinales superiores a 30 mm y flechas transversales superiores de 15 mm. Las bandejas estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

La unión entre bandejas se realizará mediante unión mecánica por pernos.

Las bandejas se soportarán del techo o pared mediante soportes horizontales, perfiles de 0,5 m y conectores en acero inoxidable. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

De forma general tendrán que cumplir con las siguientes características:

- Material aislante según UNE EN 60243-1:1998, Rigidez dieléctrica igual a 18 ± 4 kV/mm).
- Materia prima base PVC – RoHS. La propia canaleta y accesorios del fabricante, el resto con aprobación del CABB-BBUP.
- Temperatura de servicio, desde -20°C hasta 60°C según EN 61537:2001.
- Distancia entre soportes (mínimo cada 0,5 m hasta 1,0 m). Temperatura de trabajo 60 °C.
- Toda la tornillería para fijación de AISI 316-L.
- Todos los soportes que no sean del mismo material que la propia canaleta y del mismo fabricante, serán de AISI 316-L.
- Cumplimiento directiva RoHS.
- Cargas para temperatura de servicio a 60°C (distancia entre soportes 1m) y ensayo tipo I (la unión entre dos tramos de bandeja puede quedar situada en cualquier posición entre dos soportes). El sistema de bandejas y soportes deberá soportar sin rotura una carga de 1,7 veces la carga admisible. Condiciones del ensayo según EN 61537:2001
- Protección contra daños mecánicos IK10 (con anclaje tapa IK10) según EN 50102:1996.
- Bandeja perforada para la ventilación y fijación de cables. Pero no puede ser de panel de abeja.
- Unión entre tramos de espesor igual o superior al de las bandejas a unir.
- No propagadoras de la llama y ausencia de goteo incandescente.
- Inflamabilidad de materiales plásticos ANSI/UL 94:1990 clase UL94:V0.



- Reacción al fuego UNE 23727:1990 M1 (No inflamable).
- IP2X (perforadas) según UNE 20324:1993.
- Marcado CE.
- Marcado de garantía de materiales UL.
- Color gris, RAL 7035.
- Se requerirá marca de calidad del producto por organismo reconocido que garantice la aptitud frente a los UV en aplicación exterior. Constará de un informe de ensayo no basado en un ensayo puntual sino cubriendo toda la producción. Contemplará la baja temperatura de -20°C (que incluye ensayos a impacto a esa temperatura s/ norma de bandejas EN 61537:2007)

Bandejas en falsos suelos o techos

En zonas de falso techo o falso suelo se podrán instalar bandejas de tipo rejilla, las cuales estarán contruidos en chapa de acero galvanizada de 1,5 mm de espesor y solapadas sus partes laterales para conseguir una mayor resistencia a la compresión.

Las bandejas de rejilla serán de acero galvanizado en caliente según DIN 50976, después de fabricada, con un grosor de 50-60 micras.

El instalador realizará los cálculos de carga necesarios para asegurar que las cargas en N/m no superan los valores admisibles, en función de la separación entre apoyos establecida (los valores deberán estar conforme a la norma UNE-EN 61537).

Las dimensiones serán las siguientes:

- Anchura: 100, 200, 300, 400 o 600 mm
- Altura ala: 60 o 100 mm

Tendrán que cumplir con las siguientes características:

- Material metálicas tipo Malla de varillas electrosoldadas, con borde de Seguridad para evitar cortes al operario durante la instalación o el manteamiento o que se produzcan cortes en los cables.
- Las bandejas a instalar serán conformes a la norma UNE-EN-61537, "Sistemas de bandejas y de bandejas de escalera para la conducción de cables".
- Los extremos de cada tramo de la bandeja se conectarán entre sí mediante latiguillos flexibles de tierra de sección 16 mm² y a su vez al cable anillo equipotencial de tierra, asegurando en todo el recorrido la continuidad de la puesta a tierra.
- Se utilizarán los codos y derivaciones necesarias para el trazado.
- Los empalmes de bandeja deben estar separados de los soportes más de 1/10 de la longitud o separación de dichos soportes.
- Las bandejas se apoyarán en soportes contruidos con perfiles normalizados y galvanizados por inmersión y serán sujetos a los mismos mediante tornillería de acero inoxidable y grapas de fijación. No se admitirá bajo ningún concepto soldar las bandejas a los soportes.



- Los empalmes de bandeja deben estar separados de los soportes más de 1/10 de la longitud o separación de dichos soportes.
- Las bandejas deberán ser de fabricante conocido, realizando una inspección visual para comprobar que se trata de material de nuevo uso. Las bandejas serán suministradas acompañadas de los documentos que acrediten los ensayos realizados.

2.44 Tubos para conducciones eléctricas

2.44.1 Características técnicas

Para cables de baja tensión la sección interior de tubo será, como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores según MIE / REBT.

En MT cada circuito de cable se trazará por un único tubo, dejando otro de reserva. Tubos rígidos libre de halógenos

Deberán ser no inflamables y no propagadores de la llama, serán estancos y estables hasta 60 °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, así como ser resistentes al contacto directo de grasas y aceites.

Todos los tubos cumplirán con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como con las normas UNE 53027, 50315, UNE-EN 50086 y UNE-EN 50086-1.

Cada tubo llevará impreso las siguientes especificaciones:

- Nombre del fabricante y símbolos de identificación.
- Diámetro nominal.
- Espesor.

Se exigirá que el fabricante tenga las tuercas y 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 50086. Si al tubo se le pide cualquier otra aptitud de las especificadas en la norma, será colocada inmediatamente después de las tres primeras cifras indicadas anteriormente y separadas por un trazo oblicuo.

Los diámetros exteriores y las roscas deben cumplir lo indicado en la norma UNE-EN 60423

Todos los tubos que vayan a ser utilizados en ambientes húmedos o en locales que requieran algún tipo de seguridad y vayan vistos, serán roscados.



De forma general estos tubos tendrán las siguientes características:

- No emiten gases tóxicos ni corrosivos (cero halógenos), según UNE 50267.
- Al arder emiten muy pocos humos, siendo estos claros y translúcidos.
- No propagador de la llama, según UNE 60695-2-4.
- Resistencia al aplastamiento 1250 N, según UNE 61386.
- Resistencia al impacto a -5°C de 6 Julios, según UNE 61386.
- Temperatura de trabajo entre -5°C y 105°C.
- Las dimensiones serán las siguientes:
 - Diámetros nominales: 16, 20, 25, 32, 40 o 63 mm.
 - Diámetros interiores mínimos correspondientes: 11,5 - 15,4 - 19,9 - 26,3 - 33,9 - 53 mm
 - Longitud de cada tramo de tubo: 3 metros.

Tubos rígidos de acero galvanizado

Para bajadas de CGPs u otros casos en los que los tubos queden muy expuestos se instalarán tubos de acero galvanizado estirados sin soldaduras, tipo DIN 2440.

Estos tubos tendrán las siguientes características:

- Material: acero galvanizado en caliente por inmersión después de construido, estirado sin soldadura, según norma DIN2440.
- Montaje: mural mediante fijaciones.
- Temperatura de utilización: -5°C a +60°C
- Resistencia a la compresión: > 4000 N
- Resistencia al impacto: > 20 J a -5°C
- Resistencia a la corrosión: media
- No propagador de la llama.
- Norma: UNE 61386
- Accesorios: Curvas, manguitos, fijaciones, etc. Las dimensiones serán las siguientes:
- Diámetros nominales: ½", ¾", 1", 1 ½", 2".
- Diámetro exterior nominal equivalente en mm: 21,3 - 26,9 - 33,7 - 48,3 - 60,3 mm.
- Diámetros interiores mínimos correspondientes: 16 - 21,6 - 27,2 - 41,8 - 53 mm. Longitud de cada tramo de tubo: 3 metros.

Tubos flexibles

Deberán ser no inflamables y no propagadores de la llama, serán estancos y estables hasta 60 ° C, debiendo soportar esa temperatura sin deformación alguna.

El grado de protección contra daños mecánicos será de 3 a 5.

No deberán ser afectados por las lejías, sales, álcalis, disolventes ni petróleos.



Para las canalizaciones de red de voz y datos se utilizarán tubos flexibles de PVC y AFUMEX. Estos tubos tendrán las siguientes características:

- No emiten gases tóxicos ni corrosivos (cero halógenos), según UNE 50267.
- Al arder emiten muy pocos humos, siendo estos claros y translúcidos.
- No propagador de la llama, según UNE 60695-2-4.
- Resistencia al aplastamiento 320 N, según UNE 61386.
- Resistencia al impacto a -5°C de 2 Julios, según UNE 61386.
- Temperatura de trabajo entre -5°C y 90°C.
- Las dimensiones serán las siguientes:
 - Diámetros nominales: 16, 20, 25, 32, 40 o 50 mm.
 - Diámetros interiores mínimos correspondientes: 11,5 - 15 - 19 - 26 - 32,5 - 42 mm
 - Longitud de cada tramo de tubo: 3 metros.

2.45 Solados y alicatados

2.45.1 Baldosa hidráulica

2.45.1.1 Características Se compone de:

- Cara, constituida por la capa de huella de mortero rico en cemento, arena muy fina y, en general, colorantes.
- Capa intermedia, que puede faltar a veces, de un mortero análogo al de la cara, sin colorantes.
- Capa de base, de mortero menos rico en cemento y arena más gruesa, que constituye el dorso.

2.45.1.2 Materiales empleados

2.45.1.2.1 Cemento

El cemento cumplirá los requisitos especificados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos vigente, y la comprobación de las características especificadas se llevará a cabo de acuerdo con las normas de ensayo que se fijan en dicho Pliego.

2.45.1.2.2 Áridos

Los áridos estarán limpios y desprovistos de finos y de materia orgánica, de acuerdo con la Norma UNE-EN 1744-1:1999



2.45.1.2.3 Agua

Cumplirá las condiciones exigidas en el Artículo "Agua a emplear en morteros y hormigones", del presente Pliego.

2.45.1.2.4 Pigmentos

Cumplirán los requisitos especificados en la Norma UNE 41060.

2.45.1.3 Espesores

El espesor de una baldosa medido en distintos puntos de su contorno, con excepción de los rebajos de la cara o el dorso, no variará en más del ocho por ciento (8%) del espesor máximo y no será inferior a 1,4 cm. para baldosas de 15 cm. de lado.

El espesor de la capa de huella, con excepción de los rebajos de la cara, será sensiblemente uniforme y no menor, en ningún punto, que 4 mm.

2.45.1.4 Ángulos

La variación máxima admisible en los ángulos será de cuatro décimas de milímetro (0,4 mm.) en más o menos, medidos sobre un arco de veinte centímetros (20 cm.) de radio, o por sus valores proporcionales.

2.45.1.5 Rectitud de las aristas

La desviación máxima de un arista respecto a la línea recta será de uno por mil 1/1000, en más o menos, de su longitud.

2.45.1.6 Alabeo de la cara

La separación de un vértice cualquiera, con respecto al plano formado por otros tres, no será superior a cinco décimas de milímetro (0,5 mm.) en más, o en menos.

2.45.1.7 Plano de la cara

La flecha máxima no sobrepasará el tres por mil (3/1000) de la diagonal mayor en más o en menos, no pudiendo esta medida sobrepasar, a su vez, los dos milímetros (2 mm.).



2.45.1.8 Características físicas

2.45.1.8.1 Absorción de agua

El coeficiente de absorción de agua, máximo admisible, determinado según la Norma UNE 127020-21-22-23-24:1999 EX, será del diez por ciento (10%) en peso.

2.45.1.8.2 Heladicidad

Ninguna de las tres baldosas ensayadas, de acuerdo con la Norma UNE 127020-21-22-23-24:1999 EX, presentará en la cara o capa de huella señales de rotura o de deterioro.

2.45.1.8.3 Resistencia al desgaste

Realizado el ensayo según la Norma UNE 127020-21-22-23-24:1999 EX, con un recorrido de doscientos cincuenta metros (250 m.), la pérdida máxima de altura permitida será de 3 mm.

2.45.1.8.4 Resistencia a la flexión

Determinada según la Norma UNE 127020-21-22-23-24:1999 EX, como media de cinco (5) piezas, la tensión aparente de rotura no será inferior a 50 kg/cm² en cara en tracción y 30 kg/cm² en el dorso en tracción.

2.45.1.9 Control de Calidad

Salvo indicación en contra del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el control de calidad se llevará a cabo de la siguiente manera:

- Para cada fuente de procedencia del material se establecerán lotes, cuyo tamaño, en función del parámetro a ensayar, se define más adelante, a los que se asignarán los resultados de los ensayos realizados. Las muestras se tomarán en los puntos que señale el Director de Obra.
- Si los resultados son positivos se aceptará el lote. En el caso de que no se alcancen los mínimos exigidos se rechazará el lote y no se abonará. Como alternativa se podrán realizar ensayos contradictorios en número igual o superior a dos, para cada parámetro afectado, aceptándose el material si ambos ensayos dan resultados satisfactorios y rechazándose en caso contrario. Los citados ensayos serán en todo caso por cuenta del Contratista.



- El Director de Obra podrá admitir un material que no haya superado el control anteriormente citado si se toman las medidas precisas para corregir los defectos detectados, y si mediante ensayos, definidos en número y forma por el Director de Obra, se demuestra que los parámetros afectados alcanzan los valores exigidos. Estos ensayos, así como los trabajos de corrección serán por cuenta del Contratista.

El tamaño de los lotes referido a superficie de pavimento será el siguiente: Absorción de agua 5.000 m² o fracción.

Heladicidad 5.000 m² o fracción. Resistencia al desgaste 5.000 m² o fracción. Resistencia a la flexión 5.000 m² o fracción.

2.45.2 Pavimentos de hormigón

2.45.2.1 Definición

Se define como pavimento de hormigón, al constituido por losas de hormigón en masa o armado, o por una capa continua de hormigón armado.

2.45.2.2 Materiales

Los materiales cumplirán las condiciones especificadas en el Artículo 550.2 del Pliego PG-3 del MOPU.

2.45.2.3 Control de Calidad

Se llevará a cabo de acuerdo con lo expuesto en el Artículo 550.5 del Pliego PG-3 del MOPU. En cualquier caso los ensayos allí indicados serán todos por cuenta del Contratista.

2.45.3 Adoquines de piedra labrada

2.45.3.1 Definición

Se definen como adoquines las piedras labradas en forma de tronco de pirámide, de base rectangular, para su utilización en pavimentos.

2.45.3.2 Condiciones generales, geometría y calidad Los adoquines deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogéneos, de grano fino y uniforme, de textura compacta.



- Carecer de grietas, pelos, coqueras, nódulos, zonas meteorizadas y restos orgánicos. Darán sonido claro al golpearlos con un martillo.
- Tener adherencia a los morteros

La forma y dimensiones de los adoquines serán las señaladas en los Planos o las que determine la Dirección de Obra.

Su cara superior será plana, y sus bordes no estarán rotos ni desgastados; tendrán unas medidas de dieciocho a veinte centímetros (18 a 20 cm.) de largo, y nueve a once centímetros (9 a 11 cm.) de ancho. El tizón será de catorce a dieciséis centímetros (14 a 16 cm.). La cara inferior tendrá como medidas las cinco sextas partes (5/6) de las homologadas de la superior; las caras laterales estarán labradas de manera que las juntas producidas al ejecutar el pavimento no sean superiores a ocho milímetros (8 mm.) de ancho.

Los ángulos de fractura presentarán aristas vivas.

En lo referente a calidad deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Peso específico neto: No será inferior a dos mil quinientos kilogramos por metro cúbico (2.500 kg/m³)
- Resistencia a compresión: No será inferior a mil trescientos kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (1.300 kgf/cm²)
- Coeficiente de desgaste: será inferior a trece centésimas de centímetro (0,13 cm.)
- Resistencia a la intemperie: Sometidos los adoquines a veinte (20) ciclos de congelación, al final de ellos no presentarán grietas, ni alteración visible alguna.

Estas determinaciones se harán de acuerdo con las Normas UNE vigentes.

2.45.3.3 Mortero de asiento

Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el mortero hidráulico designado como M450.

2.45.3.4 Lechadas de rejunte

La lechada de cemento para el rejuntado se compondrá de seiscientos kilogramos de cemento portland P-350 por metro cúbico (600 kg/cm³); y de arena, de la que no más de un quince por ciento (15%) en peso quede retenida por el tamiz 2,5 UNE ni más de un quince por ciento (15%) en peso pase por el tamiz 0,32 UNE.



2.45.3.5 Control de Calidad

Salvo indicación en contra del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el control de calidad se llevará a cabo de la siguiente manera:

- Para cada fuente de procedencia del material se establecerán lotes, cuyo tamaño, en función del parámetro a ensayar, se define más adelante, a los que se asignarán los resultados de los ensayos realizados. Las muestras se tomarán en los puntos que señale el Director de Obra.
- Si los resultados son positivos se aceptará el lote. En el caso de que no se alcancen los mínimos exigidos se rechazará el lote y no se abonará. Como alternativa se podrán realizar ensayos contradictorios en número igual o superior a dos, para cada parámetro afectado, aceptándose el material si ambos ensayos dan resultados satisfactorios y rechazándose en caso contrario. Los citados ensayos serán en todo caso por cuenta del Contratista.
- El Director de Obra podrá admitir un material que no haya superado el control anteriormente citado si se toman las medidas precisas para corregir los defectos detectados, y si mediante ensayos, definidos en número y forma por el Director de Obra, se demuestra que los parámetros afectados alcanzan los valores exigidos. Estos ensayos, así como los trabajos de corrección serán por cuenta del Contratista.
- El tamaño de los lotes referido a su superficie de pavimento será el siguiente:

Peso específico neto 20.000 m² o fracción

Resistencia a compresión 20.000 m² o fracción Coeficiente de desgaste 20.000 m² o fracción

Resistencia a la intemperie 20.000 m² o fracción

2.45.4 Terrazo

2.45.4.1 Características

El terrazo será de primera calidad, según la Norma UNE 127020:1999 EX, tendrá el grano grande y el color se determinará en obra sobre cinco (5) muestras que presentará el Contratista a requerimiento de la Dirección de Obra.

La cara de la huella se presentará lavada y no tendrá defecto alguno. Su aspecto y color serán uniformes. El pulido del terrazo se realizará en obra por medio de máquina de disco horizontal.



2.45.4.2 Clasificación

2.45.4.2.1 En losas

Las losas o placas de terrazo tendrán una dimensión de 0,40 x 0,40 m. siendo su espesor mínimo de 2,6 cm. y de 1a. calidad según la Norma UNE 127020:1999 EX.

Mantendrán vivas sus aristas al objeto de disminuir el efecto de las juntas.

2.45.4.2.2 Continuo

Ejecutado "in situ" disponiendo juntas formando cuadrículas de no más de 1,25 m. de lado.

2.45.4.2.3 Gradadas

Piezas prefabricadas del mismo material que las losas, apomazado, con sección en forma de L, de 3 cm. de espesor de pared y hasta 25 x 35 cm. de dimensiones de tabica y huella, respectivamente.

El espesor del mortero de acabado será de 1,5 cm. y llevará debajo dos capas de mortero de cemento de 1,5 cm. de espesor con una malla de diámetro 4 mm. cada 10 cm. entre ambos. Como base de todo ello llevará una capa de 2 cm. de arena de río de tamaño máximo de grano 0,5 cm.

2.45.4.3 Control de Calidad

Los materiales de origen industrial deberán cumplir las normas y disposiciones vigentes relativos a fabricación y control industrial.

Cuando el material llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas normas y disposiciones, su recepción se hará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

2.45.5 Alicatados

2.45.5.1 Azulejos

Se define como azulejo a la pieza formada por un bizcocho cerámico, que presenta una superficie esmaltada impermeable e inalterable a los ácidos a las lejías y a la luz. Deberá haber sido cocido a temperatura superior a 900°C. Su resistencia a flexión será mayor o igual que 15 N/mm². Su dureza



superficial Mohs no será inferior a 3. Su dilatación térmica entre 20°C y 100°C, oscilará entre 5×10^{-6} y 9×10^{-6} . Su espesor no será menor de 3 mm. ni mayor de 15 mm.

La tolerancia en sus dimensiones será del 1% en menos.

No deberá estar esmaltado en la cara posterior ni en los cantos. Asimismo, tendrá marca en el reverso para poder identificarlo.

Los azulejos tendrán color uniforme, no tendrán poros ni grietas en la superficie vitrificada que deberá ser completamente plana.

El bizcocho podrá ser de:

- Pasta roja: arcilla roja sin mezcla de arena ni cal.
- Pasta blanca: caolín con mezcla de carbonato de cal, productos silíceos y fundentes.

Las piezas podrán llevar los cuatro cantos lisos o bien con ingletes o borde romo o en uno o en dos de ellos. En cada canto liso se dispondrán dos separadores en forma de pestaña de 0,5 mm. de saliente y 20 mm. de longitud.

Cumplirá las normas UNE - EN ISO 10545-11/97. El color y las dimensiones serán las que determine la Dirección de la Obra a la vista de las muestras recibidas del Contratista.

2.45.5.2 Adhesivos

Elástico, no tóxico, inalterable al agua.

Tendrá concedido el Documento de Idoneidad Técnica.

2.45.5.3 Control de Calidad

Se realizará una inspección visual y control dimensional por cada partida llegada a Obra.

2.45.6 Revestimiento de mortero cementado con árido

2.45.6.1 Características

Consiste en un acabado de paramentos verticales ejecutado a base de mortero de cemento al que una vez extendido y con anterioridad al comienzo del fraguado se le incrustan superficialmente áridos de tamaño comprendido entre 10 y 20 mm.



2.45.6.2 Materiales

- Cemento. El cemento a emplear será el cemento blanco, tipo BL II 32,5R.
- Arena. Será procedente de la trituración de roca caliza, con grano anguloso y de superficie rugosa con una granulometría continua. El 90% del árido estará comprendido entre 0,3 y 3 mm. y el resto entre 0,1 y 0,3 mm.
 - El contenido en materias perjudiciales (mica, yeso, feldespato, etc.) no será superior al 2%.
 - El contenido de materia orgánica será inferior al 3%.
 - El contenido en arcilla será inferior al 5%, en caso de que se presente en grumos será inferior al 1%.
- Áridos superficiales decorativos. Serán procedentes de la trituración de rocas sanas de grano anguloso, superficie irregular y exentos de polvo, arena, arcilla, etc.
- Mortero. La dosificación será 1/1 con 920 kg. de cemento, 950 de arena, y 270 litros de agua.

2.45.6.3 Control de Calidad

Se efectuarán las previstas en los Apartados #2.6.# , #2.8.# y #2.10.# de este Pliego y exigiéndose además el Documento de Idoneidad técnica (DIT).

2.45.7 Chapados de piedra natural

En los chapados, se emplearán piedras procedentes de canteras de la región o de regiones, de análogas condiciones climáticas.

2.45.7.1 Características generales

Las piedras serán homogéneas de grano fino y uniforme, de textura compacta y capaz de soportar sin desperfectos una presión de 400 kgf/cm².

Las piedras carecerán de grietas o pelos, coqueras, restos orgánicos, nódulos o riñones, blandones, gabarros y no deberán estar atronadas por causa de los explosivos empleados en su extracción.

La caliza será compacta de fractura homogénea. La resistencia mínima a compresión será 400 kg/cm² según Norma UNE-EN 1926:1999.

El granito no estará meteorizado ni presentará fisuras. La resistencia mínima a compresión será de 800 kg/cm² según Norma UNE-EN 1926:1999

El mármol será homogéneo y no presentará masas terrosas. La resistencia mínima a compresión será de 500 kg/cm² según Norma UNE-EN 1926:1999



El espesor mínimo será de 30 mm.

Las piedras no deberán ser absorbentes ni permeables, no debiendo pasar la cantidad de agua absorbida del dos por ciento (2%) en peso para la caliza según UNE 22182/85, 1,4% para el granito según UNE-EN 1936:1999.

Las piedras no deberán ser heladizas, resistiendo bien la acción de agentes atmosféricos. Las piedras presentarán buenas condiciones de adherencia para los morteros.

Las piedras deberán poder resistir sin estallar la acción del fuego.

2.45.7.2 Dimensiones y tolerancias

Las dimensiones de las placas vendrán señaladas en los Planos de Proyecto y/o Cuadro de precios o definidas en su caso por la Dirección de Obra.

Las tolerancias en las dimensiones serán las siguientes:

Lados + 2 mm.

Espesor - 3 mm.

Fuera de escuadra 1 mm.

Flecha longitud lado mayor / 500

2.45.7.3 Anclajes ocultos

Los anclajes serán de acero inoxidable con un límite elástico de 4.200 kg/cm². La longitud de la chapa será de 100 mm. y el espesor 3 mm. La varilla será de Dm. 3 mm.

2.45.7.4 Separadores de placas

Los separadores de placa serán de policloruro de vinilo de 15 x 10 x 1,5 mm.

2.45.7.5 Control de Calidad

Se realizará una inspección visual y se comprobará el peso específico de cada partida llegando a obra por muestreo.

El ensayo de permeabilidad y el de resistencia a compresión se comprobará en dos ocasiones por cada partida en caso de que lo considere necesario la Dirección de Obra.



Todos los ensayos serán con cargo al Contratista.

2.46 Materiales cerámicos y afines

2.46.1 Ladrillos

2.46.1.1 Definición

Será de obligado cumplimiento el documento básico “DB-HR Protección frente al ruido” del Código Técnico de la Edificación (aprobado por el RD 1371/2007, de 19 de octubre). En función de su utilización se definen dos clases de ladrillos:

- Ladrillo común (NV), para fábricas con revestimiento.
- Ladrillo visto (V), para fábricas sin revestimiento.

2.46.1.2 Condiciones generales

Los ladrillos presentarán regularidad de dimensiones y forma que permitan la obtención de tendeles de espesor uniforme, igualdad de hiladas, paramentos regulares y asiento uniforme de las fábricas, satisfaciendo para ello las características especificadas en el documento básico “DB-HR Protección frente al ruido”.

Para asegurar la resistencia mecánica, durabilidad y aspecto de las fábricas, los ladrillos satisfarán las características físicas que se especifican en el documento básico “DB-HR Protección frente al ruido”.

Los ladrillos no presentarán defectos que deterioren el aspecto de las fábricas y de modo que se asegure su durabilidad. Para ello cumplirán las limitaciones establecidas en el documento básico “DB-HR Protección frente al ruido”.

2.46.1.3 Forma y dimensiones

Serán las indicadas en el documento básico “DB-HR Protección frente al ruido”.

2.46.1.4 Resistencia a la intemperie

La resistencia a la intemperie se comprobará mediante la Norma UNE 67028 EX.



2.46.1.5 Suministro e identificación

Los ladrillos se suministrarán a obra perfectamente empaquetados, con el fin de que al efectuar su descarga se produzca un mínimo porcentaje de ladrillos rechazables por rotura o desconchado. Los paquetes no serán totalmente herméticos para permitir la absorción de la humedad ambiente.

En el albarán y, en su caso, en el empaquetado figurarán como mínimo los siguientes datos:

- Fabricante y marca comercial, si la hubiera.
- Tipo y clase de ladrillo.
- Resistencia a compresión (Kp/cm²)
- Dimensiones nominales (cm.)
- Sello INCE si el material lo tiene concedido.

2.46.1.6 Suministro y recepción

Para efectuar el control y recepción de los ladrillos se seguirán las especificaciones del documento básico "DB-HR Protección frente al ruido".

Cuando los ladrillos suministrado estén amparados por el sello INCE, la Dirección de Obra podrá simplificar la recepción hasta llegar a reducir la misma a la comprobación, a la llegada del material a obra de que los ladrillos llegan en buen estado, el material es identificable según el documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" y el producto se corresponde con la muestra de contraste aceptada.

Asimismo los productos procedentes de los Estados miembros de la CEE fabricados con especificaciones técnicas nacionales que garanticen objetivos de seguridad equivalentes a los proporcionados por el documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" y vengán avalados por certificados de ensayos o controles realizados por laboratorios oficialmente reconocidos en los Estados miembros de origen, la Dirección de Obra podrá simplificar la recepción a la comprobación, a la llegada del material en obra antes señalada.

2.46.1.7 Control de calidad

Los ensayos para unificar las características de los ladrillos serán los siguientes:

- Las características dimensionales y de forma se determinarán según Norma UNE 67030: "Ladrillos de arcilla cocida. Medición de las dimensiones y comprobación de la forma".
- La resistencia a la compresión se determinará según Norma UNE EN 772-1: "Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: determinación de la resistencia a compresión".
- La calificación de heladizo o no heladizo se determinará según Norma UNE 67028 EX: "Ladrillos cerámicos de arcilla cocida. Ensayo de heladicidad".



- El ensayo de eflorescencia se determinará según la Norma UNE 67029 EX: "Ladrillos cerámicos de arcilla cocida. Ensayo de eflorescencia".
- La succión de agua se determinará según la Norma UNE EN 772-11: "Método de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 11: determinación de la absorción de agua por capilaridad de piezas para fábrica de albañilería. En hormigón, piedra natural y artificial, y de la tasa de absorción de agua inicial de las piezas de arcilla cocida para fábrica de albañilería".
- La masa se determinará sobre 6 ladrillos tomados al azar de la muestra con una precisión de un gramo y desecando previamente las piezas a una temperatura de 100-110°C hasta masa constante. El resultado será la media de las seis determinaciones.

2.46.2 Bloque hueco decorativo

2.46.2.1 Definición y condiciones generales

Es una pieza en forma de paralelepípedo rectangular constituido por un conglomerado de cemento y/o cal y un árido natural.

Será de obligado cumplimiento el documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" y lo dispuesto en el apartado 2.24.1 del presente Pliego.

Presentará perforaciones uniformemente repartidas, de eje normal al plano de asiento y de volumen no superior a los dos tercios del volumen total del bloque. Se suministrará a obra con una carga de rotura (compresión área neta) de 140 kg/cm², absorción de agua no superior al 10% en peso, heladicidad: inerte a ± 201 C y densidad 2,15 t/m³. No presentará variaciones dimensionales superiores al 1%. El peso del bloque no será superior a 25 kg. Los bloques no presentarán grietas, deformaciones, alabeos ni desconchado de aristas.

Se fabricarán medios bloques y bloques de fondo ciego, que llevarán las perforaciones cerradas en la cara de asiento con una capa del mismo material, de espesor no inferior a 125 mm. y bloques con dos caras perpendiculares lisas para esquinas y mochetas.

2.46.2.2 Control de Calidad

Los materiales de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE) aplicables, así como el CTE y las siguientes normas UNE:

7050, 772-1, 83956, 7132, 7178, 196-3, 7204, 196-1 y 83952.

Cuando el material llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.



2.47 Vidrios y lunas

2.47.1 Definición

Materiales destinados al acristalamiento de huecos de forma rectangular, en exteriores o interiores.

2.47.2 Características de los materiales

2.47.2.1 Vidrios y lunas

Según el método de fabricación se pueden clasificar del siguiente modo:

- Vidrio estirado

Será vidrio transparente, obtenido por el procedimiento de estirado, sin operaciones posteriores. Será plano, sin asperezas ni ondulaciones en los bordes.

Su espesor tendrá una tolerancia de +1 mm.

- Luna

Será vidrio transparente, obtenido por laminación, desbaste y pulido, o por flotado. Será plano, sin asperezas ni ondulaciones en los bordes y caras rigurosamente paralelas.

- Vidrio impreso

Será vidrio traslúcido, obtenido por colado y laminación, con dibujo impreso por una o dos caras, sin asperezas ni ondulaciones en los bordes.

Su espesor tendrá una tolerancia de +1 mm.

2.47.2.2 Materiales para fijación

- Elementos de caucho (calzos y perfiles continuos)

Serán de caucho sintético. Dureza Shore superior a 60 grados. Inalterable a temperatura entre -10°C y +80°C y cumplirán con la Norma UNE-EN 12488:2017. Estas características no variarán esencialmente en un periodo no inferior a 10 años, desde su aplicación.

- Masilla elásticas sin mezcla previa (siliconas)

Será imputrescible e impermeable. Compatible con el material de la carpintería, caucho y vidrio. Dureza inferior a la del vidrio. Elasticidad capaz de absorber deformaciones de un 15%. Inalterable a temperaturas entre -10°C y +80°C. Estas características no variarán esencialmente en un periodo no inferior a 10 años, desde su aplicación.



2.47.3 Control de calidad

Los materiales deberán cumplir las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial, o en su defecto, la norma UNE -EN 12488:2017

Cuando el material llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

2.48 Cierres y vallas

2.48.1 Verjas

2.48.1.1 Materiales

Las verjas se podrán materializar mediante malla de acero galvanizado o acero galvanizado con posterior plastificado, pudiendo ser soldada o de torsión. Dicha malla estará sujeta a postecillos que serán a su vez de acero galvanizado, o acero galvanizado con posterior plastificado.

Se podrán materializar también mediante paneles formados por perfil exterior y mallazo interior ambos de acero que podrán ser galvanizado o bien chorreado y pintado.

2.48.1.2 Control de Calidad

Se llevará a cabo de acuerdo con los apartados correspondientes de los materiales que lo componen del presente Pliego.

2.48.2 Puertas

2.48.2.1 Materiales

Estarán materializadas mediante perfiles tubulares de acero chorreado y pintado o galvanizados en caliente, con las características que aparecen en los apartados correspondientes de los materiales que lo componen del presente Pliego.

2.48.2.2 Control de Calidad

Se llevará a cabo de acuerdo con los apartados correspondientes de los materiales que lo componen del presente Pliego.

2.49 Materiales para restauraciones y revegetaciones

2.49.1 Definición

Comprende aquellos materiales necesarios para la restauración de taludes y riberas, así como los específicos para la realización de revegetaciones de terrenos.

Entre estos materiales se encuentran, entre otros, los geocompuestos y las biomantas utilizados para la protección de taludes, y los sistemas de contención formados por estructuras de troncos o ramas de madera combinados con inserción de material vivo para la restauración de márgenes de ríos.

Asimismo, en el caso de los materiales para revegetaciones, éstos incluyen desde las semillas y elementos vegetales, utilizados para siembras y plantaciones respectivamente, hasta los diferentes tipos de enmienda orgánica, abonos químicos, suelos, aguas de riego y materiales de cobertura.

2.49.2 Características

Los materiales deberán cumplir con carácter general una serie de especificaciones que se detallan a continuación.

En el caso de las semillas, éstas procederán de casas comerciales acreditadas y serán del tamaño, aspecto y color de la especie botánica elegida. Para todas las partidas de semilla se exigirá un certificado de origen que ofrezca garantías suficientes a la Dirección de Obra. Además, las semillas no estarán contaminadas por hongos, ni presentarán signos de haber sufrido alguna enfermedad micológica. Tampoco presentarán parasitismo de insectos.

En la elección de las mezclas de semillas para siembras e hidrosiembras y de plantas arbustivas y arbóreas, se dará prioridad a especies de las comunidades vegetales propias de la zona. Asimismo, su lugar de procedencia debe reunir condiciones climáticas semejantes o, al menos, favorables para el buen desarrollo de las plantas y será, como norma general, un vivero oficial o comercial acreditado.

Las plantas serán en general bien conformadas, de desarrollo normal, sin que presenten síntomas de raquitismo o retraso. No presentarán heridas en el tronco o ramas y el sistema radical será completo y proporcionado al porte. Las raíces de las plantas de cepellón o raíz desnuda presentarán cortes limpios y recientes, sin desgarrones ni heridas. Su porte será normal y bien ramificado, y las plantas de hoja perenne presentarán el sistema foliar completo, sin decoloración ni síntomas de clorosis.

En las especies arbóreas que se planten con más de un metro de altura podrá ser requerido, a juicio de la Dirección de Obra, la colocación de tutores u otras medidas de soporte, al objeto de anclarlas y mantenerlas en posición vertical.

Se utilizará la tierra vegetal extraída de la zona. En caso de que fuese necesario incorporar tierra vegetal procedente de préstamos, se controlará que no incorpore semillas ni brotes de especies invasoras, que puedan suponer una amenaza para el éxito de la revegetación y para el mantenimiento de la biodiversidad local.



El uso de herbicidas y plaguicidas en las operaciones de mantenimiento de siembras y plantaciones deberá restringirse al máximo, dándose preferencia a los procesos mecánicos. En caso de ser imprescindibles, deberán utilizarse productos cuya persistencia y toxicidad sean mínimas, que serán aplicados por personal con la debida cualificación, según se establezca legalmente.

2.49.3 Control de calidad

El Contratista deberá presentar una propuesta específica de actuaciones de restauración y revegetaciones para su aprobación por la Dirección de Obra.

Las semillas y los elementos vegetales pertenecerán a las especies o variedades señaladas en dicha propuesta, y reunirán las condiciones que asimismo se indiquen.

El Contratista deberá sustituir todas las semillas y/o plantas rechazadas, si así lo ordenara la Dirección de Obra, y correrán a su costa todos los gastos ocasionados por las sustituciones, sin que el posible retraso producido pueda repercutir en el plazo de ejecución de la obra.

Las geomallas, geocompuestos bentoníticos y biomantas deberán ir dotadas de un certificado de fabricación en el que se reflejen sus características técnicas. En caso de que así lo requiera, la Dirección de Obra podrá ordenar la realización de los ensayos oportunos.

3. CAPÍTULO III – DEFINICIÓN, EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

3.1 Condiciones generales

3.1.1 Introducción

3.1.1.1 Inspección del emplazamiento

Se considera que antes de presentar su oferta, el Contratista ha comprobado el emplazamiento de la Obra y sus alrededores, las eventuales destrucciones, la naturaleza del terreno, y cualquier otra circunstancia susceptible de incidir en el desarrollo de la obra.

Por ello, el Contratista no tendrá derecho alguno a reclamar pagos en relación con los gastos ocasionados por la falta de observancia del presente artículo.

3.1.1.2 Ocupación de Terrenos y su Vigilancia.

Aprobado el proyecto y, previamente a la tramitación del expediente de contratación de la obra, se procederá a efectuar el replanteo del mismo, el cual consistirá en comprobar la realidad geométrica de la misma y la disponibilidad de los terrenos precisos para su normal ejecución, que será requisito indispensable para la adjudicación en todos los procedimientos. Asimismo, se deberán comprobar cuantos supuestos figuren en el proyecto elaborado y sean básicos para el contrato a celebrar.



En la tramitación de los expedientes de contratación referentes a obras de infraestructuras hidráulicas, de transporte y de carreteras, se dispensará del requisito previo de disponibilidad de los terrenos, si bien la ocupación efectiva de aquellos deberá ir precedida de la formalización del acta de ocupación.

En los casos de cesión de terrenos o locales por Entidades públicas, será suficiente para acreditar la disponibilidad de los terrenos, la aportación de los acuerdos de cesión y aceptación por los órganos competentes.

El Contratista podrá disponer de aquellos espacios adyacentes o próximos al tajo mismo de obra, expresamente recogidos en el proyecto como ocupación temporal, para el acopio de materiales, la ubicación de instalaciones auxiliares o el movimiento de equipos y personal.

Será de su cuenta y responsabilidad la reposición de estos terrenos a su estado original y la reparación de los deterioros que hubiera podido ocasionar.

Será también de cuenta del Contratista la provisión de aquellos espacios y accesos provisionales que, no estando expresamente recogidos en el proyecto, decidiera utilizar para la ejecución de las obras.

3.1.1.3 Fuentes de Energía

Cuando el Contrato de Obra no indique lo contrario, el suministro de energía eléctrica, agua y otras fuentes precisas para la ejecución de la obra, correrá por cuenta del Contratista. Del mismo modo, correrán por su cuenta, las tasas de abonar a Compañías suministradoras los gastos de mantenimiento de las instalaciones y consumos.

3.1.1.4 Uso Temporal de Bienes de la Propiedad

Para la utilización de bienes o fuentes de energía de la Propiedad, en su caso, el Contratista viene obligado a obtener la aprobación explícita de la misma. En este supuesto el Contratista queda obligado a su mantenimiento y reparación, siendo de su cuenta los gastos que se originen por este concepto, si no procede de esta forma, la Propiedad reparará a su costa, pasándole los cargos correspondientes, que deberá abonar.

3.1.1.5 Reclamaciones de terceros.

El Contratista tomará las precauciones necesarias para evitar cualquier clase de daños a terceros, atenderá a la mayor brevedad, las reclamaciones de propietarios y afectados, y lo notificará por escrito y sin demora a la Dirección de Obra.



En el caso de que se produjesen daños a terceros, el Contratista informará de ello al Director de Obra y a los afectados. El Contratista repondrá el bien a su situación original con la máxima rapidez, especialmente si se trata de un servicio público fundamental o si hay riesgos importantes.

3.1.2 Inicio de las obras

3.1.2.1 **Comprobación del Replanteo**

Antes de dar comienzo a las obras se procederá a la comprobación del replanteo de estas, teniendo en cuenta lo expuesto en el presente artículo.

El replanteo de las diferentes partes de la obra corresponde al Contratista, quien deberá realizar estas operaciones a su cargo y responsabilidad, recurriendo en caso preciso a la colaboración de la DO.

La DO se reserva el derecho de controlar los replanteos y nivelaciones realizadas por el Contratista, sin que esta vigilancia disminuya en nada la responsabilidad del Contratista.

El Contratista deberá poner gratuitamente a disposición de la DO los aparatos, objetos y mano de obra necesarios para efectuar este control.

En el Acta que se ha de levantar del mismo, el Contratista ha de hacer constar expresamente que se ha comprobado a plena satisfacción suya la completa correspondencia, en planta y cotas relativas, entre la situación de las señales fijas que se han construido en el terreno y homólogas indicadas en los planos, donde están referidas a la obra proyectada así como también que dichas señales son suficientes para poder determinar perfectamente cualquier parte de la obra proyectada, de acuerdo con los planos que figuran en el Proyecto.

En el caso de que las señales construidas en el terreno no sean suficientes para poder determinar perfectamente alguna parte de la obra, se construirán las que se precisen para que pueda darse aprobación al Acta.

Para verificar lo expuesto, se levantará la correspondiente Acta de Comprobación de Replanteo que refleje la conformidad o disconformidad del mismo con referencia al Proyecto, con especial y expresa referencia a las características geométricas de la obra. Caso que el Contratista, sin formular reservas sobre la viabilidad del Proyecto, hubiera formulado otras observaciones, la DO, en consideración de las mismas, decidirá iniciar o suspender las obras, justificando la decisión en la propia Acta de Replanteo.

Una vez firmada el Acta por ambas partes, el Contratista quedará obligado a replantear por sí las partes de obra según precise para su construcción, de acuerdo con los datos de los planos o los que le proporcione la DO en caso de modificaciones aprobadas o dispuestas por la Propiedad. Para ello fijará en el terreno, además de las ya existentes, las señales y dispositivos necesarios para que quede perfectamente marcado el replanteo de la obra a efectuar.



La DO, puede realizar las comprobaciones que estime conveniente, replantear directamente la parte de la obra que desee, así como introducir las modificaciones precisas en los datos de replanteo del Proyecto. Si alguna de las partes lo estima necesario, también se levantará Acta de estos replanteos parciales, debiendo quedar indicado en la misma los datos que se consideren necesarios para la construcción y posterior medición de la obra ejecutada.

Todos los gastos de replanteo general y su comprobación, así como los que se ocasionen al verificar los replanteos parciales y comprobación de replanteos, serán de cuenta del Contratista, por encontrarse repercutidos en los correspondientes precios unitarios de adjudicación.

El Contratista responderá de la conservación de las señales fijas comprobadas en el replanteo general y las que indique la DO de los replanteos parciales, no pudiéndose inutilizar ninguna sin su autorización por escrito. En el caso de que sin dicha conformidad se inutilice alguna señal, la DO dispondrá que se efectúen los trabajos necesarios para reconstruirla o sustituirla por otra siendo por cuenta del Contratista los gastos que se originen. También podrá la DO suspender la ejecución de las partes de obra que queden indeterminadas a cuenta de la inutilización de una o varias señales, hasta que dichas señales sean sustituidas por otras.

3.1.2.2 Modificaciones al Proyecto como Consecuencia del Replanteo.

Si como consecuencia del replanteo se deduce la necesidad de introducir modificaciones al Proyecto, la DO redactará, sin perjuicio de la remisión inmediata al acta, una valoración razonada del importe de las modificaciones.

Si la Propiedad decide la modificación del Proyecto, se procederá a redactar la documentación necesaria para su viabilidad, pudiendo acordarse la suspensión total o parcial de las obras. Una vez aprobada la documentación confeccionada, esta constituirá parte del Proyecto, y se considerará vigente a efectos del Contrato.

3.1.2.3 Orden del Inicio de la Obra y de cada uno de los Tajos.

La DO comunicará al Contratista la fecha de iniciación de las obras, que normalmente se fijará en el día siguiente del de la firma del Acta de Comprobación de Replanteo.

Hasta la aprobación del programa de trabajos, la DO establecerá las directrices para comenzar los trabajos por aquellos tajos de más perentoria necesidad.

El Contratista notificará al Director de Obra, para cada tajo de obra, su intención de iniciar los trabajos, con quince (15) días de anticipación, siempre y cuando ello requiera la ocupación de terreno y se ajuste al programa de trabajos en vigor. Si la ocupación supone una modificación del programa de trabajos vigente, la notificación se realizará con una anticipación de 45 días y quedará condicionada a la aceptación por el Director de Obra.

3.1.2.4 Plazo de Ejecución.

El Contratista ejecutará las obras comprendidas en el presente proyecto en el plazo estipulado en el Contrato. Lo anteriormente indicado es así mismo aplicable para los plazos parciales, si así se hubieran hecho constar.

Cuando el plazo se fija en días, estos serán naturales, y el último se computará por entero. Cuando el plazo se fija en meses, se contará de fecha a fecha. Si no existe fecha correspondiente, en el que se ha finalizado el plazo, éste termina el último día de ese mes.

3.1.2.5 Programa de Trabajos.

Al término de treinta (30) días contados a partir de la firma del Acta de Replanteo, o en el plazo y forma que se indique en los Pliegos de Licitación, el Contratista remitirá a la DO, para su aprobación o reparo, un programa de trabajos valorado mensualmente, ampliamente razonado y justificado, teniéndose en cuenta los plazos de llegada a obra de materiales y medios auxiliares y la interdependencia de las distintas operaciones, así como la información necesaria para gestionar todos los desvíos o retiradas de servicios previstos en Proyecto que sean de competencia del Director de Obra, también reflejará la incidencia que sobre su desarrollo hayan de tener las circunstancias climatológicas, estacionales, de movimiento de personal y cuantas de carácter general sean estimables, según cálculos estadísticos de probabilidades, siendo de obligado ajuste con el plazo fijado en la licitación o con el menor ofertado por el Contratista, si fuese éste el caso, aún en la línea de apreciación más pesimista.

Dicho programa se reflejará en dos diagramas. Uno de ellos especificará los espacios-tiempos de la obra a realizar, y el otro será de barras, donde se ordenarán las diferentes partes de obra que integran el proyecto, estimando en día-calendario los plazos de ejecución de la misma, con indicación de la valoración mensual y acumulada.

El Programa de Trabajos se revisará juntamente con la DO con una frecuencia mínima mensual, con el objetivo de detectar cualquier desviación en dicho Programa de Trabajos. Dicha desviación observada conllevará la necesidad de un nuevo Plan de Obra que se ajuste a la nueva realidad.

En cualquier momento, a requerimiento de la DO, el Contratista informará por escrito de todos los detalles, preparativos y equipos a emplear para la ejecución de la obra.

La remisión y aprobación de este Programa por parte de la DO, no exime al Contratista de sus responsabilidades contractuales.

3.1.2.6 Variaciones en el Plazo de Ejecución, Consecuencia de Modificaciones al Proyecto.

En caso de introducirse modificaciones al Proyecto como consecuencia de variaciones introducidas durante la ejecución, el Contratista presentará a la DO, para su aprobación, un nuevo Programa de



Trabajos, donde estén recogidas, indicándose la ampliación o reducción del plazo de ejecución que figura en el contrato de adjudicación de Obra.

3.1.2.7 Examen de las Propiedades Afectadas por las Obras.

El Director de Obra podrá exigir al Contratista la recopilación de información adecuada sobre el estado de las propiedades antes del comienzo de las obras, si estas pueden ser afectadas por las mismas o si pueden ser causa de posibles reclamaciones de daños.

El Contratista informará al Director de Obra de la incidencia de los sistemas constructivos en las propiedades próximas.

El Director de Obra establecerá el método de recopilación de información sobre el estado de las propiedades y las necesidades del empleo de actas notariales o similares.

Antes del comienzo de los trabajos, el Contratista confirmará por escrito al Director de la Obra, que existe un informe adecuado sobre el estado actual de las propiedades y terrenos, de acuerdo con los apartados anteriores.

3.1.2.8 Localización de servicios, estructuras e instalaciones.

La situación de los servicios y propiedades que se indica en los planos ha sido definida con la información disponible pero no hay garantía ni se responsabiliza el Consorcio de la total exactitud de estos datos. Tampoco se puede garantizar que no existan otros servicios o instalaciones no reflejados en el Proyecto.

El Contratista consultará, antes del comienzo de los trabajos, a los afectados sobre la situación exacta de los servicios existentes y adoptará sistemas de construcción que eviten daños. Asimismo, con la suficiente antelación al avance de cada tajo de obra, deberá efectuar las catas convenientes para la localización exacta de los servicios afectados. Estas catas se abonarán a los precios correspondientes del Cuadro nº 1.

Si se encontrase algún servicio no señalado en el Proyecto, el Contratista lo notificará inmediatamente, por escrito, al Director de la Obra, no otorgando, esta circunstancia, derecho de compensación alguno.

El Programa de Trabajos aprobado y en vigor, ha de suministrar al Director de Obra la información necesaria para gestionar todos los desvíos o retiradas de servicios previstos en el Proyecto, que sean de su competencia en el momento adecuado para la realización de las obras.



3.1.3 De la ejecución normal de las obras

3.1.3.1 **Medidas de Protección y Seguridad.**

Será obligación del Contratista adoptar las precauciones y medidas necesarias para garantizar la seguridad del personal que trabaje en las obras y personal que pueda entrar a inspeccionarla, cumpliendo en todo momento las especificaciones del Plan de Seguridad y Salud, que el contratista está obligado a presentar antes del inicio de las obras, para su aprobación previa por el CABB y su tramitación ante el Organismo competente de la Administración, en el cual se deberá realizar un análisis de las distintas operaciones a realizar durante la ejecución de las obras, así como un estudio detallado de los riesgos generales, ajenos y específicos derivados de aquéllas, definiéndose, en consecuencia, las medidas de prevención y/o protección que se deberán adoptar en cada caso.

En general, el Contratista viene obligado por su cuenta y riesgo, a cumplir cuantas disposiciones legales estén vigentes en materia de seguridad y salud en el trabajo y prestará especial cuidado en su caso en el cumplimiento de las prescripciones reglamentarias del Ministerio de Industria, relativas a todo tipo de instalaciones eléctricas, particularmente las referentes a puestas a tierra y protecciones.

Durante el período de ejecución de la obra el Contratista será responsable de cualquier accidente de personas ajenas a la obra que se produjese por negligencia, falta de señalización, vigilancia o de no haber establecido las precauciones necesarias para evitar la entrada a la misma.

Como elemento primordial de seguridad se establecerá toda la señalización necesaria tanto durante el desarrollo de las obras como durante su explotación, haciendo referencia a los peligros existentes. Para ello se utilizarán, cuando existan, las correspondientes señales vigentes establecidas por el Organismo competente.

En su caso, se cumplirán todas las directrices incluidas en la normativa vigente.

3.1.3.2 **Libre Acceso a la Obra.**

La DO y cualquier persona autorizada por la misma tendrá en cualquier momento acceso a la Obra, y a todas las instalaciones auxiliares y talleres donde se desarrollen trabajos relacionados con la Obra; el Contratista proporcionará toda la asistencia necesaria para facilitar este acceso.

3.1.3.3 **Inspección y Vigilancia.**

La DO ejercerá de una manera continuada la inspección, vigilancia y supervisión de la obra durante su ejecución, acompañando al Contratista a la DO durante las visitas que al respecto realice.



El Contratista proporcionará todos los medios para poder realizar esta labor, así como para realizar ensayos de los materiales a utilizar.

La no desaprobación de algún trabajo o materiales durante una visita de obra, no va en detrimento de la facultad de la DO de desaprobación posteriormente dicho trabajo o materiales y ordenar su remoción y reejecución.

Ninguna parte de la obra deberá cubrirse o hacerse invisible sin la aprobación de la DO, para lo cual el Contratista proporcionará todas las facilidades para examinar los trabajos.

3.1.3.4 Oficina de Obra para la Dirección de Obra.

Antes de iniciarse las obras, el Contratista instalará una oficina de obra a disposición de la DO, o quien ella considere, con una superficie útil mínima de 80 m², en el lugar que considere más oportuno, previa conformidad de la DO, y la mantendrá hasta la total finalización de las mismas, no pudiendo ser retiradas sin previo consentimiento de la DO, dicha oficina se dotará con las siguientes instalaciones:

Serán amuebladas y equipadas con los servicios de agua, luz, teléfono e internet, conectados de forma que estén disponibles para su ocupación y uso a los 30 días de la fecha de comienzo de los trabajos.

El Contratista suministrará calefacción, agua, luz y limpieza hasta la terminación de los trabajos.

El teléfono de estas oficinas será totalmente independiente, de forma que asegure totalmente su privacidad.

En esta oficina se conservará copia autorizada del Proyecto de la obra a realizar, de los documentos contractuales y del Libro de Órdenes.

Los gastos derivados de dicha instalación serán por cuenta del Contratista y se entenderán repercutidos en los precios del contrato.

3.1.3.5 Protección, Vallado y Vigilancia de Obra

Para la protección de las obras y la seguridad y conveniencia del personal de obra y de terceros, el Contratista proporcionará y mantendrá a su costa la iluminación, guardas, cercas, y vigilancia, cuando y donde se requiera, o por escrito ordene la DO.

En el caso de que se produzcan daños o desperfectos por incumplimiento de lo anteriormente expuesto, el Contratista deberá repararlos a su costa.

Tan pronto como el Contratista tome posesión de los terrenos, procederá a su vallado, si así estuviese previsto en el Proyecto, fuese necesario por razones de seguridad o así lo requiriesen las ordenanzas o reglamentación de aplicación, además archivará la documentación sobre las fechas de entrada y salida



de cada propiedad, pública o privada, así como los datos de montaje y desmontaje del vallado que pondrá a disposición de la D.O.

Antes de cortar el acceso a una propiedad, el Contratista, previa aprobación del Director de Obra, informará con quince días de anticipación a los afectados, y proveerá un acceso alternativo. Los trabajos que se realicen para la ejecución de estos accesos provisionales serán de abono a los precios unitarios del contrato, siempre que tanto los trabajos como los precios hayan sido previamente acordados y aprobados con la Dirección de Obra.

El vallado de zanjas y pozos se realizará mediante barreras metálicas portátiles enganchables o similar, de acuerdo con el Plan de Seguridad y Salud aprobado.

El cierre provisional de puntos singulares de la obra mediante vallas opacas de altura superior a 1,80 metros será de abono a los precios correspondientes del cuadro nº 1 únicamente cuando así se establezca en el proyecto o lo ordene el Director de Obra, pero no cuando sea exigencia de las ordenanzas o reglamentación de aplicación.

El Contratista inspeccionará y mantendrá el estado del vallado y corregirá los defectos y deterioros a su costa y con la máxima rapidez. Se mantendrá el vallado de los terrenos hasta que sea sustituido por un cierre permanente o hasta que se terminen los trabajos de la zona afectada.

3.1.3.6 Accesos a la Obra

3.1.3.6.1 Construcción, conservación y uso de los caminos de acceso

Los caminos y accesos provisionales a los diferentes tajos serán construidos, o reforzado su firme y estructura (en el caso de caminos y accesos ya existentes), por el Contratista, siendo de abono los trabajos realizados, previa aprobación de la Dirección de Obra, a los precios del cuadro Nº1 del contrato y con los condicionantes definidos en el apartado correspondiente del PPTG. La Dirección de Obra podrá pedir que todos o parte de ellos sean construidos antes de la iniciación de las obras.

El Contratista quedará obligado a reconstruir todas aquellas obras, construcciones e instalaciones de servicio público o privado, tales como cables, aceras, cunetas, alcantarillado, etc., que se vean afectados por la construcción de los caminos, aceras y obras provisionales. Igualmente deberá colocar la señalización necesaria y todos los medios razonables para evitar daños en los cruces o desvíos con carreteras nacionales o locales, en edificaciones colindantes, así como retirar de la obra a su cuenta y riesgo, todos los materiales y medios de construcción sobrantes, una vez terminada aquélla, dejando la zona perfectamente limpia.

Estos caminos o accesos provisionales estarán situados, en la medida de lo posible, fuera del lugar de emplazamiento de las obras definitivas. En el caso excepcional de que necesariamente hayan de



producirse interferencias, las modificaciones posteriores para la ejecución de los trabajos serán a cargo del Contratista.

El Contratista conservará, por su cuenta, en condiciones adecuadas para su utilización los accesos y caminos provisionales de obra.

En el caso de caminos que han de ser utilizados por varios Contratistas, éstos deberán ponerse de acuerdo entre sí sobre el reparto de los gastos de su construcción y conservación.

Los caminos particulares o públicos usados por el Contratista para el acceso a las obras y que hayan sido dañados por dicho uso, deberán ser reparados por su cuenta, si así lo exigieran los propietarios o las administraciones encargadas de su conservación.

El Consorcio se reserva para sí y para los Contratistas a quienes encomiende trabajos de reconocimientos, sondeos e inyecciones, suministros y montajes especiales, el uso de todos los caminos de acceso construidos por el Contratista sin colaborar en los gastos de conservación.

El Contratista ejecutará la obra manteniendo el tráfico habitual de las vías que utilice durante la construcción de la Obra.

3.1.3.6.2 Ocupación temporal de terrenos para la ejecución de las obras y los caminos de acceso a las mismas

El Contratista podrá disponer de aquellos espacios adyacentes o próximos al tajo mismo de obra, expresamente recogidos en el proyecto como ocupación temporal, para el acopio de materiales, la ubicación de instalaciones auxiliares o el movimiento de equipos y personal.

Las autorizaciones necesarias para ocupar temporalmente terrenos para la construcción de caminos provisionales de acceso a las obras, no previstos en el Proyecto, serán gestionadas por el Contratista quien deberá satisfacer por su cuenta las indemnizaciones correspondientes y realizar los trabajos para restituir los terrenos a su estado inicial tras la ocupación temporal.

Será de su cuenta y responsabilidad de reposición de estos terrenos a su estado original y la reparación de los deterioros que hubiera podido ocasionar.

3.1.3.6.3 Señalización de la obra

El Contratista será responsable del estricto cumplimiento de las posibles disposiciones vigentes en la materia, y de aquellos que particularmente ordene la DO. Los gastos originados por este concepto serán por cuenta del Contratista.



3.1.3.7 Inscripciones en las Obras

El texto y lugar de colocación de cualquier inscripción que el Contratista realice en la obra deberá contar con la aprobación explícita de la DO. Podrá situar aquellas que acrediten ser el ejecutor de las obras. El Contratista no podrá poner, ni en la obra ni en los terrenos ocupados o expropiados por el Consorcio para la ejecución de las mismas, inscripción alguna que tenga carácter de publicidad comercial.

El contratista colocará carteles informativos de la obra a realizar, en los lugares indicados por la Dirección de Obra, de acuerdo con las siguientes características:

- TIPO I
 - Nº de carteles: 2 unidades
 - Dimensiones: 3.200 x 2.450 mm.
 - Material: Perfiles extorsionados de aluminio modulable esmaltados, y rotulados en Euskera y Castellano.
 - Soportes: IPN-140 de 13,50 ml. de longitud, placas base y anclajes galvanizados.
- TIPO II
 - Nº de carteles: 10 unidades
 - Dimensiones: 2.000 x 1.500 mm.
 - Material: Chapa de acero laminado en frio de 1,8 mm. de espesor, esmaltados y rotulados en Euskera y Castellano.
 - Soportes: Tubo rectangular galvanizado de 100 x 50 x 3 de 3.00 ml. de longitud. Tornillería de acero inoxidable.

El texto y diseño de los carteles será el que se defina en el Proyecto o en su defecto de acuerdo a las instrucciones del Director de Obra.

El coste de los carteles y accesorios, así como las instalaciones de los mismos, será por cuenta del Contratista.

3.1.3.8 Equipos e Instalaciones Auxiliares de Obra.

Excepto donde el contrato especifique lo contrario, el Contratista instalará y mantendrá a sus expensas, todos los almacenes, talleres, vestuarios, comedores, y edificaciones auxiliares en general, requeridos para la ejecución de los trabajos. Del mismo modo, una vez finalizados los tajos correspondientes y la obra en su totalidad, el contratista deberá anunciar al Director de obra, la retirada de las edificaciones provisionales, así como la demolición de las obras auxiliares para su aprobación.

Los gastos provocados por esa retirada de instalaciones y demolición de obras auxiliares y acondicionamiento y limpieza de las superficies ocupadas, para que puedan recuperar su aspecto



original, serán de cuenta del Contratista, debiendo obtener la conformidad del Director de Obra para que pueda considerarse terminado el conjunto de la obra.

Transcurridos 10 días de la terminación de las obras y si el Contratista no hubiese cumplido lo preceptuado en los párrafos anteriores, la Dirección de Obra podrá realizar por terceros la limpieza del terreno y retirada de elementos sobrantes, pasándole al Contratista el correspondiente cargo.

También será de cuenta del Contratista el enganche y suministro de energía eléctrica y agua para la ejecución de las obras, los cuales deberán quedar realizadas de acuerdo con los Reglamentos vigentes, y las Normas de la Compañía Suministradora.

El Contratista queda obligado a aportar a las obras la maquinaria, equipo y medios auxiliares precisos para la correcta ejecución de la obra dentro de los plazos establecidos.

Todos los equipos de construcción, maquinaria e instalaciones auxiliares de obra que aporte el Contratista deberán considerarse, una vez instaladas en el emplazamiento de la obra, exclusivamente destinadas a la ejecución de las mismas, debiendo abstenerse el Contratista de retirarlas sin el consentimiento escrito de la DO.

El Contratista asumirá todas las responsabilidades por pérdidas o daños causados a alguno de los equipos mencionados, salvo en los casos de fuerza mayor.

El Contratista no podrá efectuar reclamación en base a la insuficiencia del equipo que se haya podido prever en Proyecto para la ejecución de la obra, aun cuando este estuviera detallado en algún documento del Proyecto.

3.1.3.9 Cruces de Carreteras y Ferrocarriles

Antes del comienzo de los trabajos que afecten al uso de carreteras, viales, o vías ferroviarias, el Contratista propondrá el sistema constructivo que deberá ser aprobado por escrito por el Director de Obra, y el Organismo responsable de la vía de tráfico afectada.

Durante la ejecución de los trabajos el Contratista seguirá las instrucciones, previa notificación y aceptación del Director de Obra, hechas por el Organismo competente.

Las instrucciones que los Organismos competentes pudieran dar al Contratista deberán ser notificadas al Director de Obra para su aprobación por escrito.

Serán objeto de abono, a los precios unitarios ordinarios del cuadro nº1 para excavación, relleno, etc., las obras de desvío provisional expresamente recogidas en el Proyecto u ordenadas por el Director de Obra, al objeto de posibilitar la realización de los cruces.

No serán objeto de abono los desvíos provisionales promovidos o realizados por el Contratista, al objeto de facilitar, en interés propio, la ejecución de los trabajos de cruce.



La ejecución de trabajos nocturnos, en días festivo o conforme a un determinado programa de trabajos, ya sea en cumplimiento de las condiciones exigidas por el Organismo competente o por interés del propio Contratista, o la adopción de cualesquiera precauciones especiales que fuera necesario adoptar, no dará derecho a abono adicional alguno ni tampoco lo dará la disminución de los ritmos de ejecución que pudiera producirse en estos puntos singulares de la obra.

3.1.3.10 Obras que Afectan a Cauces de Ríos o Arroyos

Serán de aplicación los mismos criterios indicados en el apartado anterior para cruces de carreteras y/o ferrocarriles, debiendo además el Contratista adoptar las medidas adecuadas para garantizar la conservación medioambiental del ecosistema de ríos, arroyos, etc., durante los trabajos.

3.1.3.11 Reposición de Servicios, Estructuras e Instalaciones Afectadas

Todos los árboles, torres de tendido eléctrico, vallas, pavimentos, conducciones de agua, gas o alcantarillado, cables eléctricos o telefónicos, cunetas, drenajes, túneles, edificios y otras estructuras, servicios o Propiedades existentes a lo largo del trazado de las obras a realizar y fuera de los perfiles transversales de excavación, serán sostenidos y protegidos de todo daño o desperfecto por el Contratista por su cuenta y riesgo, estén o no estén reflejados en el Proyecto, hasta que las obras queden finalizadas y recibidas.

Si se encontrase algún servicio no señalado en el Proyecto, el contratista lo notificara inmediatamente por escrito al Director de Obra.

Será pues de su competencia la localización exacta de los servicios con la suficiente antelación al avance de cada tajo de obra, así como el gestionar con los organismos, entidades o particulares afectados, la protección, desvío, reubicación o derribo y posterior reposición, de aquellos servicios o Propiedades afectados, según convenga más a su forma de trabajo, y serán a su cargo los gastos ocasionados, aun cuando los mencionados servicios o Propiedades estén dentro de los terrenos disponibles para la ejecución de las obras (sean estos proporcionados por la Administración u obtenidos por el Contratista), siempre que queden fuera de los perfiles transversales de excavación.

La reposición de servicios, estructuras o Propiedades afectadas se hará a medida que se vayan completando las obras en los distintos tramos. Si transcurridos 30 días desde la terminación de las obras correspondientes el Contratista no ha iniciado la reposición de los servicios o Propiedades afectadas, la Dirección de Obra podrá realizarlo por terceros, pasándole al Contratista el cargo correspondiente.

En construcciones a cielo abierto, en las que cualquier conducción de agua, gas, cables, etc., cruce la zanja sin cortar la sección del colector o interceptor, el Contratista soportará tales conducciones sin daño alguno ni interrumpir el servicio correspondiente. Tales operaciones no serán objeto de abono alguno y correrán de cuanta del Contratista. Por ello éste deberá tomar las debidas precauciones, tanto en ejecución de las obras objeto del Contrato como en la localización previa de los servicios afectados.



Únicamente, y por sus características peculiares, serán de abono los trabajos de sostenimiento y/o reposición de los alcantarillados que crucen el colector o interceptor en construcción, de acuerdo con los criterios siguientes:

- Cuando las características de la alcantarilla (materiales, sección, estado de conservación, etc.) lo permita, se procederá a su sostenimiento mediante vigas y abrazaderas de sustentación que serán retiradas una vez colocado el colector o interceptor y ejecutado el relleno del mismo hasta la base de la alcantarilla apeada. Si son de temer daños posteriores en ésta, debido a asentamientos, se reforzará adicionalmente con anterioridad a la retirada de los elementos de sustentación. Estas obras se abonarán por ml. de soportes y refuerzo, en su caso, del colector existente de acuerdo con los precios del Cuadro nº 1.
- Cuando el estado del colector existente afectado por las obras no permita la ejecución de las operaciones anteriormente descritas, se procederá a su reposición sustituyéndolo por un nuevo conducto que se conectará al anterior una vez demolido éste último en la longitud necesaria y tras haber interrumpido el flujo de caudales mediante su retención aguas arriba del tramo a sustituir incluyendo un eventual bombeo temporal de dichos caudales. Estas obras se abonarán por ml. de colector sustituido y ml. de soporte de colector existente (si adicionalmente fuera necesario) de acuerdo con el Cuadro de Precios nº 1 del Proyecto.
- En el caso que, a juicio de la Dirección de Obra, las características de la alcantarilla (profundidad, sección, caudal, etc.), impidan el soporte, refuerzo o reposición "in situ" de dicha alcantarilla, se ejecutará un desvío de ésta última, según un plan que requerirá la aprobación previa de la Dirección de Obra.
- Cuando el desvío tuviera carácter provisional y una vez que las obras del interceptor o colector rebasen la posición original de la alcantarilla desviada, se repondrá ésta sobre su antiguo trazado reintegrándola a su función tras cegar y abandonar el desvío provisional.

Estas obras serán de abono según medición real y a los precios unitarios (rotura y reposición de pavimento, excavación, hormigones, tuberías, rellenos, demolición de colector existente, etc.), del Cuadro de Precios nº1 que le fueran aplicables.

En todos los casos donde las conducciones, alcantarillas, tuberías o servicios corten la sección del colector, el Contratista lo notificará a sus propietarios (compañía de servicios, municipios, particulares, etc.) estableciendo conjuntamente con ellos el desvío y reposiciones de los mencionados servicios, que deberá constar con la autorización previa de la Dirección de Obra. Estos trabajos de desvío y reposición sí serán objeto de abono, de acuerdo a los precios unitarios de proyecto (materiales, excavación, relleno, etc.).

También serán de abono aquellas reposiciones de servicios, estructuras, instalaciones, etc., expresamente recogidas en el Proyecto, siempre y cuando queden dentro de los perfiles transversales de excavación.

En ningún caso el Contratista tendrá derecho a reclamar cantidad alguna en concepto de indemnización por bajo rendimiento en la ejecución de los trabajos, especialmente en lo que se refiere a operaciones de apertura, sostenimiento, colocación de tubería y cierre de zanja, como consecuencia de la existencia



de Propiedades y servicios que afecten al desarrollo de las obras, bien sea por las dificultades físicas añadidas, por los tiempos muertos a que den lugar (gestiones, autorizaciones y permisos, refuerzos, desvíos, etc.) o por la inmovilización temporal de los medios constructivos implicados.

3.1.3.12 Evitación de Contaminaciones

El Contratista está obligado a cumplir las órdenes de la DO cuyo objeto sea evitar la contaminación del aire, cursos de agua, lagos, mares, cosechas, y en general cualquier clase de bien público o privado afectado por las obras, instalaciones, o talleres anejos, aunque hayan sido instalados en terrenos Propiedad del Contratista.

El Contratista respetará en todo momento los límites impuestos por las disposiciones vigentes sobre conservación de la naturaleza.

3.1.3.13 Utilización de Materiales que Aparezcan durante la Ejecución de la Obra.

Si durante la excavación de las obras se encontraran materiales que pudieran emplearse con ventaja técnica o económica sobre los previstos en proyecto, éstos podrán utilizarse con el consentimiento de la DO únicamente para la ejecución de las obras.

3.1.3.14 Objetos hallados en las Obras.

El Contratista no podrá apropiarse de los fósiles, monedas, objetos de valor geológico o interés arqueológico descubiertos en la obra. En este caso el Contratista tomará todas las precauciones para que la extracción y custodia de los mencionados objetos se realice con las necesarias garantías, siendo responsable subsidiario de las subtracciones o deterioros que pudieran originarse.

3.1.3.15 Conservación durante la Ejecución.

Durante la ejecución de la Obra el Contratista deberá mantener el emplazamiento de la obra debidamente libre de obstrucciones en relación con los almacenamientos de equipos y materiales sobrantes, eliminación de escombros y basuras, y obras provisionales no necesarias.

A la finalización de las obras, el Contratista deberá retirar las construcciones auxiliares, instalaciones de obra y equipo de construcción, dejando la totalidad de las obras en el estado de limpieza requerido por la DO.

Todos los gastos ocasionados por estos trabajos correrán a cargo del Contratista.



3.1.3.16 Trabajos Ocultos.

El Contratista no cubrirá ni hará invisible ninguna parte de la obra que haya de quedar oculta sin la aprobación de la DO, y proporcionará todas las facilidades para examinar, inspeccionar y medir estos trabajos antes de ser cubiertos. Para ello, cuando tales obras estén a punto de ser cubiertas, el Contratista pasará aviso a la DO para que ésta las inspeccione.

No obstante, a lo anterior, si en alguna de las partes de la obra cubiertas, la DO requiriese descubrirla, el Contratista se verá obligado a realizarlo, así como a reponer y reparar las partes descubiertas. En este caso, los gastos originados corren por cuenta del Contratista.

3.1.4 Incidencias en la ejecución de las obras

3.1.4.1 Reparaciones u Obras de Urgente Ejecución.

Si por cualquier causa bien durante el período de ejecución de obra, o durante el plazo de garantía, la DO considera que por razones de seguridad es necesario realizar trabajos de consolidación, refuerzo o reparación, el Contratista deberá efectuarlos en forma inmediata. Si no se encontrase en condiciones de realizar dichos trabajos, la Propiedad podrá ejecutar por sí misma u ordenar su ejecución por terceros.

En el caso de que estos trabajos fuesen motivados por causas imputables al Contratista, no serán de abono, si resultara necesario acudir a terceros, los gastos originados serán repercutidos al Contratista.

3.1.4.2 Modificación del Contrato de Obras

En lo que respecta a las modificaciones del contrato de obras será de obligado cumplimiento por el Contratista, lo establecido, al respecto, en los distintos supuestos, en la Ley de Contratos del Sector Público Vigente o sus sucesivas modificaciones.

Serán obligatorias para el contratista las modificaciones del contrato de obras que se acuerden de conformidad con lo establecido en el artículo 206 de la Ley de Contratos del Sector Público. En caso de que la modificación suponga supresión o reducción de unidades de obra, el contratista no tendrá derecho a reclamar indemnización alguna.

Cuando las modificaciones supongan la introducción de unidades de obra no previstas en el proyecto o cuyas características difieran de las fijadas en este, y no sea necesario realizar una nueva licitación, los precios aplicables a las mismas serán fijados por la Administración, previa audiencia del contratista por plazo mínimo de tres días hábiles. Cuando el contratista no aceptase los precios fijados, el órgano de contratación podrá contratarlas con otro empresario en los mismos precios que hubiese fijado, ejecutarlas directamente u optar por la resolución del contrato conforme al artículo 211 de esta Ley.



Cuando el Director facultativo de la obra considere necesaria una modificación del proyecto y se cumplan los requisitos que a tal efecto regula esta Ley, recabará del órgano de contratación autorización para iniciar el correspondiente expediente, que se sustanciará con las siguientes actuaciones:

- Redacción de la modificación del proyecto y aprobación técnica de la misma.
- Audiencia del contratista y del redactor del proyecto, por plazo mínimo de tres días.
- Aprobación del expediente por el órgano de contratación, así como de los gastos complementarios precisos.

No obstante, no tendrán la consideración de modificaciones:

- El exceso de mediciones, entendiéndose por tal, la variación que durante la correcta ejecución de la obra se produzca exclusivamente en el número de unidades realmente ejecutadas sobre las previstas en las mediciones del proyecto, siempre que en global no representen un incremento del gasto superior al 10 por ciento del precio del contrato inicial. Dicho exceso de mediciones será recogido en la certificación final de la obra.
- La inclusión de precios nuevos, fijados contradictoriamente por los procedimientos establecidos en esta Ley y en sus normas de desarrollo, siempre que no supongan incremento del precio global del contrato ni afecten a unidades de obra que en su conjunto exceda del 3 por ciento del presupuesto primitivo del mismo.

Cuando la tramitación de un modificado exija la suspensión temporal parcial o total de la ejecución de las obras y ello ocasione graves perjuicios para el interés público, el órgano de contratación podrá acordar que continúen provisionalmente las mismas tal y como esté previsto en la propuesta técnica que elabore la dirección facultativa, siempre que el importe máximo previsto no supere el 20 por 100 del precio primitivo del contrato y exista crédito adecuado y suficiente para su financiación.

El expediente de continuación provisional a tramitar al efecto exigirá exclusivamente la incorporación de las siguientes actuaciones:

- Propuesta técnica motivada efectuada por el director facultativo de la obra, donde figure el importe aproximado de la modificación, la descripción básica de las obras a realizar y la justificación de que la modificación se encuentra en uno de los supuestos previstos en el apartado 2 del artículo 203.
- Audiencia del contratista.
- Conformidad del órgano de contratación.
- Certificado de existencia de crédito.
- Informe de la Oficina de Supervisión de Proyectos, en el caso de que en la propuesta técnica motivada se introdujeran precios nuevos. El informe deberá motivar la adecuación de los nuevos precios a los precios generales del mercado, de conformidad con lo establecido en el apartado 3 del artículo 102.

En el plazo de seis meses contados desde el acuerdo de autorización provisional deberá estar aprobado técnicamente el proyecto, y en el de ocho meses el expediente de la modificación del contrato.



Dentro del citado plazo de ocho meses se ejecutarán preferentemente, de las unidades de obra previstas, aquellas partes que no hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas.

3.1.4.3 Incumplimiento del Programa de Trabajos.

El contratista deberá atenerse al plazo de ejecución que figura en el correspondiente Artículo del Presente Pliego de Prescripciones Técnicas, o en el correspondiente Contrato de Obra, salvo que por circunstancias justificadas la DO haya ampliado o reducido el mismo.

Si a juicio de la DO la marcha de los trabajos o cualquier parte de los mismos no presenta el ritmo necesario para asegurar la finalización de las obras en el correspondiente plazo de ejecución, la DO lo comunicará por escrito al Contratista, que adoptará cualquier medida necesaria y sea aprobada por la DO para acelerar los trabajos.

El Contratista no podrá reclamar pagos relacionados con estas unidades. Las penalidades en que incurra el Contratista por demora en los plazos parciales o totales en la ejecución de las obras serán las que se estipulen en el correspondiente Contrato de Obra.

Cuando el contratista, por causas imputables al mismo, hubiere incurrido en demora respecto al cumplimiento del plazo total, la Administración podrá optar indistintamente por la resolución del contrato o por la imposición de las penalidades indicadas en el Pliego de Bases de la Licitación.

La Administración tendrá la misma facultad a que se refiere el apartado anterior respecto al incumplimiento por parte del contratista de los plazos parciales, cuando se hubiese previsto en el pliego de cláusulas administrativas particulares o cuando la demora en el cumplimiento de aquellos haga presumir razonablemente la imposibilidad del cumplimiento del plazo total.

3.1.4.4 Suspensión Temporal de las Obras.

Siempre que la Propiedad acuerde una suspensión de toda o parte de la Obra, se comunicará por escrito al Contratista para que no continúe la ejecución de los trabajos afectados. Cuando la suspensión afecte temporalmente a una o varias partes de la Obra se denominará suspensión temporal parcial, si afecta a la totalidad de la Obra, suspensión temporal total.

Cuando esto ocurra, se levantará la correspondiente acta de suspensión, que deberá ir firmada por la DO y el Contratista, y en la que se hará constar el acuerdo de la Propiedad que originó la misma. Al acta se acompañará un anejo en el cual se reflejarán la parte o partes suspendidas, así como la medición tanto de la obra ejecutada como de los materiales acopiados que se vayan a ejecutar exclusivamente en las mismas.

Es deber del Contratista proteger los trabajos durante la suspensión temporal, atendiendo las instrucciones de la DO.



El costo suplementario a que se vea obligado el Contratista al cumplimentar las instrucciones de la DO en relación con la suspensión temporal correrá a cargo de la Propiedad, a menos que la causa sea debida a faltas del Contratista, necesaria en virtud de las condiciones climatológicas necesarias para la ejecución de la Obra con la debida garantía y seguridad de la misma.

3.1.4.5 Mejoras Propuestas por el Contratista

El Contratista podrá proponer por escrito a la DO la sustitución de una unidad de obra por otra, siempre que cumpla la misma función, pero reúna mejores condiciones, el empleo de materiales de mejor calidad a los previstos en Proyecto, la ejecución de partes de la obra con mayores dimensiones, y en general cualquier otra mejora que juzgue beneficiosa para la obra.

Si la DO lo estima conveniente, aun cuando no sea necesario, podrá autorizarlo por escrito, el Contratista sólo tendrá derecho a que se le abone lo correspondiente a la estricta ejecución del Proyecto.

3.1.4.6 Variaciones no Autorizadas

En ningún caso el Contratista podrá introducir o ejecutar modificaciones en la obra sin la debida aprobación de las mismas por la DO. Para que una modificación aprobada por ésta pueda incluirse en el contrato, necesariamente deberá ser aprobada por la Propiedad, incluyendo la valoración de la misma.

Las únicas modificaciones que podrán ser autorizadas durante la ejecución de las obras directamente por la DO serán aquellas relativas a las variaciones en las cantidades realmente ejecutadas de las unidades de obra constituyentes del presupuesto del Proyecto.

En caso de emergencia la DO podrá ordenar la realización de unidades de obra no previstas en el Proyecto, si son indispensables para garantizar la seguridad de la obra ya ejecutada o evita daños a terceros.

Las variaciones de obra no aprobadas por la DO son responsabilidad del Contratista, quien en ningún caso podrá reclamar abono del sobre costo de las mismas. Caso de que las modificaciones supongan reducción del volumen de obra ejecutada, se efectuará valoración real de lo construido.

3.1.4.7 Obras Defectuosas

Hasta la recepción, el Contratista responderá de la correcta ejecución de la obra. Si aparecen defectos, el Contratista viene obligado a repararlos a satisfacción de la DO, sin que sea eximente la circunstancia de su reconocimiento previo por parte de la misma.



Los gastos de remoción y reposición, así como la responsabilidad y garantía de la correcta reparación de los mismos, incumben al Contratista, excepto cuando la obra defectuosa sea motivada por vicios de Proyecto.

3.1.4.8 Obras Incompletas

Cuando por rescisión justificada del Contrato de Obra, algunas unidades de Obra no hayan quedado terminadas, el Contratista tendrá derecho a que se le abone la parte ejecutada de las mismas, de acuerdo a la descomposición que figure en el Cuadro de Precios nº 2 del Proyecto, quedando los materiales no utilizados a libre disposición de la Propiedad.

3.1.4.9 Trabajos Nocturnos y Emergencias

Los trabajos nocturnos deberán ser previamente autorizados por el Director de obra y realizados solamente en las unidades de obra que él indique. El Contratista deberá instalar los equipos de iluminación del tipo e intensidad que el Director de Obra apruebe, y mantenerlos en perfecto estado mientras duren los trabajos nocturnos.

Dichos trabajos se abonarán según unidades de obra a los precios que correspondan del Cuadro de Precios nº1 y no serán objeto de abono los sobrecostos debido a la naturaleza de estos trabajos.

El Contratista dispondrá de la organización necesaria para solucionar emergencias relacionadas con las obras del Contrato, aun cuando aquellas se produzcan fuera de las horas de trabajo. El abono de los trabajos de emergencia quedará a la decisión que estime más oportuna en cada caso la DO.

El Director de Obra dispondrá en todo momento de una lista actualizada de direcciones y número de teléfono del personal del Contratista responsable de la organización de estos trabajos de emergencia.

3.1.5 Medición y abono de las obras

3.1.5.1 Valoración de las obras ejecutadas

A los efectos del pago, la Administración expedirá mensualmente, en los primeros diez días siguientes al mes al que correspondan, certificaciones que comprendan la obra ejecutada durante dicho período de tiempo, salvo prevención en contrario en el pliego de cláusulas administrativas particulares, cuyos abonos tienen el concepto de pagos a cuenta sujetos a las rectificaciones y variaciones que se produzcan en la medición final y sin suponer en forma alguna, aprobación y recepción de las obras que comprenden.

El contratista tendrá también derecho a percibir abonos a cuenta sobre su importe por las operaciones preparatorias realizadas como instalaciones y acopio de materiales o equipos de maquinaria pesada



adscritos a la obra, en las condiciones que se señalen en los respectivos pliegos de cláusulas administrativas particulares y conforme al régimen y los límites que con carácter general se determinen reglamentariamente, debiendo asegurar los referidos pagos mediante la prestación de garantía.

3.1.5.2 Mediciones

Las mediciones son los datos recogidos de los elementos cualitativos y cuantitativos que caracterizan las obras ejecutadas, los acopios realizados, o los suministros efectuados, y se realizarán de acuerdo con lo estipulado en el PPTP del Proyecto y en el presente PPTG.

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula correspondiente del PCAG.

3.1.5.3 Certificaciones

En la expedición de certificaciones registrará lo dispuesto en la LCSP y las Cláusulas correspondientes del PCAG.

3.1.5.4 Precios Unitarios

Es de aplicación lo dispuesto en la Cláusula correspondiente del PCAG.

De acuerdo con lo dispuesto en dicha cláusula, los precios unitarios de "ejecución material", comprenden, sin excepción ni reserva, la totalidad de los gastos y cargas ocasionados por la ejecución de los trabajos correspondientes a cada uno de ellos, los que resulten de las obligaciones impuestas al Contratista por los diferentes documentos del Contrato y por el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

Estos precios de ejecución material comprenderán todos los gastos necesarios para la ejecución de los trabajos correspondientes hasta su completa terminación y puesta a punto, a fin de que sirvan para el objeto que fueron proyectados, y en particular, sin pretender una relación exhaustiva, los siguientes:

- Los gastos de mano de obra, de materiales de consumo y de suministros diversos, incluidas terminaciones y acabados que sean necesarios aun cuando no se hayan descrito expresamente en la petición de precios unitarios.
- Los seguros de toda clase.
- Los gastos de planificación y organización de obra.
- Los gastos de realización de cálculos, planos o croquis de construcción y archivo actualizado de planos de obra.
- Los gastos de construcción, mantenimiento, remoción y retirada de toda clase de construcciones auxiliares.
- Los gastos de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales.



- Los gastos de protección y acopios de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes.
- Los gastos de construcción y conservación de los caminos auxiliares de acceso y de obra provisional.
- Los gastos derivados del cumplimiento de los apartados Oficinas de Obra e Inscripciones en las obras del presente PPTG.
- Los gastos derivados de la Garantía y Control de Calidad de la obra, conforme se especifica en el presente PPTG.
- Los costes relacionados con la disposición y correcta utilización de los medios auxiliares a utilizar para la correcta ejecución de los trabajos (andamios, escaleras, cimbras, etc.).

En los precios de "ejecución por contrata" obtenidos según los criterios de los Pliegos de Bases para la Licitación o Contrato de Adjudicación, están incluidos, además:

- Los gastos generales y el beneficio
- Los impuestos y tasas de toda clase

3.1.5.5 Abono de unidades

Las unidades de obra ejecutadas se abonarán, con carácter general, de acuerdo con los criterios fijados, para cada una de ellas, en sus correspondientes capítulos del PPTG o del PPTP.

Para aquellas unidades, principalmente equipos, cuya fabricación se realice de manera específica y particularizada para la obra, se contemplará un régimen de pagos especial, que comprenderá, el abono del 50 % de la unidad, una vez que el equipo sea acopiado en la obra, el abono de un 20% adicional, una vez que el equipo se coloque en la instalación, otro 20 % en el momento en el que quede conexionado mecánica y eléctricamente, y el 10% final, tras la comprobación de su adecuado funcionamiento, de acuerdo a los criterios fijados en el proyecto.

3.1.5.6 Partidas Alzadas

Es de aplicación lo dispuesto en PCAG.

Son partidas del presupuesto correspondiente a la ejecución de una obra o de una de sus partes en cualquiera de los siguientes supuestos:

- Por un precio fijo definido con anterioridad a la realización de los trabajos y sin descomposición en los precios unitarios (Partidaalzada de abono íntegro).
- Justificándose la facturación a su cargo mediante la aplicación de precios unitarios elementales o alzados, en base a mediciones reales (Partida Alzada a Justificar).



En el primer caso la partida se abonará completa tras la realización de la obra en ella definida y en las condiciones especificadas mientras que en el segundo supuesto sólo se certificará el importe resultante de la medición real.

Las partidas alzadas tienen el mismo tratamiento en cuanto a su clasificación (ejecución material y por contrata), conceptos que comprenden, repercusión del coeficiente de baja de adjudicación respecto del tipo de licitación y fórmulas de previsión de los precios unitarios.

3.1.5.7 Abonos a Cuenta de Materiales Acopiados, Equipos e Instalaciones Son de aplicación la LCSP y lo establecido, al respecto, en el PCAG.

3.1.5.8 Gastos de Seguridad y Salud

Los gastos derivados del cumplimiento de la Normativa vigente relativa a la Seguridad y Salud y Señalización de la Obra se consideran incluidos directa o indirectamente en el Presupuesto de la obra.

3.1.5.9 Precios Contradictorios

Para la realización de todas las unidades de obra cuyos precios unitarios no figuran en el presupuesto de la obra, se establecerá el correspondiente precio contradictorio.

Los materiales, mano de obra, y maquinaria que intervengan en este nuevo precio, y que figuren en las respectivas relaciones de precios elementales presentadas por el contratista en la oferta económica de la licitación, según se exige en el PCAP, o, en su otro caso, del anejo "Justificación de precios" serán valorados según esos documentos.

Caso de precisar la unidad la utilización de materiales distintos de mano de obra especializada, o maquinaria no prevista en proyecto, se justificará debidamente el coste de cada uno de estos conceptos, pero retrotrayéndose su coste a la fecha de la licitación, y manteniéndose los coeficientes que en la justificación de precios figuran como gastos indirectos.

3.1.5.10 Revisión de Precios

La revisión de precios se efectuará conforme a lo estipulado en la Ley de Contratos del Sector Público y en el Pliego de Cláusulas Administrativas.



3.1.6 Terminación de la obra

3.1.6.1 **Notificación de Terminación de Obra**

El Contratista comunicará por escrito a la Dirección de Obra la fecha prevista para la finalización de las obras con una antelación de al menos 45 días debidamente justificada.

El DO, en caso de conformidad con la citada comunicación del Contratista, la elevará con su informe, con una antelación de un (1) mes respecto a la fecha de terminación de la obra, a la Propiedad, a los efectos de que ésta proceda al nombramiento de un representante para la recepción.

3.1.6.2 **Recepción de las Obras**

Al término de la ejecución de las obras objeto de este pliego se hará, si procede, la recepción de estas.

En el acta de recepción, se harán constar las deficiencias que a juicio de la Dirección de Obra deben ser subsanadas por el Contratista estipulándose igualmente el plazo máximo (inferior al plazo de garantía), en que deberán ser ejecutadas.

3.1.6.3 **Proyecto de Obras Ejecutadas**

Dentro del plazo de dos meses contados a partir de la recepción, el órgano de Contratación deberá aprobar la certificación final de las obras ejecutadas, que será abonada al contratista a cuenta de la liquidación del contrato.

El Contratista deberá presentar una colección completa de planos de la obra realmente construida o planos "as built" y toda la documentación necesaria relativa a la obra ejecutada que la Dirección de Obra requiera para la elaboración del Proyecto de Obras Ejecutadas. Los planos formarán parte del Proyecto de Obras ejecutadas.

3.1.6.4 **Período de Garantía. Responsabilidad del Contratista**

El plazo de garantía, a contar desde la recepción de las obras, será el señalado en el Contrato, de acuerdo con la oferta presentada por el Contratista en la Licitación, y no podrá ser inferior a un año ni al plazo fijado en el PCAP de la Licitación

Durante el mismo el Contratista tendrá a su cargo la conservación ordinaria de aquellas cualquiera que fuera la naturaleza de los trabajos a realizar, siempre que no fueran motivados por causas de fuerza mayor. Igualmente deberá subsanar aquellos extremos que se reflejaron en el acta de recepción de las obras.



Serán de cuenta del Contratista los gastos correspondientes a las pruebas generales complementarias que durante el período de garantía hubieran de hacerse, siempre que hubiese quedado así indicado en el acta de recepción de las obras.

Los gastos de explotación o los daños que por uso inadecuado se produjeran durante el período de garantía, no serán imputables al Contratista, teniendo éste en todo momento derecho a vigilar dicha explotación y exponer cuantas circunstancias de ella pudieran afectarle.

Dentro del plazo de quince días anteriores al cumplimiento del plazo de garantía, el director facultativo de la obra, de oficio o a instancia del contratista, redactará un informe sobre el estado de las obras. Si éste fuera favorable, el contratista quedará relevado de toda responsabilidad, salvo lo dispuesto en el artículo 244 de la LCSP, procediéndose a la devolución o cancelación de la garantía, a la liquidación del contrato y, en su caso, al pago de las obligaciones pendientes que deberá efectuarse en el plazo de sesenta días. En el caso de que el informe no fuera favorable y los defectos observados se debiesen a deficiencias en la ejecución de la obra y no al uso de lo construido, durante el plazo de garantía, el director facultativo procederá a dictar las oportunas instrucciones al contratista para la debida reparación de lo construido, concediéndole un plazo para ello durante el cual continuará encargado de la conservación de las obras, sin derecho a percibir cantidad alguna por ampliación del plazo de garantía.

Siempre que por razones excepcionales de interés público debidamente motivadas en el expediente el órgano de contratación acuerde la ocupación efectiva de las obras o su puesta en servicio para el uso público, aún sin el cumplimiento del acto formal de recepción, desde que concurran dichas circunstancias se producirán los efectos y consecuencias propios del acto de recepción de las obras y en los términos en que reglamentariamente se establezcan.

3.1.6.5 Liquidación de las Obras

Terminado el plazo de garantía se hará, si procede, la liquidación de las obras. La liquidación de las obras no exime al Contratista de las responsabilidades que le puedan corresponder, de acuerdo con la legislación vigente, referidas a posibles defectos por vicios ocultos que surjan en la vida útil de la obra.

3.2 Acondicionamiento del terreno

3.2.1 Desbroce del terreno

3.2.1.1 Definición

Consistirá en retirar de las zonas afectadas por las obras la broza existente en la superficie del terreno, entendiendo como tal, los restos vegetales, tocones, vegetación herbácea, arbustos y árboles de pequeño porte no comprendidos en la unidad de tala.



3.2.1.2 Ejecución de las obras

Las operaciones de desbroce se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficiente y evitar daños en las construcciones existentes. La Dirección de Obra, designará y marcará los elementos que hayan de conservarse intactos.

Los trabajos se realizarán de forma que no produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

El desbroce será una actividad independiente y previa a la retirada de la tierra vegetal que comprenderá la corta de la broza, la carga, su transporte al punto limpio de la obra y su clasificación para la posterior gestión.

Todos los subproductos que resulten de esta actividad no susceptibles de aprovechamiento serán retirados a vertedero. Los restantes materiales, podrán ser utilizados por el Contratista, previa aceptación por la Dirección de Obra de la forma, y en los lugares que aquél proponga.

3.2.1.3 Medición y abono

Esta unidad se abonará por aplicación del precio, según el Cuadro de Precios nº 1, correspondiente a los metros cuadrados (m²) de terreno realmente desbrozado e incluirá todas aquellas operaciones de detalle manuales o mecánicas para su total realización.

La aplicación de precios correspondientes a unidades distintas de metros cuadrados requerirá la aprobación expresa del Director de Obra. El precio de aplicación será: U020101.

3.2.2 Tala

3.2.2.1 Definición

Consistirá en cortar, trocear y retirar de las zonas afectadas por las obras todos los árboles, considerando como tales, a efectos de esta unidad, aquellos elementos vegetales leñosos ramificados que tengan un perímetro igual o superior a 40 cm. medido a una altura de un metro (1,00 m) sobre el suelo. La eliminación de aquellos ejemplares que no reúnan las características indicadas se considerará comprendida, en su caso, en la unidad relativa al desbroce del terreno.

3.2.2.2 Ejecución de las obras

Las labores de tala se desarrollarán de acuerdo a un procedimiento específico a presentar por el contratista y previo a su ejecución, éste deberá recabar de la Dirección Técnica y del organismo competente en esta materia la confirmación de los ejemplares que van a ser talados.

Las labores de tala incluirán todas las actividades necesarias para posibilitar la retirada del ejemplar fuera de la obra, como son: el corte del árbol, la retirada de las ramas, el despiece del tronco y ramaje,



destoconado, la carga en medio de transporte adecuado y trasporte a punto limpio de obra y clasificación para su posterior gestión.

3.2.2.3 Medición y abono

El abono se realizará por aplicación del precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1 a las unidades (Ud) realmente taladas e incluirá todas las actuaciones descritas en el apartado anterior. El precio de aplicación será: U020201

3.2.3 Pistas y explanadas de trabajo

3.2.3.1 Definición

Comprende el conjunto de actuaciones de mejora llevadas a cabo, sobre el terreno natural, para conseguir el acondicionamiento de una plataforma de trabajo con capacidad portante suficiente para el tránsito de la maquinaria de obra, cuando el terreno natural no reúne las condiciones geotécnicas o mecánicas necesarias para tal fin.

3.2.3.2 Ejecución

La ejecución de una pista o explanada de trabajo de abono independiente requiere de la aprobación previa por parte de la Dirección de Obra y comprende, como mínimo, el desarrollo de las siguientes actividades:

- Preparación de la superficie del terreno de apoyo (desbroce, retirada de tierra vegetal, escarificado y compactación)
- Disposición de una lámina geotextil o similar en el contacto con el terreno natural para evitar su contaminación.
- Aportación de material de préstamos, previamente aprobados por la dirección facultativa, de acuerdo a la sección tipo definida en planos, y con un espesor mínimo de 25 cm.
- Labores de mantenimiento periódico para garantizar, en el desarrollo de la obra, las condiciones de inicio.
- Retirada de todos los materiales y reposición de terreno a su estado original

Tras la finalización de la obra las pistas y explanadas de trabajo se retirarán en su totalidad, debiéndose reponer el terreno afectado al estado en que se encontraba previo al inicio de las mismas.

3.2.3.3 Medición y abono

Las pistas y explanadas de trabajo se abonarán por metros cuadrados (m2) realmente ejecutados medidos sobre el terreno, según el Cuadro de Precios nº1, siempre que hayan sido previamente aprobadas por la Dirección de obra, e incluirán en el mismo el suministro, extendido y compactado del material de aportación necesario y la colocación de un geotextil de protección, de acuerdo a la sección tipo prevista, las labores de mantenimiento periódico y todas las actuaciones auxiliares necesarias, incluso su retirada, para garantizar las características iniciales del terreno original.

Los precios de aplicación serán: U040201, U040202.

3.2.4 Conexión a los Colectores Existentes

3.2.4.1 Operaciones preliminares

Antes de iniciar las obras de conexión de los colectores existentes y en servicio, a la nueva red construida, el Contratista comprobará la alineación real de dichos colectores y verificará conjuntamente con la Dirección de Obra, la idoneidad de los puntos de acometida previstos en proyecto una vez fijada la exacta ubicación de los mismos sobre el terreno.

Estos puntos de conexión o acometida, desde un punto de vista funcional, responden a dos tipos básicos: uno de trasvase de caudales a la nueva red (puntos de derivación) y un segundo de incorporación de caudales excedentes de aliviadero al colector interceptado (punto de reenvío).

En el aspecto constructivo ambos puntos de conexión se materializan en sendos pozos de registro, de similares características y ubicados sobre la directriz del colector existente, denominados pozos de derivación y reenvío respectivamente.

Decidida la posición de los pozos de conexión el Contratista confeccionará planos de detalle de los mismos, conforme a la tipología y criterios que para dichos pozos figura en los diseños-tipo del Proyecto.

El Contratista requerirá a la Dirección de Obra la aprobación de los citados planos de detalle, así como del sistema constructivo que prevé utilizar en su ejecución, sistema que deberá asegurar en todo momento la continuidad del servicio que presta el colector existente.

3.2.4.2 Ejecución

Por lo que respecta a la ejecución se consideran como adecuados, en función de las características del colector en servicio, los dos métodos siguientes:

- Ejecución manteniendo el paso del caudal



En este caso, apropiado para grandes conductos (galerías y tubulares con diámetros mayores de 600 mm) se demolerá la mitad superior del colector existente, ubicando en su interior una vaina provisional construida en chapa de acero conformada o lámina de PVC, destinada a mantener el flujo del caudal, tras cuyo rejuntado se termina de demoler el conducto original en toda su sección y en la longitud necesaria para ejecutar la base del pozo de conexión en torno al conducto sustitutivo.

En los canales de la base del pozo se dejan previstas guías para la colocación de tajaderas provisionales que permitan desviar los caudales en uno u otro sentido durante la fase de puesta en marcha y/o explotación de la nueva red.

Construida la base del pozo de conexión se coloca la tajadera provisional, extrayendo la vaina sustitutiva y se continúa la construcción en alzado del pozo hasta su total terminación.

- **Ejecución con desvío previo**

En este caso, adecuado para colectores de pequeño diámetro, se deja en seco el colector existente, en el tramo en que se situarán los pozos de conexión, desviando el caudal en un punto aguas arriba del mismo mediante la ejecución previa de un desvío provisional o bien mediante bombeo.

En este caso para construir los pozos de conexión se efectúa la demolición del colector, ahora fuera de servicio, en la zona requerida. Una vez ejecutada la base de los pozos de conexión se colocan las compuertas provisionales y se reintegra el paso del caudal, por anulación del desvío provisional y/o bombeo, continuando la construcción de los pozos.

El Contratista será especialmente cuidadoso en la ejecución de las obras que afecten a colectores existentes, extremando la seguridad de su personal frente al posible desprendimiento de emanaciones nocivas. Dispondrá del equipo de seguridad necesario para acceder con garantías a colectores y pozos de registro, y en particular de tres equipos de detección de gas, uno de los cuales estará a disposición del personal del Director de la Obra.

3.2.4.3 Medición y abono

Los pozos de conexión a la red existente se abonarán por las unidades de obra que lo integren (excavación, entibación, hormigones, encofrado, etc.), deducidas de los planos de detalle aprobados por la Dirección de Obra, a los precios que correspondan del Cuadro de Precios nº 1. Los precios de aplicación serán: U030301, U030301N, U030302.

Adicionalmente serán de abono los siguientes conceptos:

- El desvío provisional, en su caso, sobre medición real y a los precios unitarios del Proyecto que le sean aplicables.
- La conexión de dicho desvío a pozos de registro del colector existente mediante la unidad de obra del Cuadro de precios correspondiente, estando incluido en la misma las obras de taponado del



conducto existente y su posterior limpieza y restitución, así como el cierre de los puntos por los que se efectuó el desvío.

- La preparación del punto de conexión, derivación o reenvío, cuando el pozo se ejecuta sobre el colector existente sin desviar el caudal, mediante partida alzada de abono íntegro por Ud. de pozo, estando incluida en la misma todas las operaciones necesarias (demolición de conducto en dos fases, ejecución y montaje de vaina, retirada de ésta, etc.), para su correcta ejecución.

No serán de abono los sobrecostos debido a posibles dificultades derivadas de la propia naturaleza de estas obras, tales como: escaso volumen de medición, dificultades geométricas, condiciones rigurosas de trabajo (insalubridad, trabajos en espacios reducidos, bajos rendimientos...etc.).

3.3 Demoliciones

3.3.1 Demoliciones de obras de fábrica de cualquier tipo

3.3.1.1 Definición

Consistirá en demoler y retirar de las zonas afectadas por las obras todas las obras de hormigón en masa o armado, empedrados, adoquinados, aceras, obras de fábrica, elementos prefabricados y edificaciones en general.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Derribo o demolición de las construcciones, carga y transporte hasta el punto limpio de la obra y clasificación del material.

3.3.1.2 Ejecución de las obras

- Derribo o demolición

Las operaciones de derribo se efectuarán, con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones existentes, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director de Obra, quién designará y marcará los elementos que haya que conservar intactos y las precauciones a adoptar en los casos en que debían desmontarse los elementos constructivos para su posterior utilización.

Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

- Retirada de los materiales de derribo

Los materiales que resulten de los derribos y que no hayan de ser utilizados en obras serán retirados a un lado, cargados y transportados al punto limpio de la obra para su clasificación.



Para la reutilización en obra de los materiales de demolición se estará a lo dispuesto por el artículo de Gestión de Residuos del presente Pliego y por el Director de Obra.

3.3.1.3 Medición y abono

Estas unidades se abonarán por aplicación de los precios del cuadro de precios a los metros cúbicos (m3), metros cuadrados (m2) o metros lineales (ml.), correspondientes a la unidad de obra realmente ejecutada e incluye todas las operaciones necesarias para su total realización y para evitar daños en las construcciones existentes. Los precios de aplicación serán: U030102.

3.3.2 Demolición de firmes de carreteras y caminos

3.3.2.1 Definición

Consistirá en demoler y retirar de las zonas afectadas por las obras los firmes de carreteras y caminos existentes.

3.3.2.2 Ejecución de las obras

Las operaciones de demolición se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas.

Con anterioridad a la realización de tales operaciones se realizará un precorte de la superficie de pavimento a demoler, utilizando los medios adecuados a fin de que quede una línea de fractura rectilínea y uniforme.

Las labores de demolición se podrán realizar con medios manuales o mecánicos e incluirán la carga, el transporte al punto limpio de la obra del material resultante y su clasificación.

3.3.2.3 Medición y abono

Esta unidad se abonará por aplicación del precio correspondiente del cuadro de precios nº1 a los metros cuadrados (m2) de firme de carretera o camino deducidos de las secciones tipo de los planos del Proyecto, e incluye todas las operaciones necesarias para su total realización, incluso precorte, demolición, carga, transporte al punto limpio del material resultante y su clasificación. Los precios de aplicación serán: U030201, U030202.



3.3.3 Demolición de conducciones de abastecimiento y saneamiento existentes

3.3.3.1 Definición

Consiste en el seccionamiento o corte de conducciones existentes, en el tramo afectado, por las obras de nueva ejecución, así como la remoción y extracción de los productos resultantes, su carga y transporte hasta el punto limpio de la obra y clasificación del material.

3.3.3.2 Ejecución de las obras

Previamente a la demolición de cualquier tramo de conducción existente, se habrán adoptado las medidas adecuadas para dejarlo fuera de uso, proveyendo un desvío alternativo, provisional o no, que asegure el mantenimiento del servicio.

Efectuadas las operaciones anteriores se procederá al corte de los dos extremos del tramo a demoler, de forma que se cause el menor daño posible al resto del conducto, para continuar con la remoción del tubo citado entre ambos cortes extremos.

Si el desvío previo efectuado tuviera carácter definitivo puede demolerse la conducción antigua sin las precauciones anteriormente mencionadas, taponándose en este caso los extremos de la conducción que se deja fuera de servicio, con hormigón pobre en toda su sección y una longitud mínima de medio metro (0,5 m.) hacia el interior del conducto abandonado.

3.3.3.3 Medición y abono

La demolición de conducciones existentes se medirá por metros lineales (ml.) realmente demolidos a los precios correspondientes según su diámetro del Cuadro nº 1, entendiéndose incluidos en estos todas las operaciones de corte, demolición, taponado de bocas (en su caso), etc., necesarias para su correcta ejecución.

Los precios anteriores no son de aplicación para la demolición de galerías y conductos de alcantarillado o abastecimiento que estuvieran fuera de servicio con anterioridad a las obras a que se refiere el proyecto del que este Pliego forma parte. Tales conductos abandonados se abonarán por metro cúbico (m3) de demolición de obra subterránea a los precios correspondientes del Cuadro nº 1. Si en este caso la Dirección de Obra estima necesario el taponado de las bocas extremas, éste se abonará por metro cúbico (m3) de hormigón, medido con la sección teórica del conducto, y el espesor requerido al precio unitario que corresponda. Los precios de aplicación serán: U030301, U030301N.



3.4 Excavaciones

3.4.1 Excavación de tierra vegetal

3.4.1.1 Definición

Consiste en la excavación y transporte hasta la zona de acopio de las obras para su apilado, de la capa o manto de terreno vegetal o de cultivo, que se encuentra en el área de construcción.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Excavación y carga del material.
- Transporte, descarga y apilado en la zona de acopio

Todo ello realizado conforme a las presentes especificaciones y a las instrucciones complementarias dadas por el Director de Obra.

3.4.1.2 Ejecución de las Obras

Antes del comienzo de los trabajos, el Contratista someterá a la aprobación del Director de Obra, un plan de trabajo en el que figuren las zonas en que se va a extraer la tierra vegetal y las zonas elegidas para su acopio provisional en obra. Una vez aprobado dicho plan, se empezarán los trabajos.

El espesor a excavar será el fijado en el P.P.T.P. o el ordenado por el Director de Obra.

Al excavar la tierra vegetal se pondrá cuidado en no convertirla en barro, para lo cual se utilizará maquinaria ligera e incluso si la tierra está seca, se podrán emplear motoniveladoras para su remoción. La tierra vegetal que haya de ser acopiada en caballones para ulterior empleo se mantendrá separada de piedras, escombros, basuras o restos de troncos y ramas.

El espesor de la capa de tierra vegetal será el indicado en los planos del proyecto o, en caso de no indicarse, se adoptará 0,50 metros, como máximo, salvo indicación expresa del Director de Obra.

El acopio de la tierra vegetal se hará en lugares apropiados y de tal forma que no interfiera al tráfico ni a la ejecución de las obras o perturbe los desagües y drenajes provisionales o definitivos y en lugares de fácil acceso para su conservación y posterior transporte a lugar de empleo.

El acopio de tierra vegetal se hará en caballones de un metro y medio (1,5 m.) de altura, con la superficie ligeramente ahondada y sus taludes laterales lisos e inclinados para evitar la erosión.

Será responsabilidad del contratista el mantener la trazabilidad de la tierra vegetal excavada de tal forma que se pueda garantizar que se emplea para la reposición, de las zonas de las que fue retirada.



La tierra vegetal que no haya de utilizarse posteriormente o que fuese rechazada, se transportará a gestor autorizado, abonándose esta operación mediante los correspondientes precios del cuadro de precios nº 1.

3.4.1.3 Medición y Abono

Esta unidad se abonará mediante la aplicación del precio correspondiente del cuadro de precios nº 1 a los metros cúbicos (m³) de excavación deducidos de las secciones tipo que figuran en los Planos del Proyecto, incluyendo todas las operaciones necesarias para tal fin como son excavación, selección, carga, transporte a lugar de acopio, descarga y apilado. Su reposición se abonará como relleno en una unidad aparte.

Los precios de aplicación serán: U040101.

3.4.2 Excavación a cielo abierto

3.4.2.1 Definición

Comprenderá el conjunto de operaciones para excavar y nivelar las zonas de emplazamiento de obras de fábrica y asentamiento de caminos, hasta la cota de explanación general, así como la excavación previa en desmonte con taludes necesaria hasta la plataforma de trabajo definida en los planos de Proyecto (prezanjas).

Dichas operaciones incluyen la remoción, extracción, carga, transporte y depósito de los productos resultantes de la excavación en la zona destinada a acopios dentro de la obra.

3.4.2.2 Clasificación

En cuanto al tipo de excavaciones en función de la geometría del recinto se diferencian las siguientes:

- Excavación en desmonte: se define como aquella que se realiza a media ladera.
- Vaciado de grandes superficies: se define como aquellas cuyas dimensiones permiten disponer de una rampa de acceso en su interior, para vehículos, por la que se puede realizar la extracción del material de la excavación.

En cuanto al material a excavar las excavaciones a cielo abierto se clasifican en:

- Excavación en tierras
- Excavación en roca

A continuación, se describen los distintos tipos de terrenos:



3.4.2.2.1 Excavación en tierras

Comprenderá la correspondiente a todos los materiales no incluidos en el apartado posterior.

3.4.2.2.2 Excavación en roca

Comprenderá las excavaciones de materiales que cumplan al menos una de las condiciones siguientes:

- Masa de roca y materiales que presenten las características de roca maciza cimentados tan sólidamente, que no son ripables, siendo necesario el uso de explosivos o de martillos rompe-rocas para su extracción.
- Materiales sueltos que posean en su masa bolos, cantos o tortas de escorias de tamaños comprendidos entre 30 y 75 cm. de Dm. en proporciones superiores al 90%.
- Materiales sueltos que posean en su masa bolos, cantos o tortas de escorias de tamaños superiores a 75 cm. de Dm. en proporciones superiores al 50%.
- Materiales que sometidos a un ensayo de compresión simple den una resistencia superior a 10 kg/cm².

A efectos de abono los precios de excavación a cielo abierto en roca no ripable se aplicarán exclusivamente a aquel terreno en que un tractor de orugas de 350 C.V. de potencia, como mínimo, trabajando con un ripper mono diente angulable en paralelogramos con un uso inferior a 4.000 horas y dando el motor su máxima potencia, obtenga una producción inferior a 150 m³/hora.

A efectos del sistema de ejecución y precio de abono se distinguen las siguientes subclasificaciones de las excavaciones en roca:

- Excavación con medios mecánicos (Martillos neumáticos, rompe rocas, etc.).
- Excavación mediante explosivos con barrenos de destroza, sin exigencias especiales para los paramentos de la excavación.
- Excavación mediante explosivos con precorte, utilizando la distribución adecuada de taladros no cargados, cargas de explosivos y retardos coordinados para que se marque una superficie preferente de rotura y se obtengan unas calidades adecuadas en los paramentos de excavación.

3.4.2.2.3 Sobre excavación a cielo abierto

Se entiende como tales, aquellos sobre anchos de la excavación inevitables para la ejecución de la obra, con respecto al perfil teórico, y que no hayan sido originados por causa y culpa del Contratista al realizar la obra con métodos inadecuados y sin adoptar las debidas precauciones.

Las sobre excavaciones deberán ser aprobadas en cada caso por el Director de Obra.



3.4.2.3 Ejecución de las Obras

3.4.2.3.1 Condiciones generales

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes y dimensiones, según Planos y/o Replanteo o que se indiquen por la Dirección de Obra.

El Contratista notificará a la Dirección de Obra, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación para poder realizar las mediciones necesarias sobre el terreno.

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos:

- Inestabilidad de taludes en roca debido a excavaciones inadecuadas.
- Deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación.
- Erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras, etc.

Durante las diversas etapas de la realización de la explanación de las obras, éstas se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje.

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá y acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables u otros usos. En cualquier caso, la tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación podrán ser utilizados, si cumplen las condiciones requeridas en este Pliego, en la formación de rellenos y demás usos fijados en los planos.

El Contratista está obligado a la retirada y transporte a gestor autorizado del material que se obtenga de la excavación y que no esté prevista su utilización en rellenos u otros usos, siendo su abono de la forma que se expresa en el apartado 3.4.7.

Los taludes del desmonte serán los que, según la naturaleza del terreno permitan la excavación, y posterior continuidad de las obras con la máxima facilidad para el trabajo, seguridad para el personal y evitación de daños a terceros, estando obligado el Contratista a adoptar todas las precauciones que correspondan en este sentido, incluyendo el empleo de entibaciones y protecciones frente a excavaciones, en especial en núcleos habitados, siempre de acuerdo con la legislación vigente y las ordenanzas municipales en su caso, aun cuando no fuese expresamente requerido para ello por el personal encargado de la inspección o vigilancia de las obras de la Dirección de Obra.



En cualquier caso, los límites máximos de estos taludes a efectos de abono serán los que se expresan en los planos.

Todo exceso de excavación que el Contratista realice, salvo autorización escrita de la Dirección de la Obra, ya sea por error, abuso de explosivos o defecto en la técnica de ejecución, deberá rellenarse con terraplén o tipo de fábrica que considere conveniente la Dirección de Obra y en la forma que ésta prescriba, no siendo de abono el exceso de excavación ni el relleno prescrito.

En el caso de que los taludes de las excavaciones en explanación realizados de acuerdo con los datos de los planos fuesen inestables en una longitud superior a quince (15) metros el Contratista deberá solicitar de la Dirección de Obra, la aprobación del nuevo talud, sin que por ello resulte eximido de cuantas obligaciones y responsabilidades se expresan en el párrafo anterior, tanto previamente como posteriormente a la aprobación.

En el caso de que los taludes presenten desperfectos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las reparaciones complementarias necesarias. Si dichos desperfectos son imputables a ejecución inadecuada o a incumplimiento de las instrucciones de la Dirección de Obra, el Contratista será responsable de los daños ocasionados.

Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Cuando las excavaciones presenten cavidades que puedan retener el agua, el Contratista adoptará las medidas de corrección necesarias.

3.4.2.3.2 Utilización de explosivos

Si fuera precisa la utilización de explosivos el Contratista propondrá a la Dirección de la Obra el programa de ejecución de voladuras, justificado con los correspondientes ensayos, para su aprobación.

En la propuesta de programa se deberá, como mínimo, especificar:

- Maquinaria y método de perforación a utilizar.
- Longitud máxima de perforación.
- Diámetros de los barrenos de precorte y disposición de los mismos.
- Diámetros de los barrenos de destroza y disposición de los mismos.
- Explosivos, dimensiones de los cartuchos y esquema de carga de los distintos tipos de barrenos.
- Métodos para fijar la posición de las cargas en el interior de los barrenos.
- Esquema de detonación de las voladuras.
- Exposición detallada de los resultados obtenidos con el método de excavación propuesto en terrenos análogos a los de la obra.

El Contratista justificará en el programa con medidas del campo eléctrico del terreno, la adecuación del tipo de explosivos y detonadores.



Así mismo, el Contratista medirá las constantes del terreno para la programación de las cargas de voladura, de forma que los límites de velocidad y aceleraciones que se establezcan para las vibraciones en estructuras y edificios próximos, o la propia obra, no sean sobrepasados.

Todos los gastos ocasionados para la realización del estudio y control de voladuras serán a cargo del Contratista.

Una vez realizados los ensayos se presentará a la Dirección de Obra el proyecto de voladura para cada una de ellas en el que se deberán justificar y especificar los siguientes puntos:

- Tipo de explosivo y detonadores.
- Determinación de las cargas, y esquemas detallados de tiro por frentes y dirección de salida, justificando que no se sobrepasarán los niveles máximos de vibración en lo que respecta a velocidad.
- Estudio de Control de Proyecciones, de nivel de fragmentación, así como las secuencias de encendido.

El Contratista adoptará todas las medidas necesarias para evitar que se produzcan daños por efecto de las proyecciones de la voladura.

La aprobación del programa por el Director de Obra no eximirá al Contratista de la obligación de los permisos adecuados y adopción de las medidas de seguridad necesarias para evitar daños al resto de la obra o a terceros.

Cuando las voladuras se vayan a efectuar en la proximidad de los edificios de viviendas, plantas industriales, o cualquier otro tipo de instalación se procederá a efectuar voladuras "Controladas" para lo cual los planes de tiras deberán contar con la aprobación expresa de la Dirección de Obra.

- En ningún caso se sobrepasarán, con las voladuras los límites máximos de vibración acordados con la Dirección de Obra para cada edificio o instalación.
- Es responsabilidad del Contratista cualquier tipo de daño y/o indemnización que se produzca como consecuencia de sobrepasar los límites establecidos.
- La medición de las vibraciones, en las juntas que se acuerden entre la Dirección de Obra y el Contratista será efectuada por personal especializado dependiente de este último en presencia y previa comprobación de la Dirección de Obra.
- El Plan de tiro deberá cumplir una fragmentación idónea para la carga de modo que no se produzcan rocas de un volumen superior a la media de extracción existente en la obra. En caso necesario se procederá a su troceo por medios mecánicos quedando totalmente prohibido el fogeo con ayuda de explosivos.

3.4.2.3.3 Precorte en roca.

En las excavaciones en roca en que así lo especifiquen los planos, o lo ordene el Director de Obra, el Contratista podrá ser obligado a practicar el precorte en roca para el mejor acabado de los taludes y



evitar daños al terreno inmediato al que ha de ser excavado. El precorte consiste en ejecutar una pantalla de taladros paralelos coincidente con el talud proyectado, lo suficientemente próximos entre sí para que, cargados con explosivos, su voladura produzca una grieta coincidente con el talud, previamente a realizar la voladura de la masa a excavar. Para conseguir tal efecto el Contratista realizará los estudios y ensayos pertinentes de los que dará conocimiento al Director de Obra.

En el estudio del precorte se deberán determinar los siguientes parámetros a fin de lograr un buen terminado del mismo: diámetro de los taladros, espaciado, carga de cada uno, forma de ejecución, alineación, paralelismo, etc.

El error máximo admisible en el replanteo será de 10 mm.

El pie de los taludes no quedará en ningún caso dentro de la excavación teórica.

Dentro del plano de talud se admitirán como máximo desviaciones de la dirección de los taladros del veinticinco por ciento (25%) de la distancia entre los mismos.

El precorte horizontal cumplirá las mismas normas que el vertical, admitiéndole, además, redientes para el alojamiento del martillo picador no inferiores a treinta centímetros (30 cm) y siempre dentro de la excavación teórica.

3.4.2.4 Tolerancias

Las tolerancias de ejecución de las excavaciones a cielo abierto serán las siguientes:

- En las explanaciones excavadas en roca se admitirá una diferencia máxima de veinticinco (25) centímetros entre cotas extremas de la explanación resultante y en cuyo intervalo ha de estar comprendida la correspondiente cota del proyecto o Replanteo. En las excavaciones en tierra la diferencia anterior será de diez (10) centímetros. En cualquier caso, la superficie resultante debe ser tal que no haya posibilidades de formación de charcos de agua, debiendo, para evitarlo, el Contratista realizar a su costa el arreglo de la superficie, bien terminando la excavación correspondiente de manera que las aguas queden conducidas a la cuneta.
- En las superficies de los taludes de excavación se admitirán salientes de hasta diez (10) centímetros y entrantes de hasta veinticinco (25), para las excavaciones en roca. Para las excavaciones realizadas en tierra se admitirá una tolerancia de diez (10) centímetros en más o menos.

En las explanaciones excavadas para la implantación de caminos se tolerarán diferencias en cota de hasta diez (10) centímetros en más y quince (15) en menos para excavaciones realizadas en roca y de cinco (5) centímetros en más o menos para las realizadas en tierra, debiendo en ambos casos quedar la superficie perfectamente saneada.



3.4.2.5 Medición y Abono

Las excavaciones a cielo abierto y sobreexcavaciones inevitables autorizadas por la Dirección de Obra se abonarán por (m³) aplicándose el precio correspondiente del cuadro de precios nº1 según el tipo de material a extraer.

El volumen de abono se determinará por la ubicación sobre perfiles transversales tomados antes y después de la explanación cada quince (15) metros como máximo, entendiéndose como de abono entre cada dos perfiles consecutivos el producto de la semisuma de las áreas excavadas por la distancia entre ellos, con las tolerancias que en este Pliego se expresan.

Las sobreexcavaciones inevitables autorizadas se abonarán mediante la aplicación del precio correspondiente a los m³ resultantes de la diferencia de secciones de perfil tipo que figura en los planos de Proyecto y el del perfil resultante en el tajo estando incluidas todas las operaciones como excavación, extracción al borde o apilado, excepto su reposición o relleno, que será por cuenta del Contratista, no siendo de abono esta última operación.

No se aceptarán suplementos en los precios de excavación por la presencia de servicios existentes que ocasionen un menor rendimiento.

Así mismo, se encuentra incluido en el precio de esta unidad de obra, el refino de taludes y soleras de la excavación.

En el caso de las excavaciones de vaciado en grandes superficies, la disposición de una rampa que permita la retirada del material excavado por medios rodados hace que no se haga distinción entre las alturas de excavación. Asimismo, los trabajos asociados a la planificación, preparación, modificación y retirada de la rampa de acceso se encuentran repercutidos en el precio del m³ de la excavación del recinto, no siendo de abono independiente.

Los precios de aplicación serán: U040201, U040202.

3.4.3 Excavación en zanjas y pozos

3.4.3.1 Definición

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas y prezanjas, para instalación de tuberías o canalizaciones, y pozos, para emplazamiento de obras de fábrica o instalaciones auxiliares, tales como pozos de registro, aliviaderos, macizos de anclaje, instalaciones de equipos de hincas, etc.

Dichas operaciones incluyen la remoción, extracción, carga, transporte y depósito de los productos resultantes de la excavación en la zona destinada a acopios.



3.4.3.2 Clasificación

En cuanto al tipo de excavaciones, en función de la geometría del recinto, se diferencian las siguientes:

- Prezanjas
- Zanjas y pozos
- Grandes pozos: se incluyen en este apartado las excavaciones de los pozos de grandes dimensiones, en los que no es posible extraer el material de excavación por una rampa, cuya profundidad y dimensiones pueden requerir la introducción de una maquina al interior del recinto y medios auxiliares para el izado del material al exterior.

En cuanto al material a excavar, las excavaciones se clasifican en:

- Excavación en tierras
- Excavación en roca

Las definiciones, alcance y limitaciones de estos tipos son iguales a las indicadas al comienzo de este artículo y en el 3.4.2 para las excavaciones a cielo abierto.

3.4.3.3 Ejecución de las Obras

En general, en la ejecución de estas obras se seguirá la Norma NTE ADZ, o cualquiera de sus posteriores modificaciones.

El Contratista notificará a la Dirección de Obra, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, en pozo o zanja, a fin de que ésta pueda efectuar las mediciones necesarias sobre terreno.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, la excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos o Replanteo y obtenerse una superficie uniforme. No obstante, la Dirección de Obra podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario, a fin de asegurar un apoyo o cimentación satisfactorio.

También estará obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, y a la retirada y transporte a gestor autorizado del material que se obtenga de la excavación y que no tiene prevista su utilización en otros usos.

Cuando aparezca agua en las zanjas o pozos que se están excavando, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarios para agotarla, estando esta operación incluida en el precio de la excavación, salvo que por su intensidad, corresponda, según el artículo 3.4.4, la aplicación de un suplemento.

Los fondos de las excavaciones se limpiarán de todo material suelto o flojo y sus grietas y hendiduras se rellenarán adecuadamente. Asimismo, se eliminarán todas las rocas sueltas o desintegradas y los estratos excesivamente delgados. Cuando los cimientos se apoyen sobre material meteorizable, la



excavación de los últimos treinta (30) centímetros, no se efectuará hasta momentos antes de construir aquellos, no siendo esto motivo de abono extra.

Las zanjas terminadas tendrán la rasante y anchura exigida en los planos o Replanteo, y únicamente se aceptarán modificaciones si previamente han sido aprobadas por la Dirección de Obra. Si el Contratista desea por su conveniencia aumentar la anchura de las zanjas, sin la aprobación previa de la Dirección de Obra, no serán de abono ni la sobreexcavación ni el exceso de relleno con respecto a la sección tipo resultante.

Si es posible, se procurará instalar la tubería en una zanja más estrecha situada en el fondo de la zanja cuya anchura se haya aumentado. De esta forma se corta el incremento de la carga debida al relleno. Esta subzanja debe superar la arista superior de la tubería en 0,30 m.

Si fuera previsible la aparición de roca en la fase de apertura de la zanja, bien porque hubiera sido previamente detectada, bien porque se produjera este hecho en fase de excavación, el Contratista someterá a la aprobación del Director de Obra los procedimientos constructivos que tuviera intención de poner en práctica (martillos picones o neumáticos, etc.). La aparición de la roca permitirá al Contratista, de acuerdo con lo indicado en los Planos de Proyecto y con la aprobación del Director de Obra, modificar las anchuras de zanjas.

A efectos del sistema de ejecución sólo se permitirá realizar excavaciones en roca mediante medios mecánicos (martillos neumáticos, hidráulicos, etc.). Queda totalmente prohibida la utilización de explosivos.

Los taludes de las zanjas y pozos serán los que, según la naturaleza del terreno permitan la excavación, y posterior ejecución de las unidades de obra que deben ser alojadas en aquéllas con la máxima facilidad para el trabajo, seguridad para el personal y evitando daños a terceros, estando obligado el Contratista a adoptar todas las precauciones que corresponden en este sentido, incluyendo el empleo de entibaciones, aun cuando no fuese expresamente requerida por el personal encargado de la inspección y vigilancia de las obras de la Dirección de Obra.

En cualquier caso, los límites máximos de las zanjas y pozos a efectos de abono serán los que se expresan en los planos, con las modificaciones previstas en este apartado y aceptadas por la Dirección de Obra.

En el caso de que los taludes antes citados, realizados de acuerdo con los planos, fuesen inestables en una longitud superior a diez metros (10,00 m), el Contratista deberá solicitar de la Dirección de Obra la aprobación del nuevo talud, sin que por ello resulte eximido de cuantas obligaciones y responsabilidades se expresan.

Dado que una mayor anchura de zanja da lugar a mayores cargas sobre la tubería, el Contratista estará obligado a mejorar el apoyo de la tubería de forma que el coeficiente de seguridad resultante sea equivalente al del Proyecto. El material excavado susceptible de posterior utilización no será retirado de la zona de obras sin permiso del Director de Obra. Si se careciese de espacio para su apilado en la zona destinada a acopios dentro de la obra se apilará en acopios situados en otras zonas, de acuerdo con las instrucciones del Director de Obra.



Si el material excavado se apila junto a la zanja, el pie del talud estará separado 1,5 m. del borde la zanja si las paredes de ésta están sostenidas con entibaciones o tablestacas. Esta separación será igual a la altura de excavación en el caso de zanja sin entibación y paredes verticales.

Este último valor (1,5) regirá para el acopio de tierras junto a excavaciones en desmonte y zanjas de paredes no verticales.

3.4.3.4 Tolerancias

Las dimensiones de las zanjas y pozos serán las definidas en las secciones tipo de los planos del Proyecto.

La tolerancia en la rasante de excavación será como máximo de 5 centímetros en terreno suelto o de tránsito y de 10 cm. en roca, siempre por debajo de la rasante teórica.

Las tolerancias para el caso de excavaciones en zanja con taludes no verticales serán las definidas en el apartado 3.4.2.

3.4.3.5 Medición y Abono

La excavación de zanjas y pozos se abonará por aplicación de los precios correspondientes según sus respectivas definiciones en el Cuadro de Precios nº1, a los volúmenes en metros cúbicos (m³) deducidos de los perfiles de abono definidos en las secciones tipo de los planos del Proyecto, y con la rasante determinada en los mismos o en el Replanteo, no abonándose ningún exceso sobre éstos, aun cuando estén dentro de las tolerancias admisibles, a no ser que a la vista del terreno, la Dirección de Obra apruebe los nuevos taludes, en cuyo caso, los volúmenes serán los teóricos que se dedujesen de aquellos.

Siempre que el Contratista aprecie la aparición de roca ripable o no ripable, así como cualquier otro cambio en el tipo de excavación, deberá tomar perfiles topográficos de dicho cambio, así mismo, dará parte a la Dirección de Obra, con el objeto de que se compruebe el hecho por parte de la misma. En caso de incumplimiento de dicha notificación, no será tenida en cuenta la aparición de la roca ripable o no ripable ni el cambio del tipo de excavación a efectos de medición y abono. Todos los trabajos y gastos que correspondan a las operaciones descritas anteriormente están comprendidas en los precios unitarios, incluyendo todas aquellas que sean necesarias para la permanencia de las unidades de obra realizadas, como el refino de taludes y soleras de la excavación, excepto la entibación que en caso de ser necesaria se abonará a los precios correspondientes del cuadro de precios, establecidos independientemente.

No se aceptarán suplementos en los precios de excavación por la presencia de servicios existentes u otras circunstancias que ocasionen un menor rendimiento.



Para la completa identificación del precio unitario a aplicar de las excavaciones realizadas en zanja o pozo, en cuanto al tipo de material excavado, se deberá ajustar éste a la clasificación establecida al principio de este artículo en terreno suelto y roca. En cuanto a la determinación de profundidades se contarán a partir de la rasante de las excavaciones previas realizadas a cielo abierto (prezanjas) o, en zonas urbanas, desde la superficie del firme existente, según se define en las secciones tipo de los Planos del Proyecto.

No serán de abono los excesos de medición de otras unidades de obra (terreno mejorado, hormigón de limpieza y/o en cunas de apoyo, etc.) derivados de sobre excavaciones, aun cuando ésta cumpla las tolerancias permitidas. Igualmente serán de cuenta del Contratista los sobrecostos debidos a refuerzos y/o aumento de la calidad de la tubería inducidos por sobre anchos de excavación que excedan las dimensiones definidas en los Planos del Proyecto.

Así mismo, no será objeto de abono cualquier incremento de excavación producido como consecuencia del procedimiento constructivo utilizado por el Contratista.

Cuando las limitaciones existentes en el terreno obliguen a la disposición de medios especiales, como puede ser el empleo de Miniexcavadoras por falta de espacio, se comunicará previamente a la Dirección de Obra, para su visto bueno.

La aplicación de los precios de excavación en zanja o pozo con entibación cuajada solamente serán de aplicación en aquellos casos en que el proceso de entibación se vaya realizando simultáneamente con la excavación. Por lo tanto, cuando la entibación de la zanja o pozo se realice con posterioridad a la apertura de la misma, se aplicarán los precios de excavación correspondientes a zanja o pozo sin entibación.

Para el abono de excavaciones de zanjas o pozos con entibaciones ligeras o semicuajadas, serán de aplicación los precios correspondientes a las excavaciones de zanjas o pozos sin entibación.

Cuando en cualquier unidad de excavación en zanjas y pozos se establezca un límite de profundidad para su aplicación, se empleará dicha unidad para la medición y abono de la parte ejecutada hasta alcanzar dicha profundidad, medida siempre desde el plano de referencia, aunque la altura total de la zanja o pozo sea superior a ese límite. Solo el excedente que sobrepase la profundidad fijada se abonará con la unidad correspondiente a profundidades superiores al límite establecido en la unidad.

El criterio será el mismo cuando se establezca un rango de profundidades para la aplicación de la unidad, debiéndose medir y abonar, con esta unidad, la excavación ejecutada entre los límites establecidos por el rango fijado, aunque la profundidad total de la zanja sea superior.

Los precios de aplicación serán: U040302, U040306.



3.4.4 Evacuación de aguas, agotamiento

3.4.4.1 Condiciones de Vertido

Se deberán cumplir los requisitos recogidos en el Reglamento de aplicación para cumplir las condiciones mínimas de calidad de las aguas a verter en cauce público o red general del CABB.

3.4.4.2 Clasificación de los Agotamientos en Función del Caudal a Evacuar

Se define como agotamiento al caudal de agua que es necesario bombear, de manera continuada, desde el interior de una zanja, pozo o recinto de excavación, con el objetivo de evitar la acumulación de agua en su interior y permitir el desarrollo de los trabajos. No tendrá tal consideración la evacuación de los volúmenes que se acumulen en las zanjas o pozos, por haber estado fuera de servicio los equipos de bombeo.

Se establece en cinco litros por segundo (5 l/s) y tajo de excavación, el límite superior del caudal de evacuación de aguas para proceder a utilizar en la medición y abono el o los suplementos indicados en los Cuadros de Precios.

Por debajo de este límite, el agotamiento de la excavación se considera como una operación incluida en la propia excavación, en su medición y en su precio.

3.4.4.3 Sistemas de Evacuación según el Tipo de Obras

Las excavaciones a cielo abierto se agotarán conduciendo el agua, mediante suaves pendientes del fondo de las mismas, o a través de zanjas o cunetas de agotamiento, al punto más bajo, desde donde se extraerán por bombeo.

En las zanjas, si tuvieran pendiente favorable, se aprovechará la inclinación de la misma para conducir las infiltraciones hasta los pocillos de recogida y bombeo. En caso contrario se ejecutarán las cunetas de contrapendiente.

En todo caso, los pocillos de bombeo se dispondrán a una profundidad tal que aseguren que el fondo de la zanja quede libre de agua, a fin de ejecutar las operaciones subsiguientes (rasanteo, hormigón de limpieza, etc.) en condiciones adecuadas. Estos pocillos deberán ir protegidos contra el arrastre de finos, mediante el empleo de productos geotextiles o filtros granulares.

En el caso en que la tubería se encuentre por debajo del nivel freático se construirán pantallas de arcilla, dispuestas transversalmente a todo lo ancho de la zanja, separadas entre sí una distancia máxima de 40 ml. y una altura comprendida entre la parte superior de la cuna de apoyo del tubo y medio metro por encima del nivel freático. Estas operaciones no serán objeto de abono independiente.

3.4.4.4 Sistemas Especiales

El Contratista propondrá al Director de Obra para su aprobación el sistema que empleará para el descenso del nivel freático en las zonas en que fuera necesario. Asimismo, tomará las medidas adecuadas para evitar los asentamientos de edificios o zonas próximas debidos a la consolidación del terreno cercano a la zanja por el flujo de agua inducido por el sistema de descenso del nivel freático. En cualquier caso, el asiento máximo admisible bajo edificios será de cuatro (4) milímetros.

La aprobación por parte del Director de Obra del sistema adoptado para el rebajamiento del nivel freático no exime al Contratista de sus responsabilidades.

Si la estabilidad de los fondos de las zanjas se viera perjudicada por sifonamientos o arrastres debido a los caudales de infiltración o fueran estos excesivos para la realización de las obras, se adoptarán medidas especiales como uso de geotextiles, pantalla de bentonita-cemento u hormigón o tablestacas.

En su caso podrá asimismo realizarse sustituciones de terrenos con materiales de baja permeabilidad, como hormigón o arcillas, o inyectar y consolidar la zona en que las filtraciones se producen.

Para zanjas, pozos, y excavaciones generales en terrenos arenosos, si fuera necesario, podrá rebajarse el nivel freático mediante un sistema de pozos de bombeo exteriores al tajo ya sea mediante (Well points) o mediante pozos profundos, cuya efectividad dependerá de su densidad y de la permeabilidad del terreno.

Caso de que se decidiera utilizar el sistema de "Well points" para el rebajamiento del nivel freático, se realizarán sondeos de reconocimiento provistos de tubos piezométricos que permitan comprobar y medir el descenso de aquél. La separación máxima entre los sondeos citados no superará los treinta (30) metros de longitud, e irán situados lo más cercano posible del borde de la zanja.

El Contratista deberá mantener el nivel freático al menos medio metro (0,5 m.) por debajo de la cota del fondo de la excavación durante la ejecución de la misma, hasta que se haya rellenado la zanja medio metro (0,5 m.) por encima del nivel freático original.

Todas las soluciones especiales requerirán para su abono de aprobación de la Dirección de Obra, sin que por ello quede eximido el Contratista de cuantas obligaciones y responsabilidades dimanen de su no aplicación, tanto previamente como posteriormente a la aprobación.

3.4.4.5 Medición y Abono

Si los caudales de agotamiento por tajo de excavación, medidos en continuo, superarán los cinco litros por segundo (5 l/s), se aplicará el suplemento correspondiente por metro cúbico de excavación que se realice mientras se mantengan dichas condiciones. No obstante, no aplicará dicho suplemento sin la aprobación de la Dirección de Obra.



Salvo indicación contraria en el pliego de prescripciones particulares o en los cuadros de precios, la medición del rebajamiento del nivel freático mediante "well point" se efectuará mediante la aplicación de dos unidades, la primera relativa a la instalación y desmontaje y la segunda relativa a la explotación del sistema. La primera unidad se abonará una única vez por tajo e incluirá la instalación y el desmontaje de todos los elementos necesarios, así como la puesta en marcha y las pruebas necesarias. La segunda unidad se abonará por unidades temporales (habitualmente meses) e incluirá todas las labores propias de la explotación del sistema (energía eléctrica, gestión del agua, personal, mantenimiento, reparaciones...).

En el caso de que se adoptarán procedimientos especiales, como tablestacados, pantallas, inyecciones, etc., se aplicarán los precios unitarios correspondientes de los Cuadros de Precios y con los criterios de medición definidos para dichas obras.

3.5 Sostenimiento de zanjas y pozos

3.5.1 Definición

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

3.5.2 Clasificación

Dentro de los métodos de sostenimiento se pueden distinguir los siguientes grupos:

- Entibaciones
- Tablestacados metálicos
- Carriles para hincar
- Anclajes y Bulones
- Gunitados
- Sistemas especiales

3.5.3 Entibaciones

3.5.3.1 Definición

Se definen como entibaciones los métodos de sostenimiento que se van colocando en las zanjas o pozos simultánea o posteriormente a la realización de la excavación, como sistema de protección para la contención de las paredes de excavación en terrenos poco coherentes, con el fin de evitar desprendimientos.

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



3.5.3.2 Clasificación de las entibaciones

En función del porcentaje de superficie revestida las entibaciones pueden ser de tipo ligera, semicuajada y cuajada.

La entibación ligera contempla el revestimiento de hasta un 25% inclusive de las paredes de la excavación.

En la entibación semicuajada se reviste solamente el 50% de la superficie total, y en el caso de entibación cuajada, se reviste la totalidad de las paredes de la excavación.

3.5.3.3 Sistemas de entibación

Entre todos los sistemas existentes se pueden distinguir los siguientes:

- Entibación convencional:

En la que normalmente se hace distinción entre:

- Entibación horizontal:

En la cual los elementos del revestimiento se orientan en este sentido, siendo transmitidos los empujes del terreno a través de elementos dispuestos verticalmente (pies derechos), los cuales, a su vez, se aseguran mediante codales.

- Entibación vertical:

En la que los elementos de revestimiento se orientan verticalmente, siendo transmitidos los empujes del terreno a carreras horizontales debidamente acodadas.

- Entibación berlinesa

Entendiendo como tal, el conjunto de tablas dispuestas horizontalmente, a medida que aumenta la profundidad de la excavación, que transmiten el empuje de las tierras a perfiles metálicos (usualmente vigas tipo HN, o IPE) introducidos previamente en el terreno a intervalos regulares entre 1,20 y 1,50 m.

- Paños constituidos por perfiles metálicos

Con una o más guías, entre los que se colocan elementos de forro (paneles). Sobre los perfiles se acomodan uno o varios niveles de acodalamiento.

- Entibación con doble guía y sistema monocodal de patines

Es un sistema muy flexible concebido especialmente para colectores. Dicha entibación consta de la instalación de unos carriles montados verticalmente en los cuales se fijan paneles de entibación de tal manera que deslizan uno al lado del otro. Una vez montados, se obtiene un sistema de entibación



escalonado. En vez de puntales articulados y fijos, como suelen ser habituales, hay unos carros guía rígidos que mantienen a distancia los soportes y con ello los paneles de entibación en la zanja, de este modo el ancho de zanja deseado se mantiene constante.

- Módulos o cajas blindadas

Entendiéndose como tales aquellos conjuntos especiales autorresistentes que se colocan en la zanja como una unidad completa, a medida que se va profundizando la excavación.

- Escudos de arrastre

Consisten en un conjunto de elementos de forro permanente arrastrados entre sí, que debidamente apoyados sobre el fondo de la zanja proporcionan un lugar de trabajo seguro. Estos escudos son arriostrados a lo largo de la zanja según se va avanzando la excavación. La utilización de estos escudos no está permitida, salvo que expresamente se admita en el P.P.T.P.

- Otros sistemas

Otros sistemas de entibación sancionados por la práctica como satisfactorios.

3.5.3.4 Condiciones generales de las entibaciones

Los sistemas de entibación a emplear en obra deberán cumplir, entre otras, las siguientes condiciones:

- Deberán soportar las acciones descritas anteriormente y permitir su puesta en obra de forma que el personal no tenga necesidad de entrar en la zanja o pozo hasta que las paredes de la misma estén adecuadamente soportadas.
- Deberán eliminar el riesgo de asientos inadmisibles en edificios e instalaciones próximas.
- Deberán eliminar el riesgo de rotura del terreno por sifonamientos.
- No deberán existir niveles de acodalamiento por debajo de los treinta (30) centímetros superiores a la generatriz exterior de la tubería instalada o deberán ser retirados antes del montaje de la misma.
- Se dejarán perdidos los apuntalamientos que no se puedan retirar antes del relleno o cuando su retirada pueda causar el colapso de la zanja antes de la ejecución de aquél.
- La entibación de las zanjas y de los elementos estructurales tales como arquetas especiales, pozos de hincas, etc., deberá tener unas guías que permitan el cierre transversal y el sistema de codales deberá ser tal que permita el deslizamiento de los propios codales a lo largo de las guías para poder cambiar la posición de los codales según se avance con el hormigonado de la estructura

3.5.3.5 Ejecución

El Contratista dispondrá en obra del material (paneles, puntales, vigas, madera, etc.), necesario para sostener adecuadamente las paredes de las excavaciones, con objeto de evitar los movimientos del terreno, pavimentos, servicios y/o edificios, situados fuera de la zanja o excavación proyectada. El



sistema de entibación permitirá ejecutar la obra de acuerdo con las alineaciones y rasantes previstas en el Proyecto.

Toda entibación en contacto con el hormigón en obra de fábrica definitiva deberá ser cortada según las instrucciones del Director de Obra y dejada "in situ". En este caso, solamente será objeto de abono como entibación perdida si está considerada como tal en el Proyecto o si la Dirección de Obra lo acepta por escrito.

Las zanjas o pozos que tengan una profundidad menor o igual a 1,25 metros podrán ser excavadas con taludes verticales y sin entibación. Para profundidades superiores será obligatorio entibar la totalidad de las paredes de la excavación, excepto en aquellos casos en los cuales aparezca el sustrato rocoso antes de llegar a las profundidades de Proyecto o Replanteo, en cuyo caso se procederá a entibar el terreno situado por encima de dicho sustrato. Por debajo del nivel de la roca se podrá prescindir, en general, del empleo de entibaciones si las características de aquélla (fracturación, grado de alteración, etc.), lo permiten.

Para zanjas y pozos de profundidades superiores a cuatro (4) metros no se admitirán entibaciones de tipo ligera y semicuajada.

Las prescripciones anteriores podrán ser modificadas a juicio de la Dirección de Obra, en los casos en que la estabilidad de las paredes de la excavación disminuya debido a causas tales como:

- Presencia de fisuras o planos de deslizamiento en el terreno.
- Planos de estratificación inclinados hacia el fondo de la zanja o pozo.
- Zonas insuficientemente compactadas.
- Presencia de agua.
- Capas de arena no drenadas.
- Vibraciones debidas al tráfico, trabajos de compactación, voladuras, etc.

El montaje de la entibación comenzará, como mínimo, al alcanzarse una profundidad de excavación de 1,25 metros, de manera que durante la ejecución de la excavación el ritmo de montaje de las entibaciones sea tal que quede sin revestir por encima del fondo de la excavación, como máximo los siguientes valores:

- 1 metro en el caso de suelos cohesivos duros
- 0,50 metros en el caso de suelos cohesivos, no cohesivos, pero temporalmente estables.

En suelos menos estables, por ejemplo, en arenas limpias o gravas flojas de tamaño uniforme, será necesario utilizar sistemas de avance continuo que garanticen que la entibación esté apoyada en todo momento en el fondo de la excavación.

La entibación deberá retirarse a medida que se compacte la zanja de forma que se garantice que la retirada de la entibación no ha disminuido el grado de compactación del terreno adyacente.



3.5.3.6 Control de calidad

Las maderas a emplear en entibaciones serán maderas resinosas, de fibra recta (pino, abeto) y deberán tener las características señaladas en el capítulo 2, así como las indicadas en los Apartados 1 y 2 de la NTE-ADZ.

Los materiales de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en la NTE, así como las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control industrial o en su defecto las normas UNE que se indican en el Apartado 1. "Materiales y equipos de origen industrial" del Control indicado en la norma NTE-ADZ.

3.5.4 Retirada del sostenimiento

3.5.4.1 Entibaciones

La entibación deberá retirarse a medida que se compacte la zanja hasta 0,30 m. por encima de la generatriz superior de la tubería de forma que se garantice que la retirada de la entibación no disminuya el grado de compactación por debajo de las condiciones previstas en el Pliego. A partir de este punto, la entibación se irá retirando de forma que las operaciones de relleno no comprometan la estabilidad de la zanja.

Si no se puede obtener un relleno y compactación del hueco dejado por la entibación de acuerdo con las estipulaciones de este Pliego, se deberá dejar perdida la entibación hasta una altura de 45 cm. por encima de la generatriz superior de la tubería.

3.5.5 Medición y abono de los sistemas de sostenimiento

Los métodos de sostenimiento empleados en zanjas o pozos, en sus distintos sistemas, se abonarán aplicando a los metros cuadrados (m²) de superficie útil revestida, los precios del cuadro de Precios aplicables a cada tipo de entibación (ligera, semicuajada, o cuajada) y/o tablestacado, según corresponda.

A efectos de abono de superficies entibadas y/o tablestacados se adoptará como plano de referencia para la medición de las profundidades, el definido por la solera de las excavaciones previas (prezanjas), si las hubiere, no teniendo derecho el Contratista a reclamar cantidad alguna en concepto de entibaciones realizadas por encima de dicho plano. En el caso de zanjas en zonas urbanizadas se considerará la superficie del pavimento existente como plano de referencia para la medición de entibaciones.

La medición de la entibación se realizará superficiando los paramentos vistos de la zanja realmente entibada con las salvedades anteriormente indicadas, entendiéndose repercutida en los correspondientes precios unitarios la parte de entibación hincada por debajo del fondo de las zanjas y/o pozos, así como todos los accesorios y medios auxiliares, incluso su retirada durante el relleno.



Dentro de los precios de entibaciones se entenderán incluidas todas las operaciones de arriostramiento y colocación de los niveles de apuntalamiento que sean necesarios, así como todas las operaciones necesarias para la ejecución de la unidad de obra, incluso empalmes y soldaduras por lo que no son motivo de abono diferenciado.

Los tablestacados se medirán y abonarán por metros cuadrados (m²) de tablestaca hincada, tomando como plano de medición el anteriormente indicado.

Solamente se considerará como tablestacado a efectos de abono, el caso en el cual las tablestacas hayan sido totalmente hincadas con anterioridad a la excavación de las zanjas o pozos. En otros casos, se abonará mediante la aplicación de los precios correspondientes de entibación, en función de la superficie total de pared revestida.

Si las tablestacas tuvieran que ser hincadas a mayor profundidad de la establecida en el Proyecto, de los sistemas de sostenimiento, el Contratista no podrá reclamar variación de los precios del contrato por este concepto.

Los arriostramientos y la colocación de niveles de apuntalamiento se medirán y abonará mediante las unidades correspondientes.

Se abonará, independientemente, la puesta en obra y retirada de la misma de todo el equipo y personal necesario para la ejecución de las tablestacas.

Las operaciones para la retirada de tablestacas están incluidas dentro del m² de tablestaca hincada. En el caso de que no se prevea la recuperación de las tablestacas según el proyecto, será de abono independiente al precio que refleje el cuadro de precios el material que quede instalado en el terreno. No tendrá esta consideración aquel material que el contratista, a su cuenta, decida no retirar, salvo que previamente sea reconocido por la Dirección de Obra.

La medición y abono de los carriles hincados se hará por metros lineales (ml) totales hincados, desde la solera de las excavaciones previas (prezanjas), si las hubiere, no teniendo derecho el Contratista a reclamar cantidad alguna en concepto de medición de carril sobrante por encima de dicho plano. En el caso de zonas urbanizadas, se considerará la superficie del pavimento existente como plano de referencia para la medición de los carriles. Se considera repercutido en el metro lineal de carril hincado el transporte, instalación y retirada de los equipos necesarios.

Cuando en cualquier unidad de las anteriores (entibaciones, tablestacas, carriles) se establezca un límite superior de altura para su aplicación, se empleará dicha unidad para la medición y abono de la parte ejecutada hasta alcanzar dicha altura límite, aunque la altura total sea superior a ese límite. Solo el excedente que sobrepase la altura límite se abonará con la unidad correspondiente a alturas superiores al límite. El criterio será el mismo cuando existan varios límites de altura, abonándose en cada caso mediante la unidad correspondiente al escalón de altura la parte que se encuentra comprendida entre ambos límites.



Los anclajes y bulones se medirán y abonarán por metro lineal ejecutado, entendiéndose incluido en la unidad la puesta en obra, suministro de todos los materiales, cabezas de los anclajes, placas de reparto, portacuñas, cuñas, tubo trompeta, juntas de estanquidad, capot metálico, producto anticorrosión, tornillos de sujeción, operación de tesado, destesado, corte y comprobaciones posteriores del tesado, según PPTP, incluso suministro, galvanizado de elementos metálicos, colocación, sellado final del orificio así como todas las operaciones necesarias, perforación de muro y terreno, inyección de lechada con cemento según PPTP, inyecciones previa, reinyecciones, incluso transporte, instalación y retirada de equipos de anclaje y equipos de inyección de lechada de cemento todas las veces que sea necesario, apeos, cimbras, andamios, totalmente terminada la unidad.

Se abonará independientemente la puesta en obra y retirada de la misma de todo el equipo y personal necesario para la ejecución de los anclajes y bulones.

La gunita se abonará por metro cúbico sobre perfil teórico definido en planos.

El mallazo se abonará kg de acero efectivamente colocado, considerándose incluido en el precio los solapes, cortes, mermas, sistemas de fijación, etc.

Se abonará independientemente la puesta en obra y retirada de la misma de todo el equipo y personal necesario para la ejecución del gunitado.

Se consideran incluidos en los precios la instalación y consumo de agua, energía eléctrica, aire, etc., en las potencias y volúmenes necesarios.

Si la Dirección de Obra aprobara la utilización de sistemas especiales, como pantallas de hormigón, pilotes, etc., éstos se medirán de acuerdo con los criterios descritos en el Pliego para cada uno de ellos y se abonarán a los correspondientes precios unitarios de los Cuadros de Precios.

Los precios de aplicación serán: U060101.

3.6 Cimentaciones

3.6.1 Definición

Se define como cimentación el elemento o grupo de elementos cuya misión consiste en transmitir al terreno resistente las cargas de una estructura.

3.6.2 Clasificación

En función de la posición donde se encuentre el terreno resistente las cimentaciones pueden clasificarse en superficiales y profundas.



3.6.3 Cimentaciones superficiales

3.6.3.1 Definición

Se considera que una estructura tiene cimentación superficial cuando sus cargas son transmitidas directamente al terreno resistente, situado inmediatamente debajo de aquella.

Este tipo de cimentaciones se utiliza cuando debajo de la estructura a construir existe una capa de terreno resistente de suficiente espesor.

3.6.3.2 Clasificación

Según la capacidad portante del terreno, la forma de la estructura y la magnitud de las solicitaciones a las que ésta va a ser sometida, las cimentaciones superficiales se pueden clasificar en zapatas aisladas, zapatas corridas y losas de cimentación.

3.6.3.3 Condiciones Generales

La solera de las cimentaciones superficiales deberá quedar, en cualquier caso, libre del efecto de las heladas, exigiéndose a este respecto que tengan una profundidad mínima de 1 metro.

Así mismo, en el caso de la existencia del nivel freático, marea, etc., las cimentaciones superficiales deberán emplazarse a una profundidad tal que la solera de cimentación quede alejada de la zona de oscilaciones de dicho nivel freático.

3.6.3.4 Ejecución

Los elementos de cimentación tendrán la forma y dimensiones definidas en los Planos del Proyecto y/o P.P.T.P.

Una vez realizada la excavación correspondiente a los elementos de cimentación a construir se verterá una capa de hormigón de limpieza y regularización, HL-150, de 10 cm. de espesor.

Sobre dicha capa se encofrará y se colocarán las armaduras del elemento en cuestión, distanciadas del hormigón de limpieza con los correspondientes separadores a la distancia definida en los Planos.

Cuando el terreno de cimentación sea inestable, previamente a la colocación del hormigón de limpieza se realizará un saneo del fondo de la excavación, colocándose posteriormente una capa de material granular (encachado de piedra) que será debidamente compactada.



3.6.3.5 Medición y Abono

Estas unidades se medirán como parte integrante de la estructura de la que formen parte, abonándose mediante la aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios a las unidades de obra que comprenden.

Los precios de aplicación serán: U140005.

3.7 Instalación de tuberías

3.7.1 Aspectos generales y planificación

El Contratista presentará una planificación desglosada, con indicación expresa, como mínimo de los siguientes puntos para cada diámetro:

- Número de la obra de fábrica, macizo de giro o PK entre los que está comprendido el tramo con indicación de su longitud real.
- Características de la tubería.
- Plan de fabricación.
- Número de tubos y piezas especiales que lo componen de cada presión.
- Fecha prevista de envío a obra - Acopio.
- Fechas de comienzo y final de montaje en zanja con desglose de las operaciones intermedias.
- Rellenos en sus diferentes fases.
- Medios materiales, maquinaria y personal para acopios. Puesta en zanja de tubería y piezas especiales, montaje, soldadura, recibido de juntas, rellenos, etc. con especificación de los rendimientos medios previstos para el cumplimiento de los plazos establecidos.

El Contratista deberá presentar esta planificación en el plazo de quince días naturales a partir de la fecha de comunicación escrita de la adjudicación de las obras por parte de la Propiedad.

Control de Calidad

El Contratista presentará a la Dirección de Obra el Plan de Control de Calidad correspondiente a todos y cada uno de los trabajos que son necesarios para la realización de la recepción en obra y del montaje de las tuberías.

Los puntos de control que como mínimo se establecerán serán, según los casos, los siguientes:

- Comprobación en la descarga de los tubos y piezas especiales a su llegada a obra.
- Desperfectos, grietas, fisuras, coqueras, graveras, etc. de las piezas de hormigón.
- Desperfectos en piezas metálicas, boquillas, bridas.
- Homologación de procedimiento de soldadura.
- Homologación de soldadores.
- Preparación de bordes para soldaduras a tope.



- Separación mínima/máxima entre chapas solapadas para soldar (boquillas entre tubos), en tuberías de hormigón.
- Electrodo a utilizar y tipo.
- Otros tipos de soldadura en otros materiales.
 - Dosificación, ejecución y curado en juntas internas y exteriores, en tuberías de hormigón.
 - Alineación tuberías en zanja.
 - Nivelación tuberías en zanja - Rasantes.
 - Control de calidad soldaduras.
- ~ Inspección visual.
- ~ inspección por líquidos penetrantes.
- ~ Inspección por radiografías.
- ~ Otros medios de inspección.
- Control de calidad de la protección de las tuberías. Autorización de envío a obra

Las tuberías, accesorios y materiales de juntas deberán ser inspeccionadas, por el departamento de Control de Calidad del Fabricante, en orden a asegurar su perfecto estado y la correspondencia con lo solicitado en el Proyecto. En la hoja de expedición figurará la autorización y conformidad del responsable del Control de Calidad del Fabricante y será entregada a la Dirección de Obra.

En los casos en que la Dirección de Obra efectúe, con personal destacado en obra, la inspección de la fabricación, la autorización de envío deberá tener además su firma de conformidad.

3.7.2 Transporte, carga y descarga de tuberías

3.7.2.1 Generalidades

Las tuberías, accesorios y materiales de juntas deberán ser inspeccionados en origen para asegurar que corresponden a las solicitadas en los planos.

El Contratista deberá someter a la aprobación del Director de Obra el procedimiento de descarga en obra y manipulación de los tubos.

Para el transporte, carga y descarga sólo se permitirán soportes, equipos y/o dispositivos que no produzcan daños a las tuberías y sus correspondientes accesorios.

No se permitirá el arrastre o rodadura de las tuberías, ni su manejo con brusquedad o provocando impactos.

Con bajas temperaturas y heladas se adoptarán precauciones especiales para el manejo de aquellas fabricadas con materiales termoplásticos.



Los tubos se descargarán siempre en un lugar donde no molesten o donde no puedan ser dañados por los vehículos y máquinas que circulen cerca de éstos.

Si los tubos se descargan directamente en obra se colocarán los tubos a lo largo de la excavación, al lado opuesto a los escombros, dirigiendo los enchufes aguas arriba.

En caso de que en alguna de estas maniobras algunas de las tuberías quedaran dañada, a juicio de la Dirección de Obra, ésta quedará rechazada.

3.7.2.2 Tuberías de hormigón

El transporte desde la fábrica a la obra no se iniciará hasta que haya finalizado el período de curado.

La manipulación y acopio de los tubos deberán efectuarse de forma que las tensiones producidas en estas operaciones no superen el 50% de la tensión máxima prevista en servicio.

La manipulación de los tubos en fábrica y transporte a obra deberá hacerse sin que sufran golpes o rozaduras. Se depositarán sin brusquedades en el suelo, no dejándolos caer; se evitará rodarlos sobre piedras, y en general se tomarán las precauciones necesarias para su manejo de tal manera que no sufran golpes de importancia.

No se admitirán para su manipulación dispositivos formados por cables desnudos ni por cadenas que estén en contacto con el tubo. El uso de cables requerirá un revestimiento protector que garantice que la superficie del tubo no queda dañada, su manipulación se realizará por dos lugares, situados a 1/5 de la longitud total. Es conveniente la suspensión por medio de bridas de cinta ancha con el recubrimiento adecuado. Se prohíbe la suspensión del tubo por un extremo y la descarga por lanzamiento.

Para el transporte los tubos se colocarán en el vehículo en posición horizontal y paralelamente a la dirección del medio de transporte. Cuando se trata de tubos de cierta fragilidad en transportes largos, sus cabezas deberán protegerse adecuadamente, se transportarán sobre unas cunas de madera que garanticen la inmovilidad transversal y longitudinal de la carga, así como la adecuada sujeción de los tubos apilados, que no estarán directamente en contacto entre sí, sino a través de elementos elásticos, como madera, gomas o sogas.

Tanto en el transporte como en el apilado se tendrá presente el número de capas de tubos que puedan apilarse de forma que las cargas de aplastamiento no superen el 50% de las de prueba.

Para el transporte, carga y descarga sólo se permitirán soportes o dispositivos que no produzcan daños a las tuberías o sus accesorios.

Al proceder a la descarga conviene hacerlo de tal manera que los tubos no se golpeen entre sí o contra el suelo. Los tubos se descargarán a ser posible cerca del lugar donde deben ser colocados en la zanja, y de tal forma que puedan trasladarse con facilidad al lugar de empleo. Se evitará que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados.



Se recomienda siempre que sea posible descargar los tubos al borde de zanja, para evitar sucesivas manipulaciones, en el caso de que la zanja no estuviera abierta todavía, se colocarán los tubos siempre que sea posible, en el lado opuesto a aquél en que se piensen depositar los productos de la excavación y de tal forma que queden protegidos del tránsito, de los explosivos, etc.

En caso de tubos de hormigón recién fabricados no deben almacenarse en el tajo por un período largo de tiempo en condiciones que puedan sufrir secados excesivos o fríos intensos. Si fuera necesario hacerlo se tomarán las precauciones oportunas para evitar efectos perjudiciales en los tubos.

Para aumentar la seguridad de los trabajos de descarga, manipulación y colocación de los tubos, a partir de DN 1500 (incluido) y hasta DN 3000, los tubos irán provistos de arteones de descarga y manipulación (también llamados bulones). En obras de hinca, una vez colocado el tubo sobre el bastidor de empuje, se deberá rellenar el hueco del bulón con un mortero de fraguado rápido tipo SIK1 o similar.

3.7.2.3 Tuberías de gres

En lo que respecta al transporte, carga y descarga de la tubería de gres se seguirán las instrucciones dictadas por el suministrador, así como las normas habituales de buenas prácticas.

3.7.2.4 Tuberías de fundición y acero

Los camiones descubiertos estarán adaptados al transporte de tubos y su plataforma tendrá un largo suficiente para que los tubos no sobresalgan.

Si los remolques llevan teleros, éstos tendrán una resistencia suficiente para compensar la presión lateral ejercida por los tubos. Se recomienda disponer, como mínimo, de 3 teleros por fila y se aconseja prever soportes para los tubos a partir de DN 400.

El Contratista a la llegada del camión a obra en presencia del transportista o de su representante, examinará de cerca el estado del vehículo, así como el estado de la carga, asegurándose que los productos y las cuñas de protección no se han movido.

En caso necesario se constatarán los daños o faltas.

Para efectuar la carga y descarga se colocará la flecha de la grúa justo encima del camión con el fin de levantar los tubos verticalmente. Se maniobrá suavemente y se evitarán los balanceos, golpes contra paredes u otros tubos, contactos bruscos con el suelo, así como el roce de los tubos contra los teleros para preservar el revestimiento exterior. Estas precauciones son tanto más necesarias cuanto más importantes sean las dimensiones, DN y longitud, o que éstos tengan revestimientos especiales. Se utilizarán ganchos de goma de forma adecuada revestidos con una protección de poliamida.

Si las tuberías estuvieran protegidas exteriormente (revestimientos bituminosos o plásticos) no se podrán manejar con cadenas o eslingas de acero sin protección que pudieran dañar la protección.



En ningún caso se depositarán directamente sobre el terreno.

No se harán rodar ni arrastrar los tubos sobre el suelo ni se dejarán caer desde el camión al suelo ni sobre neumáticos o arena.

3.7.2.5 Tuberías de PVC

Para la buena conservación de las tuberías y evitar su deterioro y deformación se deben observar las siguientes normas.

Deberán evitarse los movimientos bruscos, flechas importantes, balanceos, choques con piezas metálicas o de hormigón.

Se pondrá especial atención en evitar la excesiva tensión de los tirantes de arriostrado y la carga de materiales pesados sobre los tubos.

Se prestará especial atención en las operaciones de carga y transporte cuando éstas se realizan con temperaturas inferiores a 0°C.

La descarga se efectuará sobre superficies planas, limpias de piedras o salientes que las puedan deteriorar, y quedarán debidamente calzadas y aseguradas contra el deslizamiento.

3.7.2.6 Tuberías de Polietileno

Para el transporte de rollos se procurará, en lo posible, que éstos estén colocados de forma horizontal, pudiéndose apilar varios de ellos. El de la parte inferior debe descansar sobre una superficie plana, exenta de salientes que pueda dañar el tubo.

En los casos de rollos de gran diámetro que, por sus dimensiones, la plataforma del vehículo no admita su posición horizontal, deberán colocarse verticalmente, teniendo precaución de que estén el menor tiempo posible en esta posición.

No se forzarán los rollos para evitar que éstos se deformen y pierdan su forma circular.

Cuando se tengan que transportar tubos que hayan sido suministrados en tramos rectos, y debido a su gran flexibilidad, deberá procurarse que no sobresalga de la parte posterior del vehículo una longitud que permita el balanceo de los mismos.

Con el fin de evitar que el tubo ruede y reciba choques, se aconseja que se sujeten con cordel o cuerda y no se utilizarán cables, alambres ni cintas metálicas.

Durante el transporte no se colocarán pesos encima de los tubos que les pueda producir aplastamiento. Asimismo, debe evitarse que otros cuerpos, principalmente si tienen aristas vivas, golpeen o queden en contacto con el tubo.



Si durante el transporte un tubo hubiera sufrido desperfectos, se podrá cortar la parte dañada, aprovechando el resto.

3.7.2.7 Tuberías de PRFV

Los tubos se transportarán colocados por pisos sobre tablas de madera transversales a ellos, interponiendo dichas tablas entre piso y piso. Se deberán colocar un mínimo de tres para cada piso, en el caso de tubos de 12 m. de longitud. Dichas tablas tendrán una serie de calzos para evitar que puedan deslizarse los tubos.

En el piso superior se colocarán cantoneras de madera destinadas a proteger los tubos laterales del roce del cable de apriete de toda la carga.

La descarga se podrá hacer desde el suelo ayudándose de cables sujetos al chasis del camión, en el caso de tubos de gran diámetro y mucha presión. Si los tubos, por el contrario, son de menor diámetro, más ligeros, se podrán descargar mediante operarios subidos encima de los mismos que ayudados por cables podrán hacerlos deslizar sobre tabloneros hasta el suelo.

Se deberá cuidar la colocación de los tabloneros de apoyo que repartan la carga sobre los tubos, y de los calzos para evitar los deslizamientos laterales.

3.7.3 Almacenamiento

3.7.3.1 Generalidades

Los tanques de almacenamiento para acopio de los materiales, tuberías, accesorios, etc. serán responsabilidad del Contratista, tanto en la consecución de sus autorizaciones, preparación de superficies y trabajos necesarios para su adecuada utilización, así como de su custodia.

Las tuberías en caso de que sean almacenadas al borde de la zanja previamente a su montaje se colocarán a tal distancia del borde superior de la zanja que no se produzcan cargas que perjudiquen la estabilidad de los paramentos y taludes de las excavaciones.

Los apoyos, soportes, cuñas y altura de apilado serán de tales características que no se produzcan daños en las tuberías y sus revestimientos, ni deformaciones permanentes.

Las tuberías y sus accesorios cuyas características pudieran verse directa y negativamente afectadas por la temperatura, insolación o heladas deberán almacenarse debidamente protegidas.



3.7.3.2 Tuberías de hormigón

El acopio de los tubos en obra se hará en posición horizontal, sujetos mediante calzos de madera, salvo que se disponga de alguna solera rígida que garantice el acopio vertical en las debidas condiciones de seguridad.

Durante su permanencia en la obra, antes del tapado de las zanjas, los tubos deberán quedar protegidos de acciones o elementos que puedan dañarles, como tránsito o voladuras. Igualmente se evitará que estén expuestos durante largo tiempo a condiciones atmosféricas en que puedan sufrir secados excesivos, o calores, o fríos, intensos. Si esto no fuera posible, se tomarán las precauciones oportunas para evitar efectos perjudiciales.

3.7.3.3 Tuberías de gres

En lo que respecta al almacenamiento de la tubería de gres se seguirán las instrucciones dictadas por el suministrador, así como las normas habituales de buenas prácticas.

3.7.3.4 Tuberías de fundición y acero

La superficie de almacenamiento será plana. El terreno no ha de ser pantanoso ni inestable y no contendrá residuos corrosivos.

Se verificarán los suministros a su llegada, en el sitio del almacenamiento, y si aparecen daños (deterioros del revestimiento interior o exterior, por ejemplo) se repararán previa autorización de la Dirección de Obra antes de almacenarlos.

Se almacenarán los tubos, según el diámetro, en su pila respectiva, siguiendo un plan racional de almacenamiento. Se realizará lo mismo para las piezas especiales y accesorios.

La primera capa descansará sobre 3 tablones situados en 3 líneas paralelas y a 1 m. del final del enchufe y del extremo liso respectivamente. Los enchufes no tocarán el suelo en ningún caso.

Se recomienda siempre reducir al máximo el tiempo de almacenamiento, para preservar los revestimientos de los perjuicios de la intemperie y la acción prolongada del sol.

Los separadores de madera (maderos, calzos, etc.) serán resistentes y de buena calidad.

En el caso de que los tubos lleven revestimientos especiales se seguirán las instrucciones dictadas por el Fabricante.

Los tubos del extremo se acuñarán al lado del extremo liso y del enchufe, con calzos de dimensiones gruesas clavados sobre los maderos.



La altura máxima de almacenamiento será la recomendada por el fabricante.

3.7.3.5 Tuberías de PVC

A su llegada a obra, se evitará que las tuberías de P.V.C. estén expuestas largo tiempo a la intemperie. Si es posible se almacenarán en locales cubiertos para protegerlos de las radiaciones solares. En caso de que no resulte posible se cubrirán con lonas o film impermeables a la radiación ultravioleta, o se situarán en zonas resguardadas del sol asegurándose la aireación para evitar la deformación de los tubos por acumulación de calor.

Las tuberías deberán ser soportadas prácticamente en su longitud total, no se hará un apilado excesivo de los tubos de forma tal que se produzcan acciones a deformar las mismas, no sobrepasándose una altura de apilado de 1,5 m. Se apilarán al tresbolillo, alternando bocas y extremos lisos.

3.7.3.6 Tuberías de Polietileno

Los rollos deberán ser almacenados sobre superficies planas y limpias, en forma horizontal, pudiéndose apilar unos encima de otros. No se dejarán nunca almacenados verticalmente.

Al mover los rollos para el almacenaje se podrán hacer rodar sobre sí mismos, procurando que en su camino no pisen objetos punzantes o con aristas que puedan dañar la superficie del tubo.

En los casos que se trate de almacenamiento de tubos rectos, se amontonarán formando capas horizontales. Si no hubiera paredes de contención, para evitar el desplome de la pila deberán asegurarse los tubos extremos de la capa inferior con cuñas de madera, o tierra blanda. En caso de utilizar las cuñas, deberá procurarse que éstas no tengan cantos vivos; la separación entre ellas deberá ser de 1 m. aproximadamente.

Las tuberías deberán ser soportadas prácticamente en su longitud total, para la formación de capas superiores se tendrá presente que un tubo debe descansar entre dos de la capa inferior. La altura de apilamiento no debe sobrepasar de 2 m. a fin de evitar esfuerzos importantes en las capas inferiores.

Si es necesario desatar un rollo para cortar un trozo de tubo, se atará de nuevo, sin apretar excesivamente las ataduras, a fin de no segar el tubo.

Para cortar el tubo se utilizará una sierra o un cuchillo, nunca unas tijeras u otra herramienta que al cortar pueda producir un aplastamiento del tubo.

3.7.3.7 Tuberías de PRFV

Se seguirán las instrucciones dictadas por el suministrador



3.7.4 Recepción en Obra

3.7.4.1 Generalidades

Una vez acopiadas las tuberías en obra se procederá a su inspección, comprobando sus características y posibles desperfectos producidos durante el transporte o la descarga.

Cualquier anomalía se comunicará a la Dirección de Obra quien determinará, previa inspección su rechazo, o la reparación a efectuar.

3.7.4.2 Tuberías de hormigón

3.7.4.2.1 Recepción en fábrica.

La Dirección Facultativa se reserva el derecho de realizar en fábrica, por intermedio de sus representantes, cuantas verificaciones de fabricación y ensayos de materiales estime precisos para el control perfecto de las diversas etapas de fabricación. A estos efectos, el Contratista, en el caso de no proceder por sí mismo a la fabricación de los tubos, deberá hacer constar este derecho de la Dirección Facultativa en su contrato con el fabricante.

El Contratista avisará a la Dirección Facultativa, con quince días de antelación como mínimo, del comienzo de la fabricación en su caso, y de la fecha en que se propone efectuar las pruebas, cuando se trate de materiales no incluidos en el catálogo habitual del fabricante.

El Contratista avisará a la Dirección Facultativa, con siete días de antelación como mínimo, del comienzo de la fabricación en su caso, y de la fecha en que se propone efectuar las pruebas, cuando se trate de materiales incluidos en el catálogo habitual del fabricante.

La Dirección Facultativa, en caso de no asistir por sí o por delegación a las pruebas en fábrica, podrá exigir al Contratista certificado de garantía de que se efectuaron en forma satisfactorias los ensayos.

Cada entrega irá acompañada de una hoja de ruta, especificando naturaleza, número, tipo y referencia de las piezas que la componen.

Serán obligatorias las siguientes verificaciones o pruebas:

- Examen visual del aspecto general de los tubos y comprobación de dimensiones, espesores y rectitud de los tubos.
- Ensayo de estanqueidad y ensayos hidrostáticos
- Resistencia a Compresión, absorción y alcalinidad
- Ensayo de aplastamiento Fisuración Controlada y Rotura)



El material se clasificará en lotes de 200 unidades según su naturaleza, categoría y diámetro nominal, salvo que la Dirección Facultativa autorice expresamente lotes de mayor número.

Por cada lote de 200 o fracción de lote, si no se llegase en el pedido al número citado, se tomarán el menor número de elementos que permita realizar la totalidad de los ensayos.

Se procederá a la comprobación de los ensayos señalados anteriormente, asignándose los resultados que se obtengan a la totalidad del lote.

3.7.4.2.2 Recepción en obra

Las piezas que hayan sufrido averías durante el transporte o que presente defectos no apreciados en la recepción en fábrica, en su caso, serán rechazadas. La Dirección Facultativa, si lo estima necesario podrá ordenar en cualquier momento la repetición de pruebas sobre las piezas ya ensayadas en fábrica.

3.7.5 Instalación de Tubería en Zanja. Medición y abono

3.7.5.1 Procedimiento general de Instalación de tubería en zanja

En la instalación de la conducción en las zanjas previamente niveladas, se incluirán las siguientes operaciones:

- La ejecución de la cama en asiento de la conducción.
- La conexión con arquetas y obras de entrada y salida
- El suministro, nivelación y colocación de la tubería.
- La sujeción de tubería para evitar movimientos durante su refuerzo.
- El refuerzo con hormigón.
- Cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad.

Una vez preparado el asiento, se procederá a la colocación de los tubos en sentido ascendente, cuidando su perfecta alineación y pendiente.

Los tubos se revisarán minuciosamente, rechazando los que presentan defectos.

La colocación se efectuará con los medios adecuados, realizándose el descenso al fondo de la zanja mediante grúa o brazo de la retroexcavadora, de ninguna manera mediante rodadura o lanzamiento, quedando totalmente prohibido el descenso manual. En todo caso se evitarán daños en los tubos por golpes o mala sujeción.

Se preverá y cuidará la inamovilidad de los tubos durante la operación del refuerzo.

En el caso de los tubos de hormigón en masa, utilizados para caños o colectores de drenaje serán reforzados con una envolvente de hormigón HM-20, por lo que se deberá asegurar mediante vibrado



el relleno completo del espacio comprendido entre la tubería, la solera y el talud de la zanja. El hormigón utilizado deberá tener un cono Abrams comprendido entre 4 y 8 centímetros.

Se deberá hormigonar contra las paredes de la zanja y se asegurará que éstos se encuentran saneados, de forma que el vertido de hormigón contra ellos no provoque caídas parciales de los taludes, originando la discontinuidad del macizo.

En caso de que los taludes hubieran resultado más tendidos que los proyectados, con sobreexcavaciones y saneos, se deberá hormigonar de igual forma, es decir, a tope con el terreno.

Una vez reforzada la tubería se iniciará el relleno con el material procedente de la excavación hasta 0,20 m por encima del refuerzo, procediéndose seguidamente, a la compactación mediante plancha vibrante.

Se seguirá con el relleno de la zanja hasta la cota de definición con el mismo material, procediéndose mediante tongada que no excedan de 0,40 m, debiéndose obtener una compactación igual o superior al 100% del Próctor Normal según la norma NLT 107/76.

3.7.5.2 Definición de Zonas de la Zanja

Dentro de las zanjas para alojamiento de tuberías de saneamiento se diferencian las siguientes zonas:

- **Zona de apoyo de la tubería**

Se entiende por zona de apoyo a la parte de la zanja comprendida entre el plano formado por el fondo de la propia excavación y un plano paralelo a este último situado treinta (30) centímetros por encima de la generatriz superior exterior de la tubería.

Dentro de esta zona a su vez se diferencian dos sub-zonas.

- **Cuna de apoyo**

Se designa como cuna de apoyo a la zona de la zanja comprendida entre el fondo de la excavación y el plano paralelo al mismo que intercepta a la tubería según el ángulo de apoyo proyectado.

- **Recubrimiento de protección**

Se entiende por recubrimiento de protección la zona de la zanja comprendida entre la cuna de apoyo descrita anteriormente y el plano paralelo al fondo de la excavación situado treinta (30) centímetros por encima de la generatriz superior exterior de la tubería.

- **Zona de cubrición**

Se define como zona de cubrición aquella parte de la zanja comprendida entre el plano paralelo al fondo de la excavación situado treinta (30) centímetros por encima de la tubería y la superficie del terreno, terraplén, o parte inferior del firme en caso de zonas pavimentadas.



3.7.5.2.1 Preparación del Terreno de Cimentación

El fondo de la zanja deberá quedar perfilado de acuerdo con la pendiente de la tubería.

Durante la ejecución de los trabajos se cuidará de que el fondo de la excavación no se esponje o sufra hinchamiento y si ello no fuera evitable, se recompactará con medios adecuados hasta la densidad original.

Si la capacidad portante del fondo es baja, y como tal se entenderá aquella cuya carga admisible sea inferior a 0,5 kg/cm², deberá mejorarse el terreno mediante sustitución o modificación.

La sustitución consistirá en la retirada del material indeseable y su sustitución por material seleccionado tal como arena, grava o zahorra. La profundidad de sustitución será la adecuada para corregir la carga admisible hasta 0,5 kg/cm². El material de sustitución tendrá un tamaño máximo de partícula de 2,5 cm. por cada 30 cm. de diámetro de la tubería, con un máximo de 7,5 cm.

La modificación o mejora del terreno se efectuará mediante la adición de material seleccionado al suelo original y compactación. Se podrán emplear zahorras, arenas u otros materiales inertes con un tamaño máximo de 7,5 cm y, asimismo, si lo juzga oportuno el Director de Obra, adiciones de cemento o productos químicos.

En el caso de que el suelo "in situ" fuera cohesivo, meteorizable o se pudiera reblandecer durante el período de tiempo que vaya a mantener abierta la zanja, deberá ser protegido, incluso con una capa adicional que fuera retirada inmediatamente antes de la instalación de la tubería.

Asimismo, se mantendrá el fondo de la excavación adecuadamente drenado y libre de agua para asegurar la instalación satisfactoria de la conducción y la compactación de las cunas.

3.7.5.2.2 Apoyos de Tubería

El sistema de apoyo de la tubería en zanja vendrá especificado en los planos del Proyecto y/o Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En cualquier caso y como mínimo deberán cumplirse las prescripciones del presente capítulo.

Las tuberías no podrán instalarse de forma tal que el contacto o apoyo sea puntual, o a lo largo de una línea de soporte. La realización de la cuna de apoyo tiene por misión asegurar una distribución uniforme de las presiones de contacto que no afecten a la integridad de la conducción.

Para tuberías con protección exterior, el material de la cuna de apoyo y la ejecución de ésta deberá ser tal que el recubrimiento protector no sufra daños.

Si la tubería estuviera colocada en zonas de agua circulante deberá adoptarse un sistema tal que evite el lavado y transporte del material constituyente de la cuna.

En el caso de apoyo sobre hormigón, en el primer tipo la cuna de hormigón no lleva armadura de refuerzo. En el segundo y tercer tipo las cunas de hormigón llevarán la armadura prevista en el siguiente cuadro:

DIAMETRO INTERIOR TUBERIA EN mm:	AS en (%)		
	0,00	0,4	1,00
600	--	Dm. 10 a 0,25	Dm. 16 a 0,25
700 - 1.500	--	Dm. 10 a 0,20	Dm. 16 a 0,25
1.500	--	Dm. 10 a 0,125	Dm. 16 a 0,125

Camas de apoyo en terreno natural

Terreno no cohesivo con tamaño máximo de la partícula de 20 mm.

En suelos no cohesivos consistentes en arenas y hasta gravas medias (tamaño máximo de la partícula 20 mm) las tuberías podrán asentarse directamente si se conforma previamente una superficie de apoyo en el terreno que se ajuste a la tubería de forma que ésta descansa uniformemente en toda su longitud.

Si se coloca en capas material granular compactable, el apoyo se mejorará elevando el relleno por encima del arco de apoyo previamente realizado.

Igualmente, en el caso de una tubería colocada sobre el fondo plano de la zanja, la cama de apoyo se podrá conseguir rellenando y compactando bajo la misma con material no cohesivo, pero solamente si es posible garantizar que con el material aportado y la compactación se consigue al menos una compacidad comparable a la del fondo de la zanja.

Se podrán utilizar para ello arenas y gravas arenosas con un tamaño máximo de 20 mm, y gravas arenosas machacadas con un tamaño máximo de 11 mm.

Las gravas arenosas sólo serán adecuadas si además es posible obtener con ellas una buena compactación (el porcentaje de arenas mayor del 15%, tamaño máximo 20 mm y el coeficiente de uniformidad mayor o igual que 10).

Las gravas poco arenosas no serán consideradas como adecuadas. Camas de apoyo en terreno cohesivo

Solamente se podrá colocar directamente la conducción si el terreno es adecuado para conformar en él la cama, según lo indicado en el apartado anterior, y el material que se coloque confinado entre la tubería y el fondo sea asimismo adecuadamente compactado.

Otros tipos de terrenos

La colocación en camas realizadas directamente en el terreno si éste tiene gravas gruesas o piedras, o no puede ser desmenuzado con la mano, o en el caso de rocas, no estará permitida.



La Dirección de Obra podrá admitir el apoyo de tuberías rígidas sobre camas realizadas en gravas gruesas tan sólo si el tamaño máximo de éstas no excede $1/5$ del espesor mínimo de la cuna en el fondo de la tubería, y no es mayor que la mitad del espesor de la pared de la misma.

Camas de apoyo en materiales de aportación

En aquellos casos que así lo indique el Proyecto, o cuando el fondo de la excavación no resulte adecuado para conseguir una cuna de apoyo directamente sobre él, previa autorización escrita de la Dirección de Obra, el fondo de la zanja deberá ser sobreexcavado para permitir ejecutar la cama de apoyo con materiales de aportación. Se distinguen los siguientes casos:

Camas de apoyo con material granular

Las dimensiones de las camas de material granular serán las indicadas en los Planos de Proyecto. Apoyos clase B y C

En las clases B y C las tuberías se apoyarán sobre una cama de material granular colocada en el fondo plano de la zanja. La cama de material granular tendrá el espesor mínimo indicado en los planos. En la clase B el material granular se extenderá hasta una altura igual a la mitad del diámetro exterior de la tubería.

En la clase C el material granular sólo se extenderá hasta una altura igual a un cuarto ($1/4$) del diámetro exterior de la tubería. En las clases B y C se empleará el material granular tipo A de acuerdo con las especificaciones del presente Pliego.

Las clases B y C sólo se aceptarán para apoyo de tuberías que tengan pendientes iguales o superiores al 1%.

Camas de apoyo de hormigón

Si el suelo presente en el fondo de la excavación no es adecuado para la realización de camas de material granular, o posee una marcada pendiente, o existe la posibilidad de lavado de la arena por el agua freática o, por último, el subsuelo es muy compacto o roca, se realizarán camas de hormigón en masa o armado para asiento de las tuberías rígidas.

Las características del hormigón, armaduras y las dimensiones de las camas estarán especificadas en los Planos de Proyecto.

Como ya se ha indicado, para la instalación y alineamiento si se emplea cuna de hormigón, la tubería se apoyará provisionalmente en bloques prefabricados de hormigón cuyas características serán las que se especifican en el Capítulo 2 del presente Pliego.

Estos bloques no son de abono independiente y su costo se incluye en el de la tubería. Estos bloques no se emplearán si la tubería va apoyada sobre un material granular.

La zanja se mantendrá drenada durante la fase de fraguado del hormigón y en determinados casos si el agua freática fuera potencialmente agresiva hasta que el hormigón haya endurecido.



Las cunas de hormigón no son adecuadas para las tuberías flexibles y caso de que por otras razones estructurales se hubiera dispuesto una losa de apoyo de hormigón, se colocará entre ésta y la tubería una capa intermedia de arena y grava fina con el espesor que se especifique en el Proyecto.

3.7.5.2.3 Recubrimiento de Tuberías con Hormigón

Las conducciones podrán reforzarse con recubrimientos de hormigón si tuvieran que soportar cargas superiores a las de diseño de la propia tubería, evitar erosiones y/o descalces, si hubiera que proteger la tubería de agresividades externas o añadir peso para evitar su flotabilidad bajo el nivel freático.

Las características del hormigón y dimensiones de las secciones reforzadas vendrán indicadas en los planos del Proyecto y/o P.P.T.P.

Si el diámetro de la tubería es menor de 300 mm el recubrimiento mínimo de tierras sobre la misma será de 0,80 m.

Si el diámetro de la tubería es mayor o igual a 300 mm la altura de tierras mínima, medida sobre la clave de la tubería, deberá ser 1 m.

Caso de que no pudieran cumplirse tales condiciones, se deberá reforzar la tubería con un revestimiento de hormigón HM-20, de acuerdo con lo previsto en los planos.

En tuberías de diámetro interior superior a 600 mm, si la altura de tierras sobre el tubo está comprendida entre 0,50 m. y 1,00 m se deberán tener en cuenta los efectos de impacto en su dimensionamiento y no se podrá considerar la compensación debida a la compactación de los rellenos laterales de la zanja.

No se podrá utilizar cemento de fraguado rápido para revestimiento de P.V.C.

3.7.5.2.4 Juntas de Hormigonado en Apoyos o Dados de Hormigón para Protección de Tuberías

Se dispondrán juntas de hormigonado en toda la sección de la cuna de apoyo o revestimiento, a distancias regulares, normales a la conducción y coincidentes con las uniones de tuberías, según lo indicado en los Planos del Proyecto e irán rellenas de un material compresible, cuyo espesor se define en el Capítulo II de este Pliego, en función de los diámetros del tubo.

3.7.5.3 Montaje de tuberías

3.7.5.3.1 Tolerancias admisibles en el montaje

En canalizaciones en presión, las máximas desviaciones admisibles respecto de las alineaciones de Proyecto no superarán los siguientes valores;

- Planta: + 20 mm.
- Elevación: + 50 mm.

En el caso de conducciones en lámina libre, las máximas desviaciones admisibles respecto a las alineaciones de Proyecto serán las siguientes:

	N RASANTE	EN ALINEACION HORIZONTAL
EN TUBERIA EN ZANJA	+ 20 mm.	+ 20 mm.
EN TUNEL TERMINADO	+ 10 mm.	+ 20 mm.

La rasante de un tramo de tubería estará comprendida entre 2 i y 0,5 i, siendo i la pendiente del colector prevista en el Proyecto.

No se admitirán tramos en contra pendiente.

La rasante del colector no podrá ser inferior a la de Proyecto en una longitud superior a 20 m.

3.7.5.3.2 Condiciones Generales para el Montaje de Tuberías

Las tuberías, sus accesorios y material de juntas y, cuando sea aplicable, los revestimientos de protección interior o exterior se inspeccionarán antes del descenso a la zanja para su instalación.

Los defectos, si existieran, deberán ser corregidos o rechazados los correspondientes elementos.

El descenso a la tubería se realizará con equipos de elevación adecuados y accesorios como cables, eslingas, balancines y elementos de suspensión que no puedan dañar a la conducción ni sus revestimientos.

Las partes de la tubería correspondientes a las juntas se mantendrán limpias y protegidas.

El empuje para el enchufe coaxial de los diferentes tramos deberá ser controlado, pudiendo utilizarse gatos mecánicos o hidráulicos, palancas manuales u otros dispositivos cuidando que durante la fase de empuje no se produzcan daños y que este se realice en la dirección del eje y de forma concéntrica con los tubos.



Se marcarán y medirán las longitudes de penetración en el enchufe para garantizar que las holguras especificadas se mantengan a efectos de dilatación y evitación de daños.

Cada tramo de tubería se medirá y comprobará en cuanto a su alineación, cotas de nivel de extremos y pendientes.

Las correcciones no podrán hacerse golpeando las tuberías y la Dirección de Obra rechazará todo tubo que haya sido golpeado.

Se adoptarán precauciones para evitar que las tierras puedan penetrar en la tubería por sus extremos libres. En el caso que alguno de dichos extremos o ramales vaya a quedar durante algún tiempo expuesto, pendiente de alguna conexión, se dispondrá un cierre provisional estanco al agua y asegurado para que no pueda ser retirado inadvertidamente.

Se seguirán también las instrucciones complementarias del fabricante de la tubería para su instalación.

Las juntas y conexiones de todo tipo deberán ser realizadas de forma adecuada y por personal experimentado.

Las conexiones de las tuberías a las estructuras, como pozos de registro, etc., deberán realizarse de forma articulada. La articulación se dispondrá, si fuera posible, en la pared de la estructura. En el caso de que esto no fuera posible, se realizará una doble articulación en cada lado de la obra de fábrica, mediante dos tuberías de pequeña longitud (1 m.).

Las conexiones de tuberías de materiales plásticos a estructuras de otro tipo de material se realizarán mediante pasamuros.

La conexión directa de una tubería en otra deberá garantizar que:

- La capacidad resistente de la tubería existente sigue siendo satisfactoria.
- La tubería conectada no se proyecta más allá de la cara interior de la tubería a la que se conecta.
- La conexión es estanca al agua.

Si alguno de estos requisitos no pudiera cumplirse, la tubería deberá ser reforzada en dicho tramo, o sustituido éste por una pieza especial, o se dispondrá una arqueta o pozo de registro.

El Contratista deberá facilitar todos los medios materiales y humanos, para el control y seguimiento de los posibles asentamientos diferenciales sufridos, tanto por las tuberías como por las obras de fábrica, considerándose incluidos dentro de los precios de proyecto los costos de tales operaciones.

Las juntas y conexiones de todo tipo deberán ser realizadas de forma adecuada y por personal experimentado. En el caso de tuberías soldadas por personal homologado en las posiciones de soldadura previstas

Si las tuberías se apoyan sobre material granular, éste se extenderá y compactará en toda la anchura de la zanja hasta alcanzar la densidad prevista en el Pliego de Condiciones Generales.



Seguidamente, se ejecutarán hoyos bajo las juntas de las tuberías para garantizar que cada tubería apoye uniformemente en toda su longitud, si estas juntas son de enchufe y campana.

Caso de que las tuberías vayan apoyadas sobre cunas de hormigón, se verterá, en primer lugar, sobre el fondo de la excavación una capa de hormigón de limpieza sobre la que posteriormente irán colocados y debidamente nivelados los bloques prefabricados de hormigón.

Una vez ejecutada la solera de material granular o colocados los bloques de hormigón para apoyo provisional de la tubería, se procederá a la colocación de los tubos, en sentido ascendente, cuidando su perfecta alineación y pendiente.

Si el proyecto prevé la ejecución de cuna de hormigón las tuberías, durante el montaje, se apoyarán únicamente en los bloques de hormigón de apoyo provisional de tubería, intercalando en la superficie de contacto una capa de tela asfáltica o material compresible.

En el caso de excavación en roca con explosivos, la solera de apoyo de las tuberías se apoyará sobre una capa de material granular con el fin de aminorar la transmisión de vibraciones producidas por los explosivos.

Los elementos de protección de las juntas de tuberías y complementos no serán retirados hasta que se hayan completado las operaciones de unión. Se comprobará muy especialmente, el perfecto estado de la superficie de las juntas. Así mismo se tomará especial cuidado en asegurar que el enchufe y campana de las tuberías que se unen estén limpios y libres de elementos extraños.

Después de colocada la tubería y ejecutada la cuna, se continuará el relleno de la zanja envolviendo a la tubería con material granular tipo A, el cual será extendido y compactado en toda la anchura de la zanja en capas que no superen los quince centímetros (15 cm.) hasta una altura que no sea menor de 30 cm. por encima de la generatriz exterior superior de la tubería.

El material a emplear será tal que permita su compactación con medios ligeros.

El material de esta zona no se podrá colocar con buldózer o similar ni se podrá dejar caer directamente sobre la tubería.

Una vez ejecutado el relleno con material tipo A, se ejecutará el resto del relleno de la zanja de acuerdo con lo previsto en el presente Pliego.

La retirada de la entibación se ajustará a la ejecución del relleno de la zanja.

No se permitirá el empleo de medios pesados de extendido y compactado en una altura de 1,30 m. por encima de la tubería de acuerdo con lo previsto en los planos.



3.7.5.3.3 Especificaciones de montaje según tipo de tubería Montaje sobre camas de hormigón

Para la instalación y alineamiento de la tubería en planta y nivelación en alzado es recomendable, en caso de que esté previsto en Proyecto, hormigonar una primera capa como losa y montar la tubería sobre ella, o montar la tubería sobre bloques prefabricados de hormigón de las mismas características que el resto con la forma y superficie adecuada para no dañar a la tubería y al hormigón de limpieza o a la losa base de hormigón.

Una vez en posición la tubería se proseguirá el hormigonado hasta las cotas de proyecto.

Si las camas de hormigón estuvieran construidas con anterioridad al montaje de la tubería, este se colocará sobre una capa de mortero fresco intercalado, debiendo estar la superficie del hormigón adecuadamente conformado con la de la tubería para que una vez endurecido el mortero el apoyo sea uniforme en el ángulo previsto en el proyecto.

La zanja se mantendrá drenada durante la fase de fraguado del hormigón y en determinados casos si el agua freática fuera potencialmente agresiva hasta que el hormigón haya endurecido.

Las camas de hormigón no son adecuadas para las tuberías flexibles y caso de que por otras razones estructurales se hubiera dispuesto una losa de apoyo de hormigón, se colocará entre ésta y la tubería una capa intermedia de arena y grava fina con el espesor que se especifique en los planos de Proyecto.

Conducciones de hormigón con alma de chapa y/o conducciones de acero Las juntas a tope serán a penetración completa.

Las soldaduras se realizarán según el Procedimiento que previamente, y a propuesta del Contratista, haya sido aprobado por la Dirección de Obra.

La Dirección de Obra hará las inspecciones de contraste de las soldaduras, encomendándolas a entidades oficiales, o casas especializadas cuya solvencia sea notoria.

Las costuras soldadas cuyo control no se pueda hacer de manera fiable mediante radiografías o ultrasonidos se harán por partículas magnéticas, líquidos penetrantes y por inspección visual de las soldaduras, exigiéndose resultados comparables a los indicados para el control radiográfico, siendo de aplicación lo indicado en el párrafo inmediatamente anterior.

Finalmente se inspeccionarán cuidadosamente todas las soldaduras de la tubería una vez llena, procediéndose al burilado y reconstrucción de las zonas de soldadura donde puedan aparecer fugas de agua.

Después de soldaduras e inspeccionadas las juntas se hormigonarán las mismas con el auxilio de unos encofrados metálicos "ad-hoc" y un mortero con dosificación de 350 kg. de cemento por metro cúbico.

El rejuntado interior tiene por objeto rellenar el hueco circunferencial que se forma en la junta para dejar liso el interior de la tubería. Este rejuntado se efectuará con mortero de cemento ligeramente armado con tela metálica. Previamente se pintará el hueco circunferencial con un adherente de



hormigón para mejorar la adherencia del rejuntado, considerándose incluidos estos trabajos en el precio del metro lineal de tubería.

Conducciones de PVC Ejecución de juntas encoladas

Las juntas encoladas en general no se admitirán para la realización de conducciones en zanjas, salvo autorización expresa de la D.O.

Se seguirán las indicaciones del fabricante, o en su defecto, las que a continuación se detallan.

Se limpiarán y liján cuidadosamente las partes a unir, humectándose a continuación con un disolvente adecuado.

Se aplicará el adhesivo con ayuda de una brocha, sin exceso, primero en la parte interior de la copa y después en la exterior del extremo del tubo a introducir. Se aplicará con movimientos longitudinales y uniformes evitando la formación de burbujas.

El ensamblaje se efectuará con movimiento longitudinal, evitándose movimientos de torsión, hasta la marca hecha previamente correspondiente a la longitud de embocadura.

Se eliminará con un trapo limpio el exceso de adhesivo acumulado en la parte exterior del tubo.

El tiempo transcurrido desde el comienzo de la aplicación del adhesivo y el ensamblaje será el menor posible.

Salvo indicación expresa del fabricante las canalizaciones encoladas no deberán ser manipuladas antes de que transcurra como mínimo una hora después del encolado.

Ejecución de juntas elásticas

Se seguirán las indicaciones del fabricante, o en su defecto, las que a continuación se detallan.

Se limpiarán las superficies a unir quitando rebabas y biselando el extremo macho, si no lo está ya. Se marcará en el extremo macho la distancia de profundidad de penetración.

Se comprobará que el aro de goma está debidamente colocado en su alojamiento.

Se aplicará el lubricante recomendado por el fabricante sólo sobre el extremo macho.

Se alinearán los tubos evitando que el extremo macho se introduzca con ángulo oblicuo y se empujará dicho extremo hasta la marca de profundidad de penetración.

Montaje y manipulación de tubos y piezas especiales

Siempre que sea posible se hará uso de piezas especiales procedentes de fábrica.

Si fuera necesario la manipulación del tubo en obra se hará calentándose con ayuda de soplete o de llama de gas blanda. El calentamiento se hará de manera suave y regular moviendo constantemente la llama y girando el tubo.



En ningún caso se deberá detener el fuego sobre un punto del tubo.

Se evitará el tendido de tubos al borde de la zanja durante largos períodos de tiempo.

La tubería se colocará en la zanja depositando los tubos, sin dejarlos caer, con un ligero serpenteo.

El rellenado y compactado de las tierras para la cubrición de las zanjas no debe realizarse antes de dos horas después de haber finalizado las operaciones de encolado.

En cualquier caso, las juntas se dejarán al aire para comprobar su estanqueidad en las pruebas.
Conducciones de fundición

El Contratista comprobará que no hay previamente cuerpos extraños (tierra, piedra, trapos...) en el interior de los tubos.

Los tubos se colocarán en el fondo de la zanja sin dejarlos caer.

Durante el transcurso de la colocación, se verificará regularmente la alineación y nivelación de los tubos. En caso de que fuese necesario calzar los tubos para alinearlos, se utilizará arena, nunca piedras.

Las juntas se montarán con los tubos bien alineados. Si hay que seguir una curva, se dará la curvatura después del montaje de cada junta, teniendo cuidado de no sobrepasar las desviaciones angulares autorizadas para las diferentes juntas.

Todas las operaciones de colocación deben realizarse en orden y con método, teniendo cuidado de no estropear los revestimientos y procurando salvaguardar la limpieza de las piezas (en especial el enchufe-extremo liso).

No se podrá montar con la máquina. Se usará Tractel. Protección con manga de polietileno

La protección de las canalizaciones en fundición dúctil con manga de polietileno se realizará cuando los terrenos atravesados son particularmente corrosivos y así lo determine la Dirección de Obra.

La manga se ajustará a la tubería recogiendo el excedente en forma de pliegues y situándolo en la parte superior de la canalización, cuyo extremo estará dirigido hacia abajo.

Los dos extremos de la manga se fijan cerca del enchufe, por una parte, y del extremo liso por la otra, con una tira de plástico adhesivo a caballo sobre la caña y la manga PE.

Para evitar el deslizamiento del pliegue se realizarán unos atados en puntos equidistantes, por medio de ligaduras.

Se tomarán todas las medidas necesarias para evitar deteriorar la manga durante las operaciones de colocación. Cualquier daño de la manga durante las operaciones de colocación será objeto de una reparación cuidadosa (con tira adhesiva o, si fuese necesario, con un trozo de manga aplicada lo más estrechamente posible, y fijada con tira adhesiva sobre la primera).



La colocación de la manga en las cañas se realizará fuera de la excavación. Las uniones de la manga de caña con el tubo, por una parte, y sujeción del pliegue de la manga por otra se llevarán a cabo, de esta forma, en las mejores condiciones.

Las uniones de la manga de caña con el tubo se harán en cada extremo de éste, es decir, a cada lado de la junta, límites de la aplicación de la manga. Estas uniones crean, así, discontinuidades que bloquean una eventual circulación del electrolito entre la zona de junta, y la de un daño accidental en la manga de la caña.

Se utilizan tiras adhesivas para realizar las uniones entre mangas y entre la canalización de fundición y la manga.

Se utilizarán ligaduras intermedias para mantener la manga sobre el tubo y evitar que ésta se rompa al rellenar la zanja.

Las ligaduras se realizan mediante un alambre de acero, recocido galvanizado y plastificado -alma de 16/10 y diámetro exterior 24/10- o hilo eléctrico de cobre de sección equivalente, pudiendo también realizarse mediante una cinta de plástico con hebilla de atado, asimismo, en plástico.

Conducciones de poliéster con fibra de vidrio Tipos de juntas

- Soldadas

Transmiten los esfuerzos igual que la propia tubería, ya que la junta tiene características superiores a las de la tubería.

Se pueden materializar en dos formas diferentes.

- Junta de campana y espiga. Se aplicará una capa de aproximadamente 2 mm de resina, convenientemente preparada, para realizar la soldadura entre la campana y la espiga.
- Junta o tope laminada. Los extremos de los tubos se presentarán a tope, efectuándose una laminación que, soldándose sobre los extremos citados, produce un anillo de fibra de vidrio-resina que realiza la unión. Este tipo de unión se hará en el caso de reparaciones y muy altas presiones.

- Desmontables

Se pueden montar y desmontar mediante apriete de tuercas. Pueden ser mecánicas, que funcionan como las soldaduras, y flexibles, que actúan como acoplamiento elástico.

- Junta embridada. Es una junta mecánica. Las bridas de unión son de poliéster y están soldadas al tubo en fábrica o en obra. La junta de estanqueidad puede ser de un elastómero u otro material adecuado, y los tornillos de acero al carbono o acero inoxidable. El apriete de los tornillos se hace directamente sobre la brida de poliéster. Se montarán en salidas de bombas, depósitos, válvulas, y cuando exista necesidad de desmontar.



- Junta de acoplamiento elástico. Es una junta flexible (tipo Dresser, Viching - Johnson, Gibault). Se montará cuando se requieran capacidades de absorción de movimientos o vibraciones y especialmente limitación de esfuerzos sobre la tubería.

Ejecución de las juntas

Las juntas se ejecutarán de acuerdo con las indicaciones del fabricante, de cualquier modo, se deberá cumplir lo que a continuación se indica.

- Juntas soldadas

Los tubos deberán estar exentos de grasas y suciedad. La limpieza se hará con trapos limpios, y en caso necesario con acetona o gasolina, pero nunca con agua.

Para extender la resina se deberá esperar a que el tubo esté completamente seco, y su superficie deberá tener una cierta aspereza, obtenida mediante lijado, para conseguir una buena soldadura.

La resina será de dos componentes y la mezcla de los mismos se hará exactamente en la proporción indicada por el fabricante y se deberá hacer con la menor antelación posible respecto a su aplicación para evitar su polimerización. Se cuidará especialmente que no caiga polvo ni otras impurezas antes de su aplicación. Las herramientas utilizadas para la fabricación de la mezcla y las necesarias para su aplicación se deberán limpiar con acetona después de su utilización.

En el caso de temperaturas muy bajas, próximas a los 0°C, se hará la mezcla con sumo cuidado, o bien, se calentará la resina por encima de los 5°C.

Se tendrán las precauciones pertinentes en la manipulación de la resina en cuanto a utilización de guantes, higiene necesaria y no poner los componentes en contacto directo con el fuego.

La impregnación con resina se hará por medio de brochas o espátulas limpias de polvo, grasa, o agua, y de modo continuo y regular.

En el caso de juntas materializadas con fibra de vidrio y resina, será fundamental el orden de colocación de las distintas capas de fibra de vidrio para conseguir la estanqueidad, así como la buena impregnación de las mismas con la resina para conseguir la debida resistencia mecánica.

Durante la proliferación de la resina, una vez aplicada, se deberá mantener la junta en reposo y se cuidará que no caiga agua sobre ella.

- Juntas Desmontables

Se revisarán todos los elementos necesarios para el montaje inspeccionando el buen estado de los mismos.

Se cuidará especialmente en el montaje la estanqueidad de la junta. Se realizará un primer apriete de la junta hasta que la compresión de la misma sea el 90% del total admisible. Una vez hecho este primer apriete se comprobará que no se han producido deformaciones, desalineaciones u otros signos externos



que indiquen que durante el apriete se han producido en la junta esfuerzos anormales. Este primer apriete se realizará siempre de una forma alternativa y en diagonal, y por lo menos en dos veces. Posteriormente se hará un reapriete final.

La junta se podrá proteger con una lámina de polietileno para prevenir la corrosión, teniendo cuidado de que dicha lámina cierre herméticamente.

Puesta en obra y manejo

La tubería de poliéster reforzado se manejará manualmente salvo que se trate de tubos de gran diámetro y presión muy alta en cuyo caso se podrá recurrir a medios mecánicos.

En este último caso los tubos se colgarán por su punto medio, y nunca de los extremos.

La tubería se podrá soldar, opcionalmente fuera de la zanja, y bajarla posteriormente por tramos a ésta.

Durante la operación de posicionar correctamente los tubos éstos deberán estar perfectamente apoyados en una amplia zona central.

En la primera fase del enterramiento, es decir, cuando se está compactando el material no se admitirán deformaciones superiores al 5% del diámetro del tubo.

Conducciones de polietileno Ejecución de juntas

La unión de tubos se podrá hacer por medio de accesorios o bien por medio de soldadura a tope.

En el caso de utilizar este último método se cuidará la correcta alineación de los extremos de los tubos, la temperatura exacta de calentamiento, las presiones correctas tanto en el calentamiento como en la soldadura y el enfriamiento de la unión antes de ser aflojada la presión, siguiendo en todos estos puntos las indicaciones del fabricante.

Tendido de la tubería

En caso de ser instalada en zanja, ésta podrá ser tan estrecha como sea posible, puesto que todos los trabajos de conexión se realizarán fuera de la misma.

El tubo descansará siempre sobre un lecho de arena o tierra cribada sin cascotes ni piedras con bordes agudos. El espesor mínimo de este lecho será de 5 cm.

El desenrollado de la tubería se hará tangencialmente del rollo, rodándolo sobre sí mismo, no se hará jamás en espiral.

Durante la operación de desenrollado y tendido, se evitará que la tubería se deteriore por piedras, trozos de cristal, etc.

Se tenderá la tubería en el interior de la zanja en forma serpenteante.



En los cambios de dirección de la instalación se respetarán los radios mínimos de curvatura, que deberán ser los indicados por el fabricante.

La tubería no se doblará en ningún caso.

En las instalaciones aéreas se utilizarán bridas que no tengan cantos que puedan dañar la superficie del tubo. En los tramos horizontales se colocarán las bridas a una distancia de 15 a 20 veces el diámetro exterior de la tubería.

En los cambios de dirección la tubería deberá poder dilatar y contraer libremente.

3.7.5.4 Medición y abono de tuberías Consideraciones generales

Salvo indicación contraria en apartado específico del presente artículo, las tuberías se medirán por los metros de longitud (ml) medidos en zanja de su generatriz inferior, descontando las longitudes debidas a arquetas, pozos de registro, aliviaderos... A dicha medición se le aplicará el precio unitario correspondiente según la clase, diámetro (y presión en el caso de abastecimiento) del tubo.

El importe resultante comprende el suministro de los tubos, transportes, cargas y descargas, transportes internos en obra, acopio provisional en lugar distinto al de montaje, montaje, alineación y nivelación, maquinaria, medios auxiliares, preparación de juntas, posibles soldaduras, recibido interior y exterior de juntas, preparación de las superficies de asiento, colocación de los tubos, ejecución de las juntas, piezas especiales y empalmes con arquetas, pozos de registro u otras tuberías, junto con los ensayos, ensayos (destructivos o no) y pruebas en fábrica e in situ de la tubería.

El material de asiento o solera de hormigón, la excavación y el recubrimiento de hormigón, de ejecutarse, serán de abono independiente.

Las piezas especiales, excepcionalmente y si así constara en el P.P.T.P. o Cuadros de Precios, se medirán por unidades (Ud.) y se abonarán a su correspondiente precio. Las piezas rectas y cortas no se considerarán como piezas especiales.

Tuberías de hormigón armado

No se incluirán en la medición de tubería las piezas especiales ni los mecanismos.

Las piezas especiales se abonarán por metro lineal (ml.) medidas en el eje principal, y según su diámetro, presión y tipo incluidos los tramos de tubería que no coincidan con la longitud habitual de los tubos completos, e incluidas las partes correspondientes a las longitudes de las derivaciones y las terminaciones. Los precios a emplear son: U100102.

Tuberías de fundición

Se consideran incluidos dentro de los precios el suministro, pruebas, inspección en fábrica, el transporte, cargas, descargas, transportes internos en obra, el acopio provisional en lugar distinto al de



montaje, medios auxiliares, preparación, cortes y montaje de juntas, tornillería, pintado interior y exterior etc. independientemente del tipo, alineación, nivelación, inspección, pruebas y ensayos con la tubería instalada, etc.

La tubería se abonará por metros lineales (ml.), medidos en zanja, según diámetro y presión. Los precios a emplear son: U100806N, U100807N, U100808.

Las piezas especiales se abonarán por unidades (ud.) realmente instaladas en obra según el diámetro, presión y tipo.

La protección con manga de polietileno, si la hubiere, se abonará por metro lineal (ml.) de conducción (tubería más piezas especiales) realmente colocada. En el precio se consideran incluidos los solapes, ligaduras, etc. necesarios.

Tuberías de acero

Las tuberías de acero se abonarán por kilogramos (kg.) de acero, medido sobre plano y con los pesos teóricos indicadas en los catálogos siderúrgicos. Los precios a emplear son: U103902.

Antes de encargar la tubería, el Contratista consultará a la Dirección sobre el espesor a elegir. Si no se cumple este requisito previo, el espesor a abonar será a discreción de la Dirección de Obra.

Se incluye en el precio el suministro de los aceros, elaboración en taller, ejecución de desviaciones, carga, transporte, descarga y movimientos interiores, montaje, alineación y nivelación, uniones soldadas en obra y todos los trabajos de acabado, limpieza y granallado del acero, recubrimiento electrostático de imprimación, epoxi en polvo, revestimiento adhesivo y aplicación de revestimiento de

P.E. incluso maquinaria, medios auxiliares, mecánica y personal necesario para su ejecución.

En los precios irán incluidos los sobreespesores por exceso de laminación y los cordones de soldadura.

Se encuentran también incluidos en los precios los cortes de los ensayos mecánicos, de composición química, controles por líquidos penetrantes y radiografías, etc. de acuerdo con las condiciones exigidas en este Pliego. Todos los gastos de inspección y/o ensayos no destructivos serán de cuenta del Contratista.

Las piezas rectas, de tubería de acero, incluso derivaciones, se abonarán por Kilogramo (kg.) que incluye la pintura interior y exterior.

Las piezas especiales en tuberías de acero para conexiones, reducciones, codos, etc..., se abonarán por kilogramo (kg.) que incluye la pintura interior y exterior. Los precios a emplear son: U103902.

A efectos de medición se entiende por tubo recto el que se coloca en obra con su longitud comercial.

Las bridas de acero para unión de tuberías y mecanismos se abonarán por kilogramos (kg.) que incluye la pintura, tornillería y juntas. Los precios a emplear son: U103903.

Tuberías de PVC, polietileno y polipropileno



Se consideran incluidos dentro de los precios el suministro, pruebas e inspección en fábrica, el transporte, cargas, descargas, transportes internos en obra, el acopio provisional en lugar distinto al de montaje, medios auxiliares, preparación, cortes y montaje de juntas independientemente del tipo, alineación y nivelación o inspección, pruebas y ensayos con la tubería instalada.

La tubería se abonará por metros lineales (ml.) medidos en zanja, según diámetro y presión.

Las piezas especiales se abonarán por unidades (ud.) realmente instaladas en obra, según diámetro, presión y tipo.

En el caso de ejecutar uniones que necesiten manguitos electrosoldables el precio del manguito necesario para la soldadura estará repercutido en el ml de tubería, no siendo por objeto de abono independiente.

Los precios a emplear son: U090912N, U090915N, U100403, U100440, U100639N, U102501, U102503, U102505, U104501N.

3.7.6 Hinca de tuberías

3.7.6.1 Generalidades

Los equipos de hinca son adecuados para resolver los problemas de ejecución de los siguientes tipos de obra:

- En zonas urbanas, donde existen dificultades para la apertura de zanjas. El equipo hinca garantiza un ritmo de ejecución que no proporcionan los métodos tradicionales, haciéndolo compatible con la seguridad del personal, las edificaciones y los servicios próximos a la traza.
- Para cruzar vías de comunicación, carreteras o ferrocarriles, eliminando los costosos desvíos de tráfico, limitaciones de velocidad y reduciendo considerablemente el plazo de ejecución.
- En obras subterráneas, con problemas derivados del terreno por el que discurre la traza: zonas con nivel freático muy superior a la rasante, suelos inestables, con elevadas presiones, etc.

Como principales limitaciones de los equipos de hinca, hay que destacar las siguientes:

- Condicionamiento del terreno: en terrenos rocosos que precisen la voladura del mismo para lograr el avance y en terrenos de poca cohesión que no se permita asegurar el frente contra hundimientos y no se pueda asegurar el guiado, de modo que todo el recorrido del tubo puede variar de posición durante el avance.
- En obras cuya traza exige adaptarse a radios muy reducidos. Aunque teóricamente en algunos tipos de hincas pueden tomarse radios muy amplios, lo adecuado es sustituir la curva por una poligonal, situando los pozos de empuje en los vértices de la misma.
- Por último, las limitaciones geométricas del tubo prefabricado. El diámetro del tubo viene limitado por las necesidades de fabricación y transporte. Es normal la aplicación del sistema hasta 3,50 m. de



diámetro interior. El diámetro mínimo, en algunos tipos de hincas, está condicionado a la necesidad de desenvolverse dentro del tubo para la excavación y evacuación de los productos.

El replanteo general de la hinka consistirá en la señalización de las alineaciones marcando éstas y las bocas (pozos de ataque y de salida) mediante hitos de hormigón o estacas de madera situados fuera de las zonas de excavación y con indicaciones precisas de altimetría. El resto del replanteo se considerará de detalle. Los perfiles tipo de excavación serán los definidos en los Planos correspondientes del Proyecto.

En el transcurso de los trabajos la Dirección de Obra, podrá, si lo exige la naturaleza del terreno a atravesar, ordenar la ejecución de perfiles tipo distintos de los definidos en los Planos del Proyecto.

El Contratista deberá presentar a la Dirección de Obra, para su aprobación, un programa de trabajo pormenorizado, indicando el método y equipo de perforación, rendimientos previstos, etc.

El Contratista podrá organizar el trabajo de excavación en la forma que considere más conveniente, de acuerdo con su propia experiencia y con la técnica aplicable a trabajos de este tipo, debiendo tener en cuenta las normas y prescripciones sobre seguridad, siendo el único responsable de las consecuencias que puedan derivarse de la ignorancia de tales normas y prescripciones o de no haber adoptado en cualquier caso las precauciones debidas.

En cuanto al material a perforar las hincas se clasifican en:

- Perforación en suelos (terreno suelto)
- Perforación mixta (en terreno de tránsito o roca ripable)
- Excavación en roca (no ripable)

Por ello en cada proyecto específico habrá que hacer un análisis del terreno existente que permita definir la manera más adecuada de abono de la perforación en cada tipo de terreno. Para ello puede ser interesante contar en proyecto con estudios geofísicos de la traza, para conocer mejor los cabios de materiales atravesados.

En los siguientes apartados se van a tratar los tipos de hincas que son utilizados más habitualmente:

- Tubería instalada con empujador.
- Hinka helicoidal de tubería metálica.
- Hinka de tubería de hormigón.
- Hinka dirigida.

3.7.6.2 Tubería instalada con empujador

3.7.6.2.1 Condiciones Generales

- Antes del comienzo de las obras, el Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra el procedimiento constructivo, así como los equipos que propone utilizar para la instalación de tuberías hincadas. Además, deberá presentar, los correspondientes cálculos mecánicos referentes a las solicitudes a las cuales estará sometida la tubería durante la hincada, definiendo la tensión máxima de trabajo del hormigón, la cual no deberá superar, en ningún momento, el valor de 0,375 veces la resistencia a rotura de este material.
- Así mismo, se definirá la presión de trabajo de los sistemas hidráulicos de empuje necesaria para desarrollar el máximo esfuerzo de hincada a fin de que dicha presión no sea sobrepasada en ningún momento durante las operaciones.
- Al frente de las operaciones de hincada deberá haber un Ingeniero Técnico o encargado con amplia experiencia en este tipo de obras, el cual deberá estar presente en todo momento en que se ejecuten los trabajos, siendo responsable de realizar comprobaciones frecuentes tanto de alineación como de pendiente.
- Los pozos de hincada tendrán las dimensiones adecuadas para llevar a cabo las operaciones de forma satisfactoria y su emplazamiento se elegirá de manera que no interfiera con el tráfico rodado, ni con instalaciones o edificaciones próximas.
- El diámetro interior mínimo adoptado para las tuberías a instalar con empujador será de un 1 metro.

3.7.6.2.2 Ejecución

- La ejecución de la hincada se realizará en sentido ascendente de la conducción, a partir del pozo de ataque, mediante sistemas hidráulicos que transmitan las reacciones a un muro de empuje, el cual irá dispuesto perpendicularmente a la dirección de dicho empuje. La excavación se realizará con un escudo de corte que pueda ser cerrado en el frente en cualquier momento. Dicho escudo estará equipado con gatos hidráulicos direccionables para ajustar la alineación en planta y perfil.
- La tubería deberá ser empujada a medida que la excavación avanza de forma que ésta no podrá progresar, en ningún momento, por delante de la sección de ataque. El sistema de excavación podrá ser manual, si el diámetro lo permite, o mecánico (tornillos, rozadoras, etc.).
- Se podrán utilizar cuantas estaciones intermedias considere necesarias el Contratista, cuando las fuerzas de rozamiento u otras causas pudieran obligar a realizar esfuerzos de empuje excesivamente elevados.
- La fuerza de empuje se aplicará a la tubería mediante un anillo, que será lo suficientemente rígido para garantizar una distribución uniforme de presiones.
- Así mismo, se colocará un material elástico entre la tubería y dicho anillo, en las estaciones intermedias, así como entre las superficies de contacto de cada unión de tuberías a fin de distribuir

la presión ejercida por los sistemas de hinca a lo largo del perímetro de la tubería, evitando la aparición de puntos de concentración de tensiones. Dicho material elástico se dispondrá a lo largo de toda la circunferencia, con un espesor mínimo de 15 mm. Este material de juntas no deberá sobresalir del espesor de la tubería y la junta será estanca, en caso de corresponder a la conducción definitiva.

- Se podrán inyectar ocasionalmente bentonita a presión entre la tubería y el terreno, a fin de lubricar la superficie de contacto y facilitar las operaciones de hinca. Caso de que así sea, una vez finalizadas dichas operaciones se inyectará mortero de cemento para desplazar la bentonita del espacio comprendido entre ellos. La presión, volumen y composición de los materiales a inyectar deberán ser limitados con objeto de evitar posibles daños o desplazamientos de la tubería.
- Si la tubería tiene que ser instalada bajo el nivel freático, deberá rebajarse éste previamente.
- Las tuberías deterioradas no serán aceptadas. Cuando se produzcan desperfectos en alguna tubería durante las operaciones de hinca, deberá ser retirada para lo cual se continuarán las operaciones de hinca hasta que la tubería dañada pueda ser extraída. Si el deterioro de la tubería es pequeño, a juicio de la Dirección de Obra, podrá ser reparada con la autorización previa de ésta.

En el caso de que no sea posible proceder a la extracción de la tubería dañada, la Dirección de Obra podrá aceptar la reparación o reconstrucción total del tramo, para lo cual el Contratista deberá presentar cálculos justificativos de la obra a realizar, suscritos por un técnico especialista. En dichos cálculos se justificará que la tubería reparada o reconstruida "in situ" tendrá una resistencia y vida útil igual o superior a la tubería especificada. La aceptación de cada reparación o reconstrucción dependerá de la remisión al Director de Obra del correspondiente informe, suscrito por el Técnico especialista del Contratista, en el cual se especificará que las obras fueron realizadas bajo su directa supervisión y que la obra entregada es de una calidad igual o mayor que la tubería proyectada.

En el caso de que se construya "in situ" algún tramo de la tubería, se deberá inyectar posteriormente con mortero de cemento el espacio comprendido entre la pared de hormigón y el terreno.

El ajuste a la alineación y/o rasante teórica de la tubería deberá ser gradual y, en ningún caso, se superará en una junta el ángulo de giro fijado por el fabricante.

3.7.6.2.3 Medición y Abono

El abono de este tipo de obras se realizará de la siguiente forma:

- Transporte y retirada del equipo a obra, comprendiendo tanto el equipo principal de empuje y escudo de perforación como los dispositivos de extracción y separación del material excavado y demás elementos auxiliares. Incluye la carga y descarga de los equipos a su llegada y a su salida de obra, así como cualquier clase de impuesto, tasa licencia seguro por traslado, etc. El abono de esta unidad procede hacerlo una única vez para toda la obra.



- Transporte del equipo entre tajos cuando dentro de una obra se utilice el equipo para hincar varios tramos diferentes. En el caso que desde un mismo pozo de hincia se empujara la tubería en dos direcciones diferentes no procederá el abono de este concepto.
- Metro lineal de perforación, medido entre caras interiores de pozos de ataque y salida aplicando los precios unitarios correspondientes al tipo de terreno y al diámetro de tubería definido en los planos del Proyecto. Incluye todos los medios auxiliares para la ejecución, así como el personal necesario, y la inyección de bentonita entre terreno y tubería y la inyección posterior de mortero para desplazar la bentonita, si fuese necesario. El Contratista no podrá reclamar cantidad alguna en concepto de sobrecosto originado por la realización de una perforación cuyo diámetro sea superior al definido en los planos del proyecto, ni por el generado como consecuencia del incremento del diámetro de la tubería.
- Tubería para hincia. Se abona aparte del metro lineal de perforación. No se abonará suplemento alguno por mayor calidad de la tubería a instalar, la cual deberá cumplir las condiciones que este Pliego exige para tuberías instaladas con empujador.
- Tubería instalada en el interior de la tubería hincada. Si en proyecto se recoge el que se instale otra tubería en el interior de la tubería hincada, se abonará un suplemento por su colocación. Dicho abono se considerará por metro lineal y entre caras interiores de pozos de ataque y salida. La propia tubería se abonará por metro lineal (ml.), aplicando el precio unitario correspondiente a la Presión de Trabajo y al diámetro interior previsto como si ésta fuera instalada en zanja. Los precios de aplicación son los previstos en cada caso en el Cuadro de Precios.

Otros conceptos de abono independiente:

- El mortero a inyectar entre las dos conducciones, la hincada y la colocada dentro de esta, se abona aparte en kg de cemento en seco.
- Es de abono independiente el precio de inyección de lechada de cemento en el terreno para la consolidación del mismo como paso previo a la hincia.
- La excavación de los pozos de ataque, su entibación, la ejecución de muros de empuje y macizos o losas de apoyo.
- Transporte a vertedero y canon de productos excavados. Se medirá por m³ de volumen excavado según el perfil teórico. El volumen teórico a excavar (que será el de medición y abono) se definirá en los documentos de proyecto y se corresponderá con el volumen exterior de la conducción más el sobrecorte necesario en función de las condiciones geotécnicas.
- Los tramos de tubería que se encuentren dentro de los pozos de ataque y salida serán objeto de abono independiente. Para el abono de dichos tramos se aplicarán los precios del Cuadro de Precios nº1 y las secciones tipo correspondientes a los tramos adyacentes a los referidos pozos, situados en sentidos opuestos al tramo indicado. Dicho abono incluirá la excavación, entibación, cunas de apoyo, tuberías, así como el recubrimiento de la tubería con material granular hasta una altura igual a treinta centímetros (30 cm.) sobre la generatriz superior de la misma, relleno de cubrición, así como reposición de pavimento.

Los precios a emplear son: U090501, U090517, U090902N.



3.7.6.3 Hinca helicoidal de tubería metálica

3.7.6.3.1 Ejecución

La ejecución de estos tramos mediante barrena helicoidal y colocación de camisa de chapa tiene el siguiente proceso constructivo:

- Construcción del pozo de ataque, que debe excavarse hasta una cota situada por debajo de la cota inferior de la tubería a hincar.
- Excavación de la hinca, mediante la utilización de una broca situada en el frente. El material excavado es extraído del frente de ataque hasta el pozo, gracias a un tornillo sinfín que rota en el interior de la hinca. El material, una vez en el pozo de ataque, es elevado hasta la superficie mediante una retroexcavadora. Una unidad de empuje instalada en el pozo de ataque, formada por gatos hidráulicos montados sobre un chasis, dotada de un aro de presión y con macizo de hormigón en masa que sirve de apoyo para la reacción, introduce la tubería de chapa. Los gatos ejercen suficiente fuerza en la tubería para hincarla en el terreno. Cuando la tubería ha sido introducida totalmente, los gatos y el aro de presión retroceden, la hélice es desconectada y una nueva tubería es posicionada y soldada entre la última tubería empujada y el aro de presión.
- Construcción del pozo de recepción y finalización de la hinca. Con este método de hinca mediante barrena helicoidal, el pozo de recepción es relativamente pequeño, ya que los elementos de la maquinaria que tienen que ser extraídos por él son pequeños (la cabeza de la barrena), mientras que los ejes y el tornillo sinfín son extraídos por el pozo de ataque. Por este motivo, el pozo de recepción será similar a la excavación precisa para construir un pozo de registro.
- Una vez hincada la tubería metálica, se procede a la colocación en su interior la tubería definitiva nivelándola mediante tacos y sujetándola mediante coronas y abrazaderas. Por último, se inyecta entre la tubería metálica y la conducción de saneamiento una lechada o mortero de cemento.

El principal problema a resolver en los trabajos de hincado de tuberías ha consistido en mantener la dirección prevista de trazado, con el objeto de llegar con la instalación al punto previsto, tanto en planta, como en sección. En este tipo de trabajos, cualquier cambio en la densidad o en el tipo de terreno a perforar puede originar un cambio de dirección no deseado.

Con la intención de evitar la problemática anteriormente planteada, el Contratista planteará un método adecuado que permita controlar la dirección de la perforación y así mantener la dirección en planta y alzado de diseño.

3.7.6.3.2 Equipos necesarios

Los equipos de hinca helicoidal suelen estar constituidos por:

- Cabeza de rotación-corte



- Bastidor de empuje
- Camisas metálicas y tornillos sinfines
- Sistema de guiado
- Generador eléctrico o suministro de energía eléctrica y elementos auxiliares
- Grúa o retroexcavadora

3.7.6.3.3 Tuberías

La tubería para este tipo de hincas será generalmente de fundición dúctil con junta automática flexible, de PEAD con junta electrosoldada o de PRFV.

3.7.6.3.4 Medición y abono

El abono de este tipo de obras se realizará de la siguiente forma:

- Transporte y retirada de equipo a obra, comprendiendo tanto el equipo principal de empuje y escudo de perforación como los dispositivos de extracción y separación del material excavado y demás elementos auxiliares. Incluye la carga y descarga de los equipos a su llegada y a su salida de obra, así como cualquier clase de impuesto, tasa licencia seguro por traslado, etc. El abono de esta unidad procede hacerlo una única vez para toda la obra. No será de abono si el Contratista decidiera traer otro equipo de hinka del mismo diámetro de un equipo de hinka que ya estuviera en obra, a excepción de que así estuviera recogido en la planificación dentro del Programa de trabajos del Proyecto y no sea una necesidad del Contratista originada por los retrasos acumulados en la ejecución de la obra. No se abonará la ejecución del muro de reacción en cada pozo de ataque por considerarse incluido el coste de su ejecución dentro de las unidades de transporte a obra o traslado entre tajos el montaje y el desmontaje del equipo de hinka y los demás elementos auxiliares necesarios.
- Transporte de equipo entre tajos cuando dentro de una obra se utilice el equipo para hincar varios tramos diferentes. En el caso que desde un mismo pozo de hinka se empujara la tubería en dos direcciones diferentes no procederá el abono de este concepto. Incluye montaje y desmontaje y muro de reacción.
- m.l. de perforación, medido entre caras interiores de pozos de ataque y salida aplicando los precios unitarios correspondientes al tipo de terreno y al diámetro de tubería definido en los planos del Proyecto. Incluye todos los medios auxiliares para la ejecución, así como el personal necesario, y la inyección de bentonita entre terreno y tubería y la inyección posterior de mortero para desplazar la bentonita, si fuese necesario. El Contratista no podrá reclamar cantidad alguna en concepto de sobrecosto originado por la realización de una perforación cuyo diámetro sea superior al definido en los planos del proyecto, ni por el generado como consecuencia del incremento del diámetro de la tubería. Asimismo, se considera incluido dentro del precio de la perforación: la excavación, la camisa metálica, la extracción y el transporte a caballeros del material excavado.



- Tubería instalada en el interior de la tubería hincada. Si en proyecto se recoge el que se instale otra tubería en el interior de la tubería hincada, se abonará un suplemento por su colocación, así como por el empleo de piezas especiales para calzar y nivelar la tubería. Dicho abono se considerará por metro lineal y entre caras interiores de pozos de ataque y salida. La propia tubería se abonará por metro lineal (ml.), aplicando el precio unitario correspondiente a la Presión de Trabajo y al diámetro interior previsto como si ésta fuera instalada en zanja. Los precios de aplicación son los previstos en cada caso en el Cuadro de Precios.

Otros conceptos de abono independiente:

- El mortero a inyectar entre las dos conducciones se abona aparte en kg de cemento en seco (dosificación A/C = 1/2). La presión, volumen y composición de los materiales a inyectar deberán ser limitados con objeto de evitar posibles daños o desplazamientos de la tubería.
- La excavación de los pozos de ataque, su entibación y losas de apoyo también son de abono independiente. El picado a mano del frente en caso de encontrar elementos que no puede atravesar la hinca.
- Transporte a vertedero y canon de productos excavados. Se medirá por m³ de volumen excavado según el perfil teórico. El volumen teórico a excavar (que será el de medición y abono) se definirá en los documentos de proyecto y se corresponderá con el volumen exterior de la conducción más el sobre corte necesario en función de las condiciones geotécnicas.
- Los registros a construir en los extremos del tramo ejecutado por este sistema, que vayan a ubicarse dentro de los pozos de entrada y salida, serán objeto de abono independiente.
- Los tramos de tubería que se encuentren dentro de los pozos de ataque y salida serán objeto de abono independiente. Para el abono de dichos tramos se aplicarán los precios del Cuadro de Precios nº1 y las secciones tipo correspondientes a los tramos adyacentes a los referidos pozos, situados en sentidos opuestos al tramo indicado. Dicho abono incluirá la excavación, entibación, cunas de apoyo, tuberías, así como el recubrimiento de la tubería con material granular hasta una altura igual a treinta centímetros (30 cm.) sobre la generatriz superior de la misma, relleno de cubrición, así como reposición de pavimento.

Los precios a emplear son: U090504, U090501, U090902N.

3.7.6.4 Hinca dirigida

3.7.6.4.1 Proceso operativo

La perforación dirigida está basada en el uso de la roto percusión o empuje hidráulico, como método de avance, y del aire comprimido a baja presión o lodos bentoníticos, como fluido de perforación.

Se instalará la máquina de forma que la cabeza de perforación entre en el subsuelo con la profundidad e inclinación indicada, y se procederá a las fases operativas siguientes:



- Ejecución de una perforación guía, denominada piloto, siguiendo las indicaciones del proyecto.
- Ampliación del diámetro de la perforación piloto, mediante el empleo de escariadores de diseño adecuado al tipo de suelo, hasta alcanzar el diámetro final de perforación indicado en el proyecto.
- Colocación de la tubería en el interior de la perforación realizada.

3.7.6.4.2 Equipos necesarios

El equipo estándar para perforación dirigida estará compuesto por los elementos siguientes:

- Máquina perforadora hidráulica.
- Unidad de producción de fuerza hidráulica, independiente de la perforadora.
- Compresor para producción de aire comprimido a baja presión.
- Depósito de 1.000 l para agua y aditivos del fluido de perforación.
- Bomba reguladora para la inyección del fluido de perforación.
- Tractor chupona para el trasvase de lodos entre pozos
- Punta de perforación direccionable.
- Sonda electrónica y aparato receptor con capacidad para facilitar datos relativos a la posición de la punta de perforación, en cualquier punto del trazado.
- Herramientas especiales para realización del escariado de la perforación hasta alcanzar el diámetro final deseado.
- Nudos giratorios para evitar la rotación del tubo durante la operación de instalación del mismo.
- Sistemas especiales de anclaje para diferentes tipos y diámetros de los tubos a instalar.
- Si se coloca tubería de PEAD sería también necesario una máquina para soldadura a tope de los tubos de PEAD.
- Además, se dispondrá de un sistema georradar (sistema basado en el estudio de las reflexiones de las ondas electromagnéticas de alta frecuencia para la inspección del subsuelo) u otro sistema similar que permita la detección de las redes de servicios, elementos estructurales y posibles yacimientos arqueológicos para su posterior señalización en campo y en planos. Existen dos (2) factores que influyen en la profundidad de investigación realizada por medio de georradar:
 - Entorno geológico: La profundidad de investigación decrece si aumenta la conductividad del medio (alto contenido en arcillas, sedimentos finos y agua en el suelo).
 - Instrumentación: La profundidad de investigación crece a mayor potencia transmitida y antenas emisoras de bajas frecuencias.

3.7.6.4.3 Tuberías

La tubería para este tipo de hincas será generalmente de fundición dúctil con junta acerojada o de PEAD con soldadura a tope, y que además deberá cumplir lo estipulado en los apartados



correspondientes de este pliego en los que se recogen las características principales de cada uno de los materiales de tuberías enumerados.

3.7.6.4.4 Medición y abono

El abono de este tipo de obras se realizará de la siguiente forma:

- Transporte y retirada de equipo a obra. Incluye montaje y desmontaje. Únicamente se abonará un transporte a obra del equipo de hinca de un determinado diámetro, que a su vez incluirá su retirada. No será de abono si el Contratista decidiera traer otro equipo de hinca del mismo diámetro de un equipo de hinca que ya estuviera en obra, a excepción de que así estuviera recogido en la planificación dentro del Programa de trabajos del Proyecto y no sea una necesidad del Contratista originada por los retrasos acumulados en la ejecución de la obra. Si se hubiera contemplado en el Proyecto varios tramos a ejecutar por un mismo equipo de hinca se abonará traslados entre tajos del equipo de hinca y en igual número a los traslados efectuados.
- Transporte de equipo entre tajos. Incluye montaje y desmontaje.
- ml de perforación. Medido entre caras interiores de pozos de ataque y salida y siguiendo el desarrollo teórico de proyecto, aplicando los precios unitarios correspondientes al tipo de terreno y al diámetro de perforación definido en los planos del Proyecto. Medición única de la longitud total hincada, Sin diferenciar entre taladro piloto y ensanchamientos. Incluye tratamiento de lodos (excepto carga, transporte y canon en vertedero de los lodos sobrantes).
- Tubería instalada en el interior. Incluida soldadura a tope en caso del PE y colocación. Abono entre caras interiores de pozos de ataque y salida más tres metros a cada lado para poder manejarla. Incluye limpieza final.

Otros conceptos de abono independiente:

- La inyección de lechada de cemento entre tubería y terreno se abona aparte en toneladas de cemento en seco. La presión, volumen y composición de los materiales a inyectar deberán ser limitados con objeto de evitar posibles daños o desplazamientos de la tubería.
- Excavación de los pozos de ataque.
- Transporte a vertedero y canon de productos excavados, así como de los lodos. Se medirá por m3 de volumen excavado según el perfil teórico. El volumen teórico a excavar (que será el de medición y abono) se definirá en los documentos de proyecto y se corresponderá con el volumen exterior de la conducción más el sobre corte necesario en función de las condiciones geotécnicas.
- Los pozos de registro a construir en los extremos del tramo ejecutado por este sistema serán objeto de abono independiente.

Los precios a emplear son: U090501, U090504, U090517, U090911N, U090902N.



3.7.6.5 Inyecciones en hincas

Las inyecciones en las hincas, tal y como se ha mencionado anteriormente, se dividen principalmente en dos tipos:

- Inyección en el espacio anular formado entre la excavación y el tubo hincado en las hincas de escudo ciego.
- Inyección en el espacio anular formado entre la camisa metálica y el tubo interior en las hincas helicoidales.

En las hincas de escudo ciego los inyectores atraviesan el espesor del tubo en su totalidad y están dispuestos, dentro de una misma sección del tubo, a 120°.

Este tipo de inyecciones se puede dividir en dos fases bien diferenciadas:

- Las inyecciones se comenzarán una vez terminada la ejecución de la hinca y por el inyector superior. Durante la inyección por el inyector superior, el resto de los inyectores deberán estar abiertos. La inyección por el inyector superior durará hasta que empiece a salir la lechada por el resto de los orificios.
- A partir del momento que ha empezado a salir la lechada por los otros dos inyectores se procederá a cerrar el inyector superior y a seguir inyectando por los otros dos inyectores hasta que no se admita más lechada.

En las hincas helicoidales la inyección se realiza en una única fase:

- En el caso de las hincas helicoidales la inyección se realizará desde una boquilla dispuesta en la tapa de cierre, de aguas abajo, del espacio anular entre la camisa metálica y el tubo interior. Antes de iniciar la inyección hay que colocar la tapa de cierre del espacio anular de aguas arriba y hay que asegurarse que se permite la salida del aire acumulado entre la camisa y el tubo interior mientras se realiza la inyección. La inyección terminará cuando por el orificio de salida de aire ya no sale aire si no que ya sale parte de la lechada inyectada.

Las inyecciones, en las hincas de escudo ciego, se realizarán con una dosificación de partida de una parte de agua por una de cemento ($A/C = 1/1$) y terminarán con una dosificación de partida de una parte de agua por dos de cemento ($A/C = 1/2$).

La citada dosificación podrá y deberá ajustarse según la capacidad de absorción del medio receptor, siguiendo las instrucciones de la Dirección de Obra.

Por otro lado, en el caso de las inyecciones en las hincas helicoidales la dosificación de la lechada deberá ser una parte de agua por dos de cemento ($A/C = 1/2$).

3.7.6.5.1 Medición y Abono

La forma de abono variara en función del tipo de hinka:

- Tubería instalada con empujador: El mortero a inyectar entre las dos conducciones se abona aparte, en toneladas de cemento en seco.
- Hinca helicoidal de tubería metálica: El mortero a inyectar entre las dos conducciones se abona aparte en toneladas de cemento en seco (dosificación A/C = 1/2).
- Hinca dirigida: La inyección de lechada de cemento entre tubería y terreno se abona aparte en toneladas de cemento en seco.

Únicamente serán de abono el mortero y la lechada que queden inyectados. Los materiales que se pierdan por obstrucción al tener que lavar la tubería o las máquinas de inyección, no serán de abono. Tampoco serán de abono la lechada o mortero que, una vez inyectados, se escapen en el interior del túnel o de la tubería.

Están incluidos en los precios de las inyecciones, la limpieza en el túnel, tubería o galería de todos los residuos producidos por la inyección al finalizar los trabajos, o cuantas veces sea necesaria dicha limpieza, a juicio de la Dirección de Obra.

3.7.6.6 Tratamiento de lodos generados durante la perforación

En el caso de que el residuo a tratar sea lodos bentoníticos (lista CER 17.05.06) se procederá a tratarlos de la siguiente manera:

El Contratista deberá presentar a la Dirección de Obra, 30 días antes de iniciarse la perforación por medio de una tuneladora o por medio de una hinka dirigida, un documento en el que se describa la solución adoptada (tratamientos fisicoquímicos, decantación, ajuste de pH...) para el tratamiento de las aguas y lodos procedentes del proceso de perforación.

Esta agua y lodos se caracterizan por un alto contenido de sólidos en suspensión de carácter inerte formados por arcillas, bentonita, polvo de cemento, etc. En el caso de que los vertidos de una perforación fueran sin tratamiento a un cauce, generarían un gran impacto y ocasionarían numerosas denuncias. Si los vertidos de una perforación fueran a la red de saneamiento, la afección a las instalaciones de depuración podría ser muy importante, dado que se produciría un aumento considerable en la producción de fangos de carácter inerte. Esto, provocaría problemas en los sistemas de decantación, en las bombas de extracción de fangos y en los espesadores de lodos. Además, si los fangos de la depuradora, recibieran un tratamiento de incineración, como en el caso de la depuradora de Galindo, se podrían originar graves problemas en el funcionamiento de los hornos por dos motivos fundamentales: el primero es que carecerían de poder calorífico y el segundo es que se producirían reacciones de vitrificación (por el alto contenido en sílice), que producirían depósitos en las superficies del intercambiador de calor.



En el documento que deberá presentar el Contratista, además de lo mencionado anteriormente, se incluirá una estimación lo más aproximada posible del volumen de agua procedente del proceso de excavación y del fango que es necesario deshidratar para inertizarlo y poder así ser utilizado como relleno autorizado. A partir de estos datos el Contratista dimensionará la instalación necesaria para gestionar los volúmenes que se esperan generar durante la ejecución de las obras.

A continuación, se describen dos tratamientos de inertización, uno para la gestión los fangos obtenidos durante la perforación y otro para la gestión de los lodos bentoníticos excedentes.

Para evitar el impacto negativo de los fangos obtenidos durante la perforación, se indican a continuación las líneas de actuación a seguir:

- Captación del fango.
- Neutralización del agua con ácido clorhídrico en caso de detectarse pH por encima de 9'5.
- Decantación del fango para retención de los sólidos en suspensión. Para tal fin se pueden instalar balsas de decantación o decantadores. Normalmente es necesario añadir un coagulante y un floculante. Los fangos obtenidos en la decantación se deshidratarán en filtro-prensa o similar antes del vertido en relleno autorizado.

Las balsas de decantación tienen un uso más adecuado en el caso de grandes obras de excavación que generan importantes volúmenes de vertido.

En el caso de decantadores existen varios tipos a emplear y su elección dependerá de la envergadura y tipología de la perforación.

- Decantadores estáticos.
- Decantador lamelar, donde el decantador dispone de placas inclinadas para aumentar la velocidad de sedimentación.

En ambos tipos de decantadores, el fango decantado puede recibir un tratamiento de deshidratación más complejo, como podría ser la deshidratación por medio de un filtro prensa.

Una vez deshidratado el fango se podrá llevar a relleno autorizado junto con el resto de los materiales excedentes de la excavación.

Por otra parte, el tratamiento de lodos bentoníticos excedentes constará de las siguientes actividades:

- Recogida y acondicionamiento con cal de los lodos bentoníticos.
- Deshidratación en filtro-prensa. Si el efluente del filtro-prensa presenta pH alcalino, se corregirá con la adición de ácido hasta un pH comprendido entre 6 y 9'5.

Una vez realizadas las gestiones de los residuos obtenidos en los apartados anteriores, el Contratista deberá tramitar el permiso de vertido a colector o a cauce público ante el organismo competente.

- En el caso de vertidos a colector, ante el ayuntamiento o Consorcio de Aguas. Tels.: 94 487 31 00, 94 487 31 55.



- Si el vertido se realiza a cauce público, ante la Oficina de las Cuencas Cantábricas Occidentales (URA Gobierno Vasco). Tel: 94 403 38 00

3.7.6.6.1 Medición y abono

La forma de abono variara en función del tipo de hinca. En cada una de las tipologías se describe la forma de abono. Los precios a emplear son: U090911N.

3.7.6.7 Control de los trabajos

Desde el momento de empezar la excavación se tendrá un control del volumen extraído por metro de avance, de tal forma que dicho volumen no sea nunca superior al correspondiente del tubo colocado.

En ningún caso se permitirá la sobreexcavación perimetral mayor que la sección de la corona de corte, en su punto de contacto con el frente de ataque.

Se podrán utilizar todas aquellas estaciones intermedias que resulten necesarias cuando las fuerzas de deslizamiento u otras causas pudiesen obligar a realizar esfuerzos de empuje excesivamente elevados.

Las fuerzas de empuje se aplican a la tubería mediante un anillo (cerco de empuje) que sea lo suficientemente rígido para garantizar una distribución uniforme de presiones.

Las tuberías deterioradas no serán aceptadas. Cuando se produzcan desperfectos en algún tubo durante los trabajos de hinca, tendrá que ser retirado, por lo que se continuará, si esto lo permite el grado de desperfecto, la operación del hincado hasta que el tubo dañado pueda ser extraído por la parte delantera. Si el deterioro de la tubería fuese pequeño, a juicio de la Dirección de Obra, podrá ser reparada previa autorización expresa de esta.

En el caso de que el deterioro de la tubería no permita continuar el hincado, la Dirección de Obra podrá aceptar la reparación o reconstrucción total, para lo cual el Contratista tendrá que presentar cálculos justificativos de la obra a realizar, suscrita por un técnico especialista.

En dichos cálculos se justificará que la tubería reparada o reconstruida "in situ" tendrá una resistencia y vida útil igual o superior a la tubería especificada.

La aceptación de cada reparación o reconstrucción dependerá de la remisión al Director de Obra del correspondiente informe, suscrito por el Técnico especialista del Contratista, en el cual se especificará que las obras fueron realizadas bajo su directa supervisión y que la obra es de una calidad igual o mayor que la tubería proyectada.

También, a efectos de tener información real y continua sobre la alineación vertical y horizontal de la tubería hincada, se tendrá que instalarse al empezar los trabajos un aparato de medida (láser o similar) que permita, en todo momento, tener referencia visual de la situación de avance.



El Contratista establecerá un protocolo de control que estará disponible para cuantas veces sea requerido por la Dirección de Obra.

Dicho protocolo tendrá que ejecutarse como mínimo cada 50 cm de avance, reflejando en el mismo:

- Distancia a origen.
- Desviación vertical.
- Desviación horizontal.
- Situación de los gatos de orientación.
- Toneladas de empuje
- Volumen extraído.

El Contratista tendrá a disposición de la Dirección de Obra el control de las fuerzas de empuje diario en el que estarán reflejadas las presiones según manómetro de equipo de empuje y su conversión a toneladas.

En el caso de instalar estaciones intermedias se tendrá que proceder de la misma forma con el control de esfuerzos en cada estación.

3.7.6.8 Tolerancias admisibles

Las tolerancias admisibles han de tener en cuenta las características y restricciones geométricas e hidráulicas definidas en el proyecto constructivo.

Las tolerancias admisibles dependerán de los márgenes y holguras con los que se haya podido redactar el proyecto. Estas tolerancias admisibles serán específicas de cada proyecto y deberán ser acordadas, entre la Dirección de Obra y el contratista, antes del inicio de la ejecución de las hincas.

El contratista, treinta días antes de iniciarse las hincas, entregará a la Dirección de Obra las desviaciones máximas admisibles para el cumplimiento de los criterios de diseño recogidos en el proyecto. La Dirección de Obra contestará al contratista sobre la aceptación o rechazo de las tolerancias presentadas en un plazo máximo de quince días.

Las desviaciones máximas admisibles presentadas por el contratista deberán englobar a la totalidad de los tramos en hinka a ejecutar y deberán satisfacer los criterios de diseño del proyecto, considerando los tramos de hinka de una manera global y de manera individualizada.

El contratista facilitará a la Dirección de Obra, y con la frecuencia que la Dirección de Obra considere oportuno, todos los datos y medios necesarios para poder realizar el seguimiento y control de ejecución de la hinka.

El contratista deberá poner todos los medios necesarios para cumplir las tolerancias aprobadas e impedir que durante la ejecución de la hinka se genere algún punto bajo. En caso de producirse durante



la ejecución de la hinca algún punto bajo, el contratista procederá a realizar la reparación de dicho tramo siguiendo las indicaciones y criterios definidos por parte de la Dirección de Obra.

3.7.7 Pruebas de tuberías instaladas

3.7.7.1 Generalidades

Inicialmente la Dirección de Obra podrá hacer en fábrica cuantas pruebas estime oportunas y posteriormente, y a medida que avance el montaje de la tubería, se procederá a las pruebas parciales diferenciando si la red está diseñada para su funcionamiento en impulsión o en gravedad.

Una vez instalada la tubería se realizarán las siguientes comprobaciones o pruebas:

- Inspección visual o por TV
- Controles de alineación y nivelación
- Controles dimensionales de los elementos ejecutados "in situ": pozos de registro, conexiones a estas incorporaciones, clausura de ramales y aliviaderos.
- Comprobación de la presión interior de las tuberías en el caso de redes de impulsión
- Comprobación de la estanquidad de tuberías dimensionales de los elementos ejecutados "in situ": pozos de registro, conexiones a estas incorporaciones, clausura de ramales y aliviaderos.

Antes de iniciar las pruebas, el Contratista tomará las medidas adecuadas para garantizar la inmovilidad de la tubería.

Los equipos necesarios para la realización de las pruebas deberán estar a disposición del Contratista desde el mismo momento en que se inicie la instalación de la tubería, a fin de evitar retrasos en la ejecución de las referidas pruebas. Todos los equipos deberán estar convenientemente probados y tarados sus medidores, manómetros, etc.

El Contratista proporcionará todos los elementos necesarios para efectuar éstas, así como el personal necesario. La Dirección de Obra podrá suministrar manómetros o equipos medidores si lo estima conveniente o comprobar los suministrados por el Contratista.

Las prestaciones del Contratista descritas en el párrafo anterior comprenderán todas las operaciones necesarias para que la Dirección de Obra pueda llevar a cabo las medidas de presión o de caudal correspondiente.

Los trabajos y prestaciones que realice el Contratista para la realización de las pruebas, no serán objeto de abono independiente, ya que se consideran incluidos en el precio de la tubería.

Así mismo, el Contratista deberá suministrar todos los medios humanos y materiales para el control y seguimiento de los posibles asientos diferenciales que pueda experimentar la tubería y obras de fábrica después de su ejecución.



3.7.7.2 Descripción de los controles a realizar en función del régimen de funcionamiento de la conducción.

Se realizarán pruebas en dos (2) períodos diferentes:

- Antes de rellenar la zanja para todas las redes (impulsión y gravedad) La prueba se efectuará:

Una vez montada y limpia la tubería y antes de la ejecución del relleno y/o de la cama de apoyo de hormigón, si así se especifica por la Dirección de Obra.

La longitud del tramo a probar estará comprendida entre 50 y 100 ml. La prueba comprenderá alguno de los siguientes ensayos:

- Inspección visual: Los aspectos a inspeccionar y de cuyo estado se dejará constancia en las actas de inspección serán:
 - Estado de las superficies y protecciones
 - Estado de las cunas de asentamiento de las tuberías
 - Estado de las juntas y conexiones
 - Daños aparentes
 - Revestimientos y acabados
 - Tapas de registro, pates, etc.
- Control dimensional así como alineación y rasantes. Mediante los medios adecuados se comprobará que la colocación de la conducción se encuentra dentro de las tolerancias mencionadas. En el apartado 3.10.5.3.1 se definen las tolerancias admisibles.

Si no lo estuviera, se procederá a su corrección.

- Control direccional de los elementos ejecutados "in situ": Se comprobará que los paramentos de arquetas, alturas libres y en general las dimensiones acotadas en los planos se encuentran dentro de las tolerancias correspondientes.

Asimismo, y para las tuberías flexibles, que el cambio en la dimensión vertical no excede del límite de deformación a corta duración, salvo ligeras desviaciones en puntos aislados.

- Exfiltración mediante agua o aire a presión, ya sea los tubos instalados en presión o sin presión.

Los defectos que se detecten serán corregidos a su costa por el Contratista con métodos aprobados por Dirección de Obra.

- Relleno de las zanjas con las juntas vistas (Tuberías en impulsión)

Una vez montada y limpia la tubería, hormigonada la cama de apoyo y rellenada la tubería excepto las juntas, para redes exclusivamente a presión, se realizarán las siguientes pruebas:



- Prueba de presión interior (Exfiltración). A medida que avance el montaje de la tubería se procederá a pruebas parciales de presión interior por tramos de longitud fijada por la Dirección de Obra. Se seguirá el procedimiento desarrollado en el punto 3.10.7.4.3.
 - Inspección visual.
- Después de rellenar la zanja (Tuberías en lámina libre)

La prueba se efectuará una vez montada y limpia la tubería, hormigonada la cama de apoyo y rellenada la zanja. La longitud del tramo a probar será menor de 300 m.

La inspección comprenderá los siguientes apartados:

- Inspección visual o por T.V.
- Infiltración.
- Estanqueidad (Exfiltración). Se seguirá el procedimiento desarrollado en el apartado 3.10.7.4.4 (Método LD) Se realizará preferentemente el método LD del procedimiento de la UNE- EN 1.610, para utilizar el método W de la misma norma se exigirá la autorización del director de Obra.

3.7.7.3 Criterios para la elección del tipo de prueba.

Para la elección del tipo de prueba se tendrá en cuenta los siguientes parámetros:

- Diámetro de la tubería
- Posición del Nivel Freático
- Facilidad para conseguir agua
- Disponibilidad de equipos para realizar la prueba con aire a presión.

3.7.7.3.1 Pruebas en función del diámetro de la tubería.

- Tuberías de diámetro menor o igual a 100 cm.
 - Antes de rellenar la zanja:
 - ~ Inspección visual.
 - ~ Exfiltración con agua o aire a presión, ya sea los tubos instalados en presión o sin presión.
 - Después de rellenar la zanja:
 - ~ Inspección por T.V.
 - ~ Infiltración
- Tuberías de diámetro mayor de 100 cm.
 - Antes de rellenar la zanja:



- ~ Inspección visual
- ~ Exfiltración para tuberías en presión.
- Después de rellenar la zanja
- ~ Inspección visual con registro con T.V
- ~ Infiltración.
- Tuberías especiales

En zonas con posible intrusión de agua salina, se colocarán tuberías de baja presión (convencional de saneamiento con tipo de junta de máxima calidad).

Las pruebas a realizar serán las exigidas para este tipo de tubería con tolerancias de infiltración que podrán ser más estrictas si así lo determina el P.P.T.P.

- Conducción en túnel
 - Inspección visual
 - Prueba de infiltraciones

3.7.7.4 Especificaciones de las pruebas

3.7.7.4.1 Generales

El Contratista notificará a la Dirección de Obra con un (1) día de antelación la fecha de la realización de las pruebas.

En caso de efectuar las pruebas con aire o agua a presión, una vez montada la tubería, se dejará ésta sin hormigonar (en caso necesario) y la zanja sin rellenar.

Antes de realizar las pruebas con presión de aire o agua se verificará la adecuada colocación de los tubos y se realizarán todos los anclajes necesarios.

Las pruebas de tubería en obra se ejecutarán de acuerdo con la norma ASTM C 497 (Standard Methods of Testing Concrete Pipe, Section or Tile).

3.7.7.4.2 Comprobación de alineaciones y rasantes

Una vez colocada la tubería y la cuna de apoyo de la misma, se realizará un control previo para asegurar que se encuentra en la posición correcta, mediante el empleo de niveles o aparatos láser.

Si las alineaciones o rasantes de las tuberías no estuvieran dentro de las tolerancias admisibles se procederá a su corrección.

3.7.7.4.3 Prueba de la tubería instalada en tuberías a presión.

Una vez finalizada la instalación de la tubería, toda ella deberá ser sometida a las oportunas pruebas de la tubería instalada, previo a la Recepción, basadas en la metodología recogida en la norma UNE-EN 805:2000.

La presión de prueba (STP) se calculará a partir de la presión máxima de diseño (MDP), de forma que, dependiendo de que el golpe de ariete se haya calculado en detalle, o únicamente se haya estimado, el valor de STP será (todos los valores en N/mm²):

- Golpe de ariete calculado en detalle: $STP = MDP + 0,1$
- Golpe de ariete estimado: El menor valor de: $STP = MDP + 0,5$

$$STP = 1,5 \times MDP$$

En los casos de impulsiones y grandes conducciones, debe siempre haberse calculado en detalle el valor del golpe de ariete (hipótesis a). Sólo el caso de los ramales de las redes de distribución, en los que, debido a la abundancia de mecanismos de cierre, acometidas, etc., es difícil calcular con detalle el golpe de ariete en la hipótesis pésima de funcionamiento, es una de las situaciones en las que su valor puede ser "estimado" (hipótesis b).

Metodología general:

A medida que avance el montaje de la tubería ésta debe ser probada por tramos, con la longitud fijada en el Proyecto o por la DO, los cuales deben ser de iguales características (materiales, diámetros, espesores, etc.). Los extremos del tramo en prueba deben cerrarse convenientemente con piezas "ad hoc", las cuales han de apuntalarse para evitar deslizamientos de las mismas o fugas de agua, y que deben ser, cuando así se requiera, fácilmente desmontables para poder continuar la colocación de la tubería.

Las longitudes de estos tramos dependen, como se ha indicado, de las características particulares de cada uno de ellos, debiendo seleccionarse de modo que:

- la presión de prueba pueda aplicarse al punto más bajo de cada tramo en prueba
- pueda aplicarse una presión de al menos igual a MDP en el punto más alto de cada uno de ellos
- pueda suministrarse y evacuar sin dificultad la cantidad de agua necesaria para la prueba
- la diferencia de presión entre el punto de rasante más baja y alta no exceda del 10% de STP
- en la medida de lo posible, sus extremos coincidan con válvulas de paso de la tubería con todo ello, unas longitudes razonables para los tramos pueden oscilar entre 500 y 1.000 o incluso 2000 metros.

Antes de empezar la Prueba deben estar colocados en su posición definitiva todos los tubos, las piezas especiales, las válvulas y demás elementos de la tubería, debiendo comprobarse que las válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas y que las piezas especiales están ancladas y las obras de fábricas con la resistencia debida.



Cuando la tubería se disponga enterrada, la zanja debe estar parcialmente rellena, dejando las uniones descubiertas. Asimismo, debe comprobarse que el interior de la conducción está libre de escombros, raíces o de cualquier otra materia extraña.

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso debe estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Va colocada en el punto más bajo de la tubería que se vaya a ensayar y debe estar provista, al menos, de un manómetro, el cual debe tener una precisión no inferior de 0,02 N/mm². La medición del volumen de agua, por su parte, debe realizarse con una precisión no menor de 1 litro.

Cuando en situaciones excepcionales en las que la escasez de agua u otras causas hagan difícil el llenado de la tubería durante el montaje, es razonable admitir la realización de la prueba de la tubería instalada por otros medios distintos a los descritos en el presente epígrafe, siempre que se garantice un control de calidad equivalente.

En cualquier caso, pero especialmente en los de altas presiones, durante la realización de la prueba de la tubería instalada, deben tomarse las medidas de seguridad necesarias para que en caso de fallo de la tubería no se produzcan daños a las personas y que los materiales sean los mínimos posibles. A estos efectos debe ponerse en conocimiento del personal que pudiera ser afectado que se está realizando una prueba, no debiendo permitirse el acceso al tramo que se esté ensayando, ni trabajar en tajos cercanos.

En este sentido, los manómetros deben ser colocados de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

De acuerdo con todo lo anterior, la Prueba, que es única, consta, en general, de las dos etapas siguientes: etapa preliminar y etapa principal.

Etapla preliminar:

Se comienza por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la Prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba. Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo en prueba, para así facilitar la salida del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se debería hacer aún más lentamente, para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto es conveniente colocar un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado de la forma debida. La tubería, una vez llena de agua, se debe mantener en esta situación al menos 24 horas.

El objeto de esta etapa preliminar es que la tubería se estabilice, alcanzando un estado similar al de servicio, a fin de que durante la posterior etapa principal los fenómenos de adaptación de la tubería,

propios de una primera puesta en carga, no sean significativos en los resultados de la Prueba. Como fenómenos de adaptación más característicos de una primera puesta en carga, pueden destacarse los siguientes:

- Movimientos de recolocación en uniones, piezas especiales, anclajes, válvulas y demás elementos
- Expulsión del aire de los huecos y alojamientos en las uniones y en general en toda la tubería
- Saturación de la tubería, en los casos de materiales absorbentes (hormigón)
- Deformación de los tubos, particularmente en el caso de que éstos sean flexibles

La recomendación de mantener llena de agua la tubería 24 horas, es particularmente importante en el caso de las tuberías que puedan absorber cierta cantidad de agua, como son las de hormigón. A continuación, se aumente la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar un valor comprendido entre STP y MDP, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm² por minuto.

Esta presión debe mantenerse entre dichos límites durante un tiempo razonable (que lo debería fijar el Proyecto correspondiente o la DO a la vista de las circunstancias particulares de cada caso) para lograr los objetivos de esta etapa preliminar, para lo cual, si es necesario, habrá que suministrar, bombeando, cantidades adicionales de agua. Durante este período de tiempo no debe de haber pérdidas apreciables de agua, ni movimientos aparentes de la tubería. Caso contrario, debería de procederse a la despresurización de la misma, a la reparación de los fallos que haya lugar y a la repetición del ensayo.

La fijación de la duración de esta etapa preliminar es fundamental para el buen desarrollo de la posterior etapa principal. Deberá ser tal que logre por completo la estabilización de la tubería a que antes se hacía referencia y dependerá de numerosos factores, como, por ejemplo, el tipo de tubo de que se trate, el diámetro, las condiciones de la instalación, la naturaleza de las uniones, la climatología, etc.

De todo ello es especialmente importante la tipología de la tubería, ya que aquellos tubos susceptibles de absorber cantidades importantes de agua, y especialmente en el caso de altas temperaturas ambiente, son los que requieren que esta etapa tenga una duración importante que logre mitigar el efecto de dicha absorción.

La duración de esta etapa preliminar, basándose en los ensayos realizados por el CEDEX al respecto durante el año 1996, para tubos metálicos y de materiales plásticos (PVC-U, PE y PRFV) deberá ser de una hora o dos horas, por otra parte, en el caso de tratarse de tubos de hormigón y de fibrocemento la duración de la etapa preliminar deberá ser de 24 o incluso 48 horas.

Es, por tanto, muy recomendable el consultar a los respectivos fabricantes sobre la duración deseable de esta etapa en cada una de las tipologías.

Etapla principal o de puesta en carga

Una vez superada la etapa preliminar, la presión hidráulica interior se aumenta de nuevo de forma constante y gradual hasta alcanzar el valor de STP, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm² por minuto. Una vez alcanzado dicho valor, se desconecta el sistema de bombeo, no



admitiéndose la entrada de agua durante, al menos, una hora. Al final de este período al medir mediante manómetro el descenso de presión habido durante dicho intervalo, éste debe ser inferior a los siguientes valores:

- 0,02 N/mm² para tubos de fundición, acero, hormigón con camisa de chapa, PVC-U, PRFV y PE, en su caso.
- 0,04 N/mm² para tubos de hormigón sin camisa de chapa y fibrocemento

A continuación, se eleva la presión en la tubería hasta alcanzar de nuevo el valor de STP suministrando para ello cantidades adicionales de agua y midiendo el volumen final suministrado, debiendo ser este inferior al valor dado por la expresión siguiente:

$$\Delta V_{\max} = 1,2 \times V \times \Delta p \times \left[\frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \times E} \right]$$

$\Delta V_{\max}$ pérdida admisible, en litros.

V volumen del tramo de tubería en prueba, en litros

Δp caída admisible de presión durante la prueba, en N/mm², cuyos valores son:

0,02 N/mm² tubos de fundición, acero, hormigón con camisa de chapa, PVC-U, PRFV y, en su caso, PE.

0,04 N/mm² tubos de hormigón sin camisa de chapa y fibrocemento E_w módulo de compresibilidad del agua, en N/mm²

E módulo de elasticidad del material del tubo, en N/mm². ID diámetro interior del tubo, en mm.

e espesor nominal del tubo, en mm.

1,2 factor de corrección que, entre otros aspectos, tiene en cuenta el efecto del aire residual existente en la tubería.

El módulo de compresibilidad del agua (E_w) y unos valores razonables para los valores del módulo de elasticidad del material de la tubería (ET) son los siguientes:

E_w : 2,10x10³N/mm²

ET: fundición 1,70x10⁵ N/mm² acero 2,10x10⁵ N/mm²

hormigón 2,00x10⁴N/mm²-4,00x10⁴ N/mm² PVC-U 3.600N/mm²

PE 200-1.000N/mm²

PRFV 1,00x10⁴N/mm²-3,90x10⁴N/mm²



Cuando, durante la realización de esta etapa principal o de puesta en carga, el descenso de presión y/o las pérdidas de agua sean superiores a los valores admisibles antes indicados, se deben corregir los defectos observados (repasando las uniones que pierdan agua, cambiando, si es preciso, algún tubo o pieza especial) para así proceder a repetir esta etapa principal hasta superarla con éxito.

En determinadas situaciones, tales como los ramales de las redes de distribución de pequeño diámetro o escasa longitud, puede admitirse que en esta etapa principal se realice únicamente la comprobación de que el descenso de presión producido durante la misma es inferior a los valores admisibles antes indicados.

3.7.7.4.4 Prueba de la tubería instalada en tubos sin presión.

La prueba de estanquidad de tuberías, según la norma UNE-EN 1610, deberá ser realizada con aire, método LD. En el método LD, el número de correcciones y re-ensayos siguientes a un fallo no estará restringido. En el caso de un fallo aislado o continuo en la prueba de aire, se permitirá recurrir a la prueba de agua (método W) y el resultado de la misma por sí sola podrá ser decisivo.

Si el nivel freático está por encima de la generatriz superior de la tubería durante la prueba, podrá aplicarse una prueba de infiltración con una especificación individual.

La prueba inicial puede ser realizada antes de la colocación del relleno lateral. Para la aceptación final, la canalización deberá ser ensayada después del relleno y de la retirada de la entibación.

Prueba con Aire (Método LD)

Los tiempos de prueba de tuberías se ofrecen en la siguiente tabla en función del diámetro de la tubería. Para evitar errores producidos por el equipo de prueba se deberán utilizar conexiones herméticas apropiadas. Se requiere especial cuidado durante la prueba de grandes diámetros por razones de seguridad.

La presión inicial será un 10% superior a la presión de prueba requerida, y deberá ser inicialmente introducida durante aproximadamente 5 min. La presión deberá ajustarse a la de prueba mostrada en la tabla siguiente. Si la caída de presión medida después del tiempo de prueba es menor que el en la tabla siguiente, entonces la tubería cumple.

El equipo empleado para la medición de la caída de presión deberá permitir una medida con una precisión del 10% del incremento de presión. La precisión de la medida del tiempo deberá ser de 5s. En los casos en que el diámetro de la tubería exceda de 1.000 mm, el Director aprobará el método a realizar la prueba de estanquidad a propuesta del contratista.

Método LD: Presión de prueba, indicador de presión en función del diámetro de la tubería.



Material	P_0 *	Δp	Tiempo de Prueba (min.)						
	Mbar (kPa)		DN 100	DN 200	DN 300	DN 400	DN 600	DN 800	DN 1000
Tubería de Hormigón Seca	200 (20)	15 (1,5)	1,5	1,5	1,5	2	3	4	5
Valores de k_p **			0,058	0,058	0,053	0,040	0,0267	0,020	0,016
Tubería de Hormigón y de Otros Materiales, mojada	200 (20)	15 (1,5)	1,5	1,5	2,	2,5	4	5	7
Valores de k_p **			0,058	0,058	0,040	0,030	0,020	0,015	0,012

* Presiones relativas a la atmosférica.

$$t = \frac{1}{K_p} \times \ln \frac{P_0}{P_0 - \Delta p}$$

**

$$K_p = \frac{16}{DN}$$

Para tuberías de hormigón secas, DN , con un máximo de 0,058.

$$K_p = \frac{12}{DN}$$

Para tubería de hormigón mojadas y de otros materiales, DN , con un máximo de 0,058.

Siendo t el tiempo de prueba, en minutos, redondeado al medio minuto más próximo cuando $t \leq 5\text{min}$ y al minuto más próximo cuando $t > 5\text{min}$.

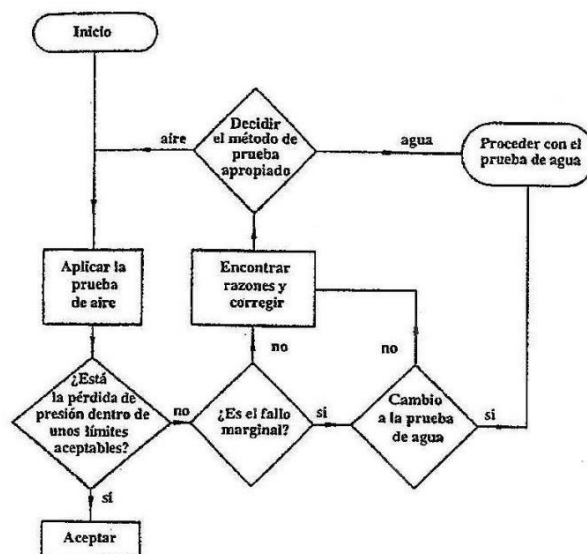


Diagrama del método L

Prueba con Agua (Método W)

La presión de prueba es la presión equivalente o resultante de llenar la sección de prueba hasta el nivel del terreno de registro aguas arriba o aguas abajo, según sea apropiado, con una presión máxima de 50 kPa y una mínima de 10 kPa medida en la parte superior del tubo.

Pruebas de presión de valores mayores se especifican en tuberías que deban operar bajo sobrecargas permanentes o temporales (véase el apartado anterior en que se especifican las pruebas de la tubería instalada en tubos a presión).

Después de que las tuberías estén llenas y la presión de prueba esté aplicada, se necesitará un tiempo de acondicionamiento. Será suficiente por norma general 1 hora. En caso de condiciones climáticas secas y en el caso de probar tubos de hormigón se necesitará un periodo de acondicionamiento más largo.

Una vez superado el tiempo de acondicionamiento se realizará la prueba durante 30 ± 1 min. La presión, durante la realización de la prueba se deberá mantener dentro del margen de 1kPa alrededor de la presión de prueba definida anteriormente mediante la adición de agua.

La cantidad total de agua añadida durante la prueba para mantener este requerimiento debe ser medida y anotada.

Los requerimientos de la prueba se cumplirán si la cantidad de agua añadida no es mayor de $0,15 \text{ l/m}^2$ durante 30 minutos, siendo los m^2 referidos la superficie interna mojada.

En el caso de realizar las pruebas a los registros y a los pozos de inspección, la prueba será satisfactoria si se cumple que la cantidad de agua añadida no es mayor que $0,40 \text{ l/m}^2$ durante 30 minutos.

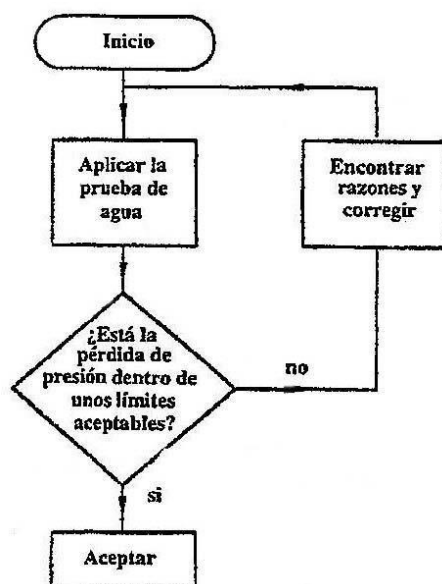


Diagrama del método W



3.7.7.4.5 Prueba de infiltración.

En el tramo de prueba se incluyen los pozos de registro.

Antes de comenzar la prueba se cerrarán todas las entradas de agua en el tramo.

Se aforará el volumen de infiltración en 30 minutos, siendo el valor máximo admisible: donde:

V = Volumen de aportación en litros por metro. Dm. = Diámetro nominal de la conducción en metros. L = Longitud de la conducción en metros.

h = Altura media de la columna de agua por metro (nivel freático)

A = Volumen de infiltración admisible por metro lineal de tubería y metro de diámetro definido en ese apartado en función de los tipos y diámetros de tubería.

En caso de entrada de agua detectada por inspección visual o por T.V., el Contratista llevará a cabo las reparaciones oportunas, incluso en el caso de que el tramo hubiese superado la prueba de infiltración.

3.7.7.5 Control de adecuación al Proyecto

Antes de iniciarse el relleno y después de la finalización de las obras del colector debe procederse a la realización de las pruebas de:

- Control de alineación y rasantes.
- Control de los elementos terminados.
- Inspección visual o por T.V. Tubería
- Nivelación de la rasante de la tubería y de los pozos de registro.
- Posición en planta y cota.
- Alineaciones.
- Ejecución ajustada a los planos de proyecto.
- Daños. Existencia de fisuras, no siendo aceptables las tuberías que presenten fisuras de anchura mayor de 0,1 milímetros.
- Deformación de tubos flexibles mediante control visual y medición
- Unión con los pozos de registro.
- Cierre de derivaciones.
- Conexiones debidamente ejecutadas.
- Juntas.
- Revestimientos, capas protectoras y superficies pintadas.
- Existencia de residuos u obstrucciones. Pozos de registro y Aliviaderos
- Estanqueidad.
- Forma de la media caña.
- Pates.



- Cubiertas, marcos, tapas.
- Alineación y cota.
- Accesorios interiores.
- Aberturas de limpieza.
- Abertura de entrada.
- Revestimientos, capas protectoras y superficies pintadas.
- Ausencia de aristas vivas en su interior.
- Separadores de encofrado cortados y sellados con mortero de cemento, tal como se establece en el apartado 3.12. del presente Pliego.

3.7.7.6 Prueba de Deformación.

La variación vertical del diámetro de tubos flexibles no puede superar el valor de la deformación a corto plazo justificado en el cálculo mecánico (valor máximo del 4% para PVC rígido, según DIN 19534, y para polietileno rígido según DIN 19537), pudiéndose superar el límite ligeramente en puntos localizados.

El acortamiento vertical del diámetro de la tubería es una medida de la calidad de la ejecución de la cuna de apoyo y del recubrimiento. El valor admisible a corto plazo, tiene en cuenta las condiciones particulares de la instalación, así como el valor límite del 6% para la deformación admisible a largo plazo, después de 50 años, y en tubos de PVC rígido según DIN 19534, y polietileno rígido según DIN 19537, este tiene en cuenta además un margen de seguridad suficiente frente a rotura por agotamiento.

3.7.7.7 Notas Complementarias.

La presión de prueba en los ensayos definidos en los apartados anteriores será la propia de cada caso, salvo en aquellos casos en que la carga de agua que gravita sobre la tubería ya sea debida al nivel freático o a la marea, supere dicha presión, en cuyo caso, la presión de prueba a adoptar será la correspondiente a la carga de agua que realmente actuará sobre la tubería.

En zonas en que sea previsible la infiltración de agua salada, la Dirección de Obra podrá sustituir la tubería de saneamiento por tuberías convencionales de abastecimiento de baja presión. En este caso, los hormigones de la tubería cumplirán las condiciones previstas en este Pliego, debiéndose cumplir así mismo, las condiciones de espesor de hormigón de sacrificio y alcalinidad.

La Dirección de Obra podrá cambiar las clases de tubería previstas en el Proyecto en cuyo caso se abonarán de acuerdo con la clase realmente colocada en obra.

3.7.8 Desinfección de tuberías

Se realizará una limpieza de la tubería instalada y, en el caso de su uso para abastecimiento, la desinfección del tramo afectado de tuberías.



Limpieza y lavado de Tuberías

La operación de limpieza consiste básicamente en eliminar todos los objetos extraños que pudieran haber quedado en el interior (como piedras, tierra, arenas, maderas, etc.), y que pueden afectar a la potabilidad del agua o a la capacidad de transporte por la tubería.

Durante el montaje de la tubería, y con el fin de simplificar las tareas de limpieza posteriores, habrá que:

- Comprobar que los tubos y piezas están limpios al montarlos.
- Tapar todos los extremos y aberturas de la tubería y piezas con elementos adecuados (tapones, bridas ciegas, tapiar con fábrica de ladrillo, etc.), siempre que se abandone la instalación, para evitar la entrada de objetos extraños o animales.
- No utilizar en el montaje elementos químicos que puedan alterar la potabilidad del agua: grasas, pinturas de piezas, revestimientos, etc.

El lavado se efectuará con la totalidad del montaje finalizado y en caso de realizarse prueba de presión, después de la misma. Los puntos bajos de la conducción contarán para ello con desagües acordes con el diámetro de la tubería a limpiar y desinfectar, con diámetro siempre superior a 80 mm.

El lavado lo realizará el contratista, con la supervisión de la Dirección de Obra o su Asistencia Técnica. El contratista registrará los datos, de la operación (fecha, tramo limpiado, operaciones realizadas).

El proceso de lavado es el siguiente:

- Llenado de la tubería en su totalidad o por tramos, dependiendo de si se dispone de puntos de descarga (desagües) y de llenado (conexiones a red existente).
- Realización de un arrastre en la tubería, de forma que se consigan velocidades superiores a la máxima de trabajo prevista (aunque es conveniente superar 1 m/s). De esta manera se puede conseguir el arrastre de posibles elementos extraños que pudiera haber en el interior.
- Cuando lo descrito en el apartado anterior no sea posible, por no disponer de caudal suficiente o de desagües capaces, habrá que recurrir a sucesivos llenados y vaciados, siempre con el máximo arrastre que se pueda conseguir. En el caso de tuberías de grandes diámetros (superior a 600 mm), la realización de arrastres puede suponer un exagerado consumo de agua, por lo que se contemplarán los siguientes métodos alternativos:

- *Limpieza con medios manuales.* El personal encargado de la limpieza se introducirá en la tubería, empleando para tal fin los útiles más apropiados (escobas, rastrillos, etc.). Se observarán estrictamente todas las medidas, con el fin de garantizar la seguridad del personal en el interior de las tuberías: medios de ventilación; prohibición total de tener la tubería conectada (las válvulas cerradas no sirven de protección, salvo que se disponga de un bloqueo mecánico con cerradura de seguridad).
- *Limpieza con medios mecánicos.* Éstos pueden ser:

~ Mangueras de alta presión con las que efectuar el arrastre de elementos extraños. La presión máxima de trabajo debe ser tal que no se dañe el revestimiento interior de la tubería.



- ~ Testigos o balones ajustados al diámetro interior de la tubería, que, bien arrastrados desde el exterior, o empujados por la propia presión interior de la tubería al poner en carga uno de los lados del balón, van empujando la posible suciedad.

Se entiende que una tubería está limpia cuando ha estado circulando un caudal igual o superior al de servicio, durante un tiempo, como mínimo, igual al que tarda en recorrer una partícula la totalidad de su longitud. Por tanto, conseguida una velocidad de circulación superior a la nominal, se mantendrán los arrastres durante un tiempo igual a dos veces el mínimo; esto es: $T = 2L/60$

Desinfección de Tuberías de abastecimiento

Las operaciones de desinfección tienen por objeto conseguir que la tubería adquiera el grado de limpieza (química y bacteriológicamente) necesario, que asegure su potabilidad durante su permanencia en la red de distribución.

La desinfección se realizará después de la limpieza, e inmediatamente antes de la puesta en servicio de la tubería. El desinfectante a utilizar será hipoclorito de sodio con un 10% mínimo de cloro activo disponible.

En el origen de la desinfección, coincidente con el extremo más alto del tramo a desinfectar, se dispondrá una entrada de agua de diámetro superior a 2 pulgadas para llenado; en ella misma se habilitará una toma de ½" hembra rosca-gas, por la que se inyectará el hipoclorito.

En el extremo final de la tubería se dispondrá de una toma (clorímetro) para la toma de muestras, coincidiendo o no con el desagüe. Si no se empleara este último sería suficiente con la utilización de una toma de ½" para salida del agua clorada.

Las operaciones a realizar serán las siguientes:

- *Vaciar* el tramo de tubería completamente.
- *Cerrar* todas las acometidas y verificar que cierran bien todas las válvulas.
- *Llenar la tubería con una solución de agua-cloro* con una proporción de 25 mg de cloro por litro de agua. Esta mezcla deberá realizarse en el punto de llenado y será homogénea, realizada mediante bomba dosificadora y utilizando caudalímetro, para evitar tramos con defecto o exceso de cloro. Una vez se ha comprobado que el agua clorada llega al extremo opuesto (clorímetro) se dejará de introducir hipoclorito. Hay que observar las medidas de seguridad adecuadas para el manejo del hipoclorito debido a su toxicidad.
- Se dejará la solución en el interior de la tubería durante un mínimo de 24 horas; si la temperatura del agua fuera inferior a 5º se prolongará el tiempo de permanencia a 48 horas... El tramo en proceso de desinfección deberá quedar totalmente aislado, tomándose medidas para tener la total seguridad de que no se pueda producir un retroceso de esta solución agua-cloro hacia la tubería en servicio, lo que provocaría una contaminación del agua potable por exceso de cloro.
- Transcurrido el tiempo fijado, hay que *tomar muestras de la solución del interior* de la tubería, y comprobar que la concentración de cloro libre es superior a *cinco ppm* (>5 mg/l). Si la concentración de cloro libre residual es inferior a 5 ppm, se repetirá el proceso de desinfección.



- Si la concentración de cloro libre residual supera las 5 ppm, *se vaciará la solución agua-cloro* existente en la tubería. Es absolutamente necesario que no queden restos de esta solución, por lo que habrá que eliminar el agua de la tubería, dejando escurrir bien los desagües; o realizando un pequeño arrastre si es necesario. Si no se realiza bien esta operación afectará a la siguiente, deteriorándose el parámetro de cloro residual, y desvirtuando los análisis.
- La solución podrá:
 - Verterse a la red de saneamiento, mediante tuberías o camiones cisterna, con un caudal controlado y especificado por la Subdirección de Explotación de Saneamiento del CABB
 - Verterse al medio receptor con previa neutralización del cloro; solo podrá realizarse este vertido una vez se haya comprobado que la concentración de cloro es inferior a la admisible para su asimilación por el medio receptor (0.2 mg/l) para ello se empleará un agente reductor, pudiendo añadirse sulfito sódico u otro agente compatible con la calidad requerida para vertido al medio receptor
- Una vez vacía la tubería se llena con agua potable y se mantiene a la presión de servicio durante 24 horas.

Transcurridas 24 horas, *se tomarán muestras para analizarlas en un Laboratorio acreditado*. Habrá que realizar un análisis químico y otro bacteriológico. Las muestras se tomarán directamente de la tubería a través de elementos instalados. Antes de tomar la muestra se dejará salir agua en cantidad suficiente, para conseguir renovar la acumulada en la derivación. El número de muestras a tomar vendrá condicionado por el número de elementos intermedios instalados, siendo la distancia máxima a considerar entre elementos de muestreo, de 200 m. Durante el proceso de toma de muestras se observará una higiene y meticulosidad elevadas, a fin de evitar la contaminación del interior o de la embocadura del frasco. Este se habrá esterilizado previamente.

Una vez tomadas las muestras, se enviarán al Laboratorio a la mayor brevedad.

Siempre y cuando los parámetros analizados sean inferiores a los mínimos establecidos, se dará por válida la operación. Si no fuese así, se repetirá el proceso de desinfección, aunque es conveniente interpretar los análisis, por si fuera necesario volver a limpiar la tubería previamente. Los resultados de los análisis del laboratorio servirán como acta de desinfección.



3.8 Rellenos y terraplenes

3.8.1 Rellenos

3.8.1.1 Rellenos compactados en zanja para la cubrición y/o protección de tuberías

3.8.1.1.1 Definición y fases para el relleno de la zanja

Estas unidades consisten en la extensión y compactación de suelos apropiados en la instalación de tuberías en zanja.

Se distinguirán, en principio, cuatro fases en el relleno:

- Relleno para el asiento de la tubería: Se colocará entre el terreno natural del fondo de la zanja y la tubería, envolviendo a ésta hasta media caña, de acuerdo con las secciones tipo fijadas en el proyecto.
- Relleno de protección hasta 15 cm., como mínimo, por encima de la generatriz superior de la tubería.
- Relleno de cubrición sobre el anterior, hasta la cota de zanja en que se vaya a colocar el relleno de acabado, el firme o la tierra vegetal.
- Relleno de acabado, de colocación eventual si se fuera a reponer tierra vegetal o un firme para circulación rodada.

El relleno de apoyo y protección reunirá las mismas características especificadas para los materiales de apoyo de las tuberías que se encuentran indicadas en el presente Pliego.

El relleno de cubrición se ejecutará con materiales adecuados, de acuerdo con lo especificado en las secciones tipo fijadas en el proyecto y cumpliendo las especificaciones recogidas en el presente Pliego.

El relleno de acabado se ejecutará, asimismo, con materiales adecuados, pero con un grado de compactación superior para evitar el deterioro de la superficie ante el paso eventual de cargas sobre ella.

3.8.1.1.2 Condiciones para la ejecución de cada una de las fases.

3.8.1.1.2.1 Condiciones generales

El relleno de la zanja no comenzará hasta que las juntas de las tuberías y camas de asiento se encuentren en condiciones adecuadas para soportar las cargas y esfuerzos que se vayan a originar por su ejecución, y una vez se hayan finalizado satisfactoriamente las pruebas de estanqueidad.



Cuando el relleno haya de asentarse sobre una zanja en la que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fuera de la zanja donde vaya a construirse el relleno antes de comenzar la ejecución.

Salvo en el caso de zanjas de drenaje, si el relleno hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcilla blanda, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes; y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación del agua sin peligro de erosión.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, tales como cal viva.

Conseguida la humectación conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

Las zonas que, por su forma, pudieran retener agua en su superficie, se corregirán inmediatamente por el Contratista.

Los rellenos se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados centígrados (2º C), debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

3.8.1.1.2.2 Ejecución del relleno de protección

Este tipo de relleno se utilizará para apoyar y envolver la tubería hasta quince centímetros (15 cm.), como mínimo, por encima de su generatriz superior, tal como se señala en las secciones tipo, y se ejecutará por tongadas de 15 cm., compactado manualmente o con equipo mecánico ligero. Se alcanzará una densidad seca mínima del 95% de la obtenida en el ensayo Próctor normal.

Durante la compactación, la tubería no deberá ser desplazada ni lateral ni verticalmente y si fuera necesario para evitarlo se compactará simultáneamente por ambos lados de la conducción.



El material que se empleará en esta zona será el definido en el capítulo 2 del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, como material de relleno tipo A., según se establece en los Planos del Proyecto o, en su caso, el que determine el Director de Obra.

3.8.1.1.2.3 Ejecución del relleno de cubrición

Esta fase consistirá en el relleno en zanja a partir de los quince centímetros (15 cm.), como mínimo, por encima de la generatriz superior de la tubería, y hasta la cota prevista en el Proyecto, tal como se señala en las secciones tipo, o según se determine en el Replanteo o lo defina la Dirección de Obra, y se ejecutará por tongadas apisonadas de 20 cm.

La compactación será tal que se alcance una densidad seca mínima del 90% de la obtenida en el ensayo Próctor normal.

El equipo de compactación se elegirá en base a las características del suelo, entibación existente, y ejecutándose la compactación de forma tal, que no se afecte a la tubería.

La utilización de medios pesados de extendido y compactación, no se permitirán cuando la altura del recubrimiento sobre la arista superior de la tubería, medida en material ya compactado, sea inferior a 1,30 mm.

El material para emplear en esta fase del relleno, podrá ser material procedente de la propia excavación o de préstamos. La utilización de un material u otro vendrá definida en los planos del Proyecto, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en su defecto, el que señale el Director de Obra.

3.8.1.1.2.4 Ejecución del relleno de acabado

Este relleno se utilizará en los 50 cm superiores de la zanja para aquellos casos en que no se vaya a disponer de firmes o reponer el suelo vegetal, teniendo como misión reunir un mínimo de capacidad portante ante posibles cargas o paso de maquinaria por encima de la zanja.

Se ejecutará con materiales seleccionados procedentes de la propia excavación o de préstamos, compactándose hasta una densidad seca del 100% de la obtenida en el ensayo Próctor normal.

3.8.1.2 Rellenos compactados en trasdós de obra de fábrica

3.8.1.2.1 Definición

Estas unidades consisten en la extensión y compactación de suelos adecuados o seleccionados, material filtrante o material de préstamo calidad tipo zahorra, alrededor de las obras de fábrica o en su trasdós,



cuyas dimensiones no permitan la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución de terraplenes.

3.8.1.2.2 Ejecución de las obras en general

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un pozo en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fuera del pozo donde vaya a construirse el relleno antes de comenzar la ejecución.

Si el relleno hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcilla blanda, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes; y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación del agua sin peligro de erosión.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados. En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, tales como cal viva.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada. La compactación será tal que se alcance una densidad seca mínima del 90% de la obtenida en el ensayo Próctor normal.

Las zonas que, por su forma, pudieran retener agua en su superficie, se corregirán inmediatamente por el Contratista.

Cuando la Dirección de Obra lo autorice, el relleno junto a obras de fábrica podrá efectuarse de manera que las tongadas situadas a uno y otro lado de la misma no se hallen al mismo nivel. En este caso los materiales del lado más alto no podrán extenderse ni compactarse antes de que hayan transcurrido catorce días (14 d.) desde la terminación de la fábrica contigua: salvo en el caso de que la Dirección de Obra lo autorice, previa comprobación mediante los ensayos que estime pertinentes realizar del grado de resistencia alcanzado por la obra de fábrica. Para terrenos arenosos el pisón será del tipo vibratorio.

3.8.1.3 Control de calidad

La calidad de ejecución de los distintos tipos de rellenos de las zanjas y de los ubicados en el trasdós de las obras de fábrica se controlará mediante la realización de ensayos "in situ" con la frecuencia siguiente, debiéndose adoptar el criterio más restrictivo, en cada caso:

- Relleno de protección
 - Cada 300 ml. de zanja
 - Cada 200 m3 de material colocado
- Relleno de cubrición:
 - Cada 200 ml. de zanja
 - Cada 1.000 m3 de material colocado
- Relleno de trasdós de obras de fábrica:
 - Cada 1.500 m3 de material colocado Los ensayos a realizar serán:
- Densidad y humedad "in situ", ASTM-D3017 (nuclear): 2 ensayos por cada lote definido en el apartado anterior

3.8.1.4 Medición y abono

El relleno de zanja se abonará por aplicación de los precios correspondientes del cuadro de precios, según las respectivas definiciones, a los volúmenes obtenidos por aplicación, como máximo de las secciones tipo correspondientes, no abonándose generalmente los que se deriven de excesos en la excavación estando obligado, no obstante, el Contratista a realizar estos rellenos a su costa y en las condiciones establecidas.

Si el Contratista al excavar las zanjas dadas no pudieran mantenerse las características del terreno dentro de los límites de los taludes establecidos en el Plano de secciones tipo de zanja, deberá comunicarlo a la Dirección de Obra, para que ésta pueda comprobarlo "in situ", y dé su visto bueno o reparos al abono suplementario correspondiente. En este abono también serán de aplicación los precios anteriores a los volúmenes resultantes.

Será de abono un suplemento en el relleno de la zanja, por m3 de relleno, de acuerdo a perfiles, cuando dicho relleno se ejecute de manera coordinada y simultánea a la retirada de la entibación, garantizando una adecuada compactación del material y la integridad de la tubería. En caso de no realizarse en estas condiciones, el contratista no tendrá derecho a reclamar este suplemento.

En los precios citados, están incluidas todas las operaciones necesarias para la realización de estas unidades de obra y sus correspondientes controles de calidad. En el caso de los rellenos ejecutados con



material de la propia excavación, queda incluido en la unidad el transporte desde el punto de acopio hasta el punto de colocación. En el caso de los rellenos ejecutados con material de préstamos, queda incluido el transporte desde su punto de origen hasta su punto de colocación, incluso si son necesarios acopios intermedios.

Los precios a emplear serán: U110101, U110104, U110106,

3.8.2 Terraplenes

3.8.2.1 Definición

Consiste en la extensión y compactación de los suelos tolerables, adecuados o seleccionados, para dar al terreno la rasante de explanación requerida.

3.8.2.2 Ejecución de las obras

Su ejecución comprende las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie de apoyo del relleno tipo terraplén.
- Extensión de una tongada.
- Humectación o desecación de una tongada.
- Compactación de una tongada.

Las tres últimas se repetirán cuantas veces sea necesario.

Si el terraplén tuviera que construirse sobre terreno natural, en primer lugar, se efectuará el desbroce del citado terreno y la excavación, extracción y vertido a escombrera o a acopio de la tierra vegetal (No se considerará terreno vegetal cuando el contenido en materia orgánica sea inferior al 10%) y del material inadecuado (blandones, etc.), si los hubiera, en toda la profundidad necesaria y, en cualquier caso, no menor de 15 cm. A continuación, para conseguir la debida trabazón en el terraplén y el terreno, se escarificará éste, disgregándole en su superficie mediante medios mecánicos y compactándolo, en las mismas condiciones que las exigidas para el cimiento del terraplén.

Cuando el terraplén haya de asentarse sobre el terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas, fuera del área donde vaya a construirse el terraplén, antes de comenzar su ejecución. Estas obras, que tendrán el carácter de accesorias, se realizarán con el visto bueno o instrucciones de la Dirección de la Obra.

Si el terraplén hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.



Cuando el terreno natural presente inclinación superior a 1:5 se excavará realizando bermas de 50-80 cm. de altura y ancho no menor de 150 cm. con pendiente de meseta del 4% hacia dentro en terrenos permeables y hacia afuera en terrenos impermeables.

Una vez preparado el cimiento del terraplén, se procederá a la construcción del núcleo del mismo, empleando materiales que cumplan las condiciones establecidas, los cuales serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada y hasta 50 cm. por debajo de la misma. Con los 50 cm. superiores de terraplén de coronación se seguirá en su ejecución el mismo criterio que en el núcleo. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que con los medios disponibles se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Los materiales de cada tongada serán de características uniformes, y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con maquinaria adecuada para ello. No se extenderá ninguna tongada mientras no se haya comprobado que la superficie adyacente cumple las condiciones exigidas.

Cuando la tongada subyacente se halle reblandecida por una humedad excesiva, no se extenderá la siguiente hasta que la citada tongada no esté en condiciones.

Los terraplenes sobre zonas de escasa capacidad de soporte se iniciarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo necesario para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión.

Salvo prescripción en contrario, los equipos de transporte de tierras y extensión de las mismas operarán sobre todo el ancho de cada capa.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación si es necesario. El contenido óptimo de humedad para cada tipo de terreno se determinará según las Normas de ensayo del Laboratorio de Transporte y mecánica del suelo NLT.

En el caso de que sea preciso añadir agua, esta operación se efectuará de forma que el humedecimiento de los materiales sea uniforme sin encharcamientos.

En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas pudiéndose proceder a la desecación por oreo, a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, tales como cal viva, previa autorización de la Dirección de Obra.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

El Proyecto o, en su defecto, el Director de las Obras, señalará, entre el Próctor normal según UNE 103500 o el Próctor modificado según UNE 103501, el ensayo a considerar como Próctor de referencia. En caso de omisión se considerará como ensayo de referencia el Próctor modificado;



En la coronación de los terraplenes, la densidad seca a alcanzar, respecto a la máxima obtenida en el ensayo Proctor de referencia, no será inferior al 100% ni inferior a 1,75 Kg/dm³. Esta determinación se hará según las normas de ensayo NLT.

En los cimientos y núcleos de terraplenes la densidad seca que se alcance no será inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima obtenida en dicho ensayo, ni inferior a 1,45 Kg/dm³ según las NTL.

Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o proximidad a obras de fábrica, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando para la compactación de los terraplenes, se compactarán con los medios adecuados al caso, de forma que las densidades secas que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto del terraplén.

Si se utilizan para compactar rodillos vibrantes deberá darse al final unas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiera podido causar la vibración y sellar la superficie.

3.8.2.3 Limitaciones de la ejecución

Los terraplenes se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados centígrados (2º C), debiendo suspender los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

3.8.2.4 Control de calidad

La calidad de la ejecución de los rellenos en terraplén se controlará con la realización de ensayos “in situ” para el control de la humedad, densidad y el módulo de deformación, siguiendo lo especificado al respecto en el Pliego de prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (Orden FOM/1382/2002).

En la definición de los lotes, se aplicará lo contemplado en el PPTG para obras de carreteras, o como mínimo:

Coronación: se considerará 1 lote cada 300 ml. Núcleo: se considerará 1 lote cada 500 ml.

Cimiento: se considerará 1 lote cada 500 ml. Espaldones: se considerará 1 lote cada 500 ml.

Los ensayos in situ a realizar serán, como mínimo, por cada lote:

- Densidad y humedad “in situ”, ASTM-D3017 (nuclear): 2 ensayos por cada lote definido en el apartado anterior



- 1 ensayo de placa de carga en coronación según NLT 357.

3.8.2.5 Medición y abono

Los terraplenes se abonarán por aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios, a los volúmenes obtenidos por aplicación como máximo de las secciones tipo, no abonándose los que se deriven de excesos en la excavación, estando obligado, no obstante, el Contratista a realizar estos rellenos a su cargo y en las condiciones establecidas. En los precios citados están incluidas todas las operaciones, necesarias para la buena realización de estas unidades de obra, incluso refino de la explanación y taludes.

Su abono se hará aplicando los precios que correspondan a los metros cúbicos (m³) resultantes respectivamente.

En dicho abono quedan incluidos todos los trabajos reseñados, así como los trabajos secundarios, tales como agotamientos, drenajes provisionales, caminos de obra, etc.... que puedan ser necesarios, y los controles de calidad fijados.

Los precios a emplear serán: U110301.

3.9 Encofrados

3.9.1 Definición

Se define como encofrado el elemento destinado al moldeo "in situ" de hormigones. Puede ser recuperable o perdido, entendiéndose por esto último el que queda embebido dentro del hormigón.

3.9.2 Tipos de encofrado

Para el empleo en las obras de hormigón y de acuerdo con la terminación de las superficies se utilizarán los siguientes tipos de encofrado:

3.9.2.1 Oculto

Se empleará en los paramentos de obras de fábrica que han de quedar ocultas en el terreno o por algún revestimiento posterior.

La tolerancia de las irregularidades de la superficie interior del encofrado será de seis (6) milímetros.



3.9.2.2 Visto madera

Se utilizará en estructuras y paramentos de hormigón, en masa o armados, que tengan que quedar "vistos". Se empleará exclusivamente tabla de madera machihembrada de ancho uniforme y con la fibra en el sentido de la mayor dimensión del elemento a hormigonar.

La tolerancia en las irregularidades de la superficie interior del encofrado será de tres (3) milímetros.

3.9.2.3 Visto panel

Se utilizará para estructuras o paramentos de hormigón, en masa o armados que tengan que quedar "vistos". Se emplearán paneles de chapa de acero lisos o de madera cepillada, de dimensión mínima de 2 metros.

La tolerancia de las irregularidades en la superficie interior del encofrado será de tres (3) milímetros.

3.9.2.4 Curvo

Se utilizará en paramentos de superficies de directrices curvas, de formas hidrodinámicas, estructuras de rejillas, estructuras de aspiración, piezas especiales decorativas, etc., etc.

El forro deberá ser de tabla machihembrada si lo permite la curvatura del paramento. En caso contrario deberán utilizarse listones de madera cepillada, convenientemente ajustados entre sí y adaptados a un número suficiente de ciertas directrices con objeto de garantizar la forma. Una vez montado el encofrado se deberá reparar toda la superficie mediante cepillado.

La tolerancia de las irregularidades de la superficie del encofrado será de tres (3) milímetros.

3.9.3 Ejecución de Obra

Las cimbras y encofrados, así como las uniones de sus distintos elementos, poseerán una resistencia y rigidez suficiente para resistir, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, las cargas y/o acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado y especialmente, las debidas a la compactación de la masa.

Los límites máximos de los movimientos de los encofrados serán de cinco milímetros para los movimientos locales y la milésima de la luz para los de conjunto.

Cuando la luz de un elemento sobrepase los seis metros, se dispondrá el encofrado de manera que, una vez desencofrado y cargada la pieza, ésta presente una ligera contraflecha (del orden del milésimo de la luz), para conseguir un aspecto agradable.

Los encofrados serán suficientemente estancos para impedir pérdidas apreciables de lechada, dado el modo de compactación previsto.

Las superficies interiores de los encofrados aparecerán limpias en el momento del hormigonado. Para facilitar esta limpieza en los fondos de pilares y muros, deberán disponerse aberturas provisionales en la parte inferior de los encofrados correspondientes.

Cuando sea necesario, y con el fin de evitar la formación de fisuras en los paramentos de las piezas, se adoptarán las oportunas medidas para que los encofrados no impidan la libre retracción del hormigón.

Los encofrados de madera se humedecerán para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón. Por otra parte, se dispondrán las tablas de manera que se permita su libre entumecimiento, sin peligro de que se originen esfuerzos o deformaciones anormales.

Las aristas que queden vistas en todos los elementos de hormigón se ejecutarán con un chaflán de 25 x 25 mm de lado, salvo que otro tipo de remate diferente se defina en los planos o en el P.P.T.P. No se tolerarán imperfecciones mayores de cinco (5) milímetros en las líneas de las aristas.

Cuando se encofren elementos de gran altura y pequeño espesor a hormigonar de una vez, se deberán prever en las paredes laterales de los encofrados ventanas de control, de suficiente dimensión para permitir desde ellas la compactación del hormigón. Estas aberturas se dispondrán a una distancia vertical y horizontal no mayor de dos metros (2 m.) y se cerrarán cuando el hormigón llegue a su altura.

Los elementos de atado y sujeción de los encofrados que atraviesan la sección de hormigón estarán formados por barras o pernos diseñados de tal forma que puedan extraerse ambos extremos de modo que no quede ningún elemento metálico embebido dentro del hormigón a una distancia del paramento menor de 25 mm.

El sistema de sujeción del encofrado deberá ser sometido a la aprobación de la Dirección de Obra. En elementos estructurales que contengan líquidos, las barras de atado deberán llevar una arandela de estanqueidad que quedará embebida en la sección de hormigón.

Los agujeros dejados en los paramentos por los elementos de fijación del encofrado se rellenarán posteriormente con mortero en la forma que lo indique la Dirección de Obra, pudiendo ser preciso utilizar cemento expansivo, cemento blanco, o cualquier otro aditivo que permita obtener el grado de acabado especificado en el proyecto, sin que el Contratista tenga derecho a percibir cantidad alguna por estas labores complementarias.

No se permitirá el empleo de alambres o pletinas (latiguillos) como elementos de atado del encofrado, salvo en los acabados de la clase E-1 (ver 3.14.17.1) previa aprobación de la Dirección de Obra. En todo caso, una vez retirados los encofrados, se cortarán a una distancia mínima de 25 mm de la superficie del hormigón, picando ésta si fuera necesario, y rellenando posteriormente los agujeros resultantes con mortero de cemento.

En el caso de encofrados para estructuras estancas, el Contratista se responsabilizará de que las medidas adoptadas no perjudiquen la estanqueidad de aquéllas.

Los separadores utilizados para mantener la armadura a la distancia del paramento especificada en el proyecto, podrán ser de plástico o de mortero. En el caso de utilizar dados de mortero y para paramentos con acabado tipo E-2 y E-3 se adoptarán, durante la fase de hormigonado, las precauciones necesarias para evitar que aparezcan manchas de distinto color en la superficie.

Al objeto de facilitar la separación de las piezas que constituyen los encofrados podrá hacerse uso de desencofrantes, con las precauciones pertinentes, ya que los mismos, fundamentalmente, no deberán contener sustancias perjudiciales para el hormigón.

A título de orientación se señala que podrán emplearse como desencofrantes los barnices antiadherentes compuestos de siliconas, o preparados a base de aceites solubles en agua o grasa diluida, evitando el uso de gas-oil, grasa corriente, o cualquier otro producto análogo.

Se deberá utilizar encofrado para aquellas superficies con una inclinación mayor de 25 grados, salvo modificación expresa por parte de la Dirección de Obra.

3.9.4 Desencofrado y Descimbramiento

Tanto los distintos elementos que constituyen el encofrado (costeros, fondos, etc.) como los apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni choque en la estructura, recomendándose, cuando los elementos sean de cierta importancia, el empleo de cuñas, cajas de arena, gatos u otros dispositivos análogos para lograr un descenso uniforme de los apoyos.

Las operaciones anteriores no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometidos durante y después del desencofrado o descimbramiento. Se recomienda que la seguridad no resulte en ningún momento inferior a la prevista para la obra en servicio.

Cuando se trate de obras de importancia y no se posea experiencia de casos análogos, o cuando los perjuicios que pudieran derivarse de una fisuración prematura fuesen grandes, se realizarán ensayos de información (véase la Instrucción EHE) para conocer la resistencia real del hormigón y poder fijar convenientemente el momento del desencofrado o descimbramiento. Este será establecido por la Dirección de Obra, la cual podrá modificar el tiempo de desencofrado cuando así lo aconsejen las condiciones ambientales u otras circunstancias.

El Contratista no tendrá derecho a reivindicación alguna sobre posibles disminuciones de rendimiento motivadas por los plazos de desencofrado establecidos.

Se pondrá especial atención en retirar, todo elemento de encofrado que pueda impedir el juego de las juntas de retracción o dilatación, así como de las articulaciones, si las hay.

A título orientativo pueden utilizarse los plazos de desencofrado o descimbramiento dados por la fórmula expresada en la Instrucción EHE.

La citada fórmula es sólo aplicable a hormigones fabricados con cemento Portland y en el supuesto de que su endurecimiento se haya llevado a cabo en condiciones ordinarias.



En la operación de desencofrado es norma de buena práctica mantener los fondos de vigas y elementos análogos, durante doce horas, despegados del hormigón y a unos dos o tres centímetros de este, para evitar los perjuicios que pudiera ocasionar la rotura, instantánea o no, de una de estas piezas al caer desde gran altura.

Igualmente, útil resulta a menudo la medición de flechas durante el descimbramiento de ciertos elementos, como índice para decidir si debe o no continuarse la operación e incluso si conviene o no disponer ensayos de carga de la estructura.

Se llama la atención sobre el hecho de que, en hormigones jóvenes, no sólo su resistencia, sino también su módulo de deformación presenta un valor reducido; lo que tiene una gran influencia en las posibles deformaciones resultantes.

Dentro de todo lo indicado anteriormente el desencofrado deberá realizarse lo antes posible, con objeto de iniciar cuanto antes las operaciones de curado.

3.9.5 Medición y Abono

Los encofrados se medirán por metros cuadrados (m²) de superficie de hormigón medidos sobre Planos o en la obra, abonándose mediante la aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1, según su ubicación y tipología.

También se considera incluido dentro de la unidad de encofrado los berenjenos y cuadradillos para achaflanar aristas o regularizar juntas.

Las barras de anclaje y los conos metálicos reutilizables que se roscan en los extremos de las citadas barras, así como el relleno con mortero hidrófugo y de baja retracción para el sellado de los huecos creados por la retirada de los mencionados conos en el muro de hormigón se consideran también incluidas dentro de la unidad de encofrado.

A su vez se considera también incluido todas las operaciones de apuntalamiento y apeo, así como el empleo de desencofrante para facilitar el desencofrado.

Está también incluido en el precio el desencofrado de los elementos.

Se abonarán mediante aplicación de los precios: U120001, U120004, U120006, U120010, U120013, U120014, U120015, U130001.

3.10 **Apeos y cimbras**

3.10.1 Definición

Se definen como apeos y cimbras los armazones provisionales que sostienen un elemento estructural mientras se está ejecutando, hasta que alcanza resistencia propia suficiente.



3.10.2 Ejecución

La ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Construcción y montaje.
- Descimbrado.

3.10.2.1 Construcción y montaje

Salvo prescripción en contrario, las cimbras y apeos deberán ser capaces de resistir el peso total propio y el del elemento completo sustentado, así como otras sobrecargas accidentales que puedan actuar sobre ellas.

Las cimbras y apeos tendrán la resistencia y disposición necesarias para que, en ningún momento, los movimientos locales, sumados en su caso a los del encofrado, sobrepasen los cinco milímetros (5 mm), ni los de conjunto, la milésima (1/1.000) de la luz.

Las cimbras se construirán sobre los planos de detalle que prepare el Contratista; quien deberá presentarlos, con sus cálculos justificativos detallados, a examen y aprobación del Director de Obra.

Cuando la estructura de la cimbra sea metálica estará constituida por perfiles laminados, palastros roblonados, tubos, etc., sujetos con tornillos, o soldados. Para la utilización de estructuras desmontables, en las que la resistencia en los nudos esté confiada solamente al rozamiento de collares, se requerirá la aprobación previa del Director.

En todo caso, se comprobará que el apeo o cimbra posee carrera suficiente para el descimbrado, así como que las presiones que transmite al terreno no producirán asientos perjudiciales con el sistema de hormigonado previsto.

Una vez montada la cimbra, si el Director lo cree necesario, se verificará una prueba consistente en sobrecargarla de un modo uniforme y pausado, en la cuantía y con el orden con que lo habrá de ser durante la ejecución de la obra. Durante la realización de la prueba, se observará el comportamiento general de la cimbra, siguiendo sus deformaciones mediante flexímetros o nivelaciones de precisión. Llegados a la sobrecarga completa, ésta se mantendrá durante veinticuatro horas (24 h.) con nueva lectura final de flechas. A continuación, y en el caso de que la prueba ofreciese dudas, se aumentará la sobrecarga en un veinte por ciento (20%) o más, si el Director lo considera preciso. Después se procederá a descargar la cimbra, en la medida y con el orden que indique el Director, observándose la recuperación de flechas y los niveles definitivos con descarga total.

Si el resultado de las pruebas es satisfactorio, y los descensos reales de la cimbra hubiesen resultado acordes con los teóricos que sirvieron para fijar la contraflecha se dará por buena la posición de la cimbra y se podrá pasar a la realización de la obra definitiva. Si fuese precisa alguna rectificación, el Director notificará al Contratista las correcciones precisas en el nivel de los distintos puntos.



Si la cimbra pudiera verse afectada por posibles avenidas durante el plazo de ejecución, se tomarán las precauciones necesarias para que no afecten a ninguno de los elementos de aquella.

En el caso de obras de hormigón pretensado, es importante una disposición de las cimbras tal que permitan las deformaciones que aparecen al tesar las armaduras activas, y que resistan la subsiguiente redistribución del peso propio del elemento hormigonado. En especial, las cimbras deberán permitir, sin coartarlos, los acortamientos del hormigón bajo la aplicación del esfuerzo de pretensado.

Por lo dicho anteriormente, se preferirán las cimbras realizadas con puntales en abanico. Los arriostramientos tendrán la menor rigidez posible, compatible con la estabilidad de la cimbra y se retirarán los que se puedan antes del tesado de las armaduras.

Cuando se utilice el método de construcción por voladizos sucesivos mediante carro de avance, se deberán reglar cuidadosamente sus cotas antes del hormigonado de cada dovela, siguiendo las indicaciones del Director. El carro deberá tener la suficiente rigidez para evitar el giro de la dovela que se está hormigonando con respecto a la zona ya construida, y la consiguiente fisuración en la junta.

3.10.2.2 Descimbrado

El descimbrado podrá realizarse cuando a la vista de las circunstancias de temperatura y del resultado de las pruebas de resistencia, el elemento de construcción sustentado haya adquirido el doble de la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos que aparezcan al descimbrar.

El descimbrado se hará de modo suave y uniforme recomendándose el empleo de cuñas, gatos, cajas de arena, u otros dispositivos, cuando el elemento descimbrado sea de cierta importancia. Cuando el Director lo estime conveniente, las cimbras se mantendrán despegadas dos o tres centímetros (2 o 3 cm.) durante doce horas (12 h.), antes de ser retiradas por completo; debiendo comprobarse, además, que la sobrecarga total actuante sobre el elemento que se descimbra, no supera el valor previsto como máximo en el Proyecto.

En el caso de obras de hormigón pretensado, se seguirán, además las siguientes prescripciones:

El descimbrado se efectuará de conformidad con lo dispuesto en el programa previsto en el Proyecto. Dicho programa deberá estar de acuerdo con el correspondiente al proceso de tesado, a fin de evitar que la estructura quede sometida, aunque sólo sea temporalmente, durante el proceso de ejecución, a tensiones no previstas en el Proyecto, que puedan resultar perjudiciales.

Tanto los elementos que constituyen el encofrado, como los apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni golpes al hormigón, para lo cual, cuando los elementos sean de cierta importancia, se emplearán cuñas, cajas de arena, gatos u otros dispositivos análogos para lograr un descenso uniforme de los apoyos.



De no quedar contraindicado por el sistema estático de la estructura, el descenso de la cimbra se comenzará por el centro del vano, y continuará hacia los extremos, siguiendo una ley triangular o parabólica.

3.10.3 Medición y abono

Los apeos y cimbras, se abonarán por metros cúbicos (m^3) medidos entre el paramento inferior de la obra y la proyección en planta de la misma, sin excederse de los límites de dicha obra.

Serán de abono exclusivamente para alturas de encofrado mayores de 4 metros.

En el caso de cimbras no convencionales, tales como carros de avance, vigas de lanzamiento, etc., la forma de medición y abono será la especificada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Se abonarán mediante aplicación de los precios: U130001.

3.11 **Obras de hormigón realizadas in situ**

3.11.1 Obras de hormigón en masa o armado

3.11.1.1 **Definiciones**

Se definen como obras de hormigón en masa las obras o partes de ellas cuyo material fundamental es el hormigón, sin armaduras, y las de hormigón que contienen armaduras de paramento cuya finalidad es exclusivamente la de reducir o anular la fisuración superficial.

Se definen como obras de hormigón armado aquéllas que se refuerzan con armaduras de acero que colaboran con el hormigón para resistir los esfuerzos.

No son objeto de este artículo:

- los hormigones y morteros especiales.
- los pavimentos de hormigón para carreteras.
- los tubos de hormigón en masa o armados.
- los elementos prefabricados de hormigón.

3.11.1.2 **Normativa**

Las obras de hormigón en masa o armado se regirán por las especificaciones contenidas en las siguientes Normas o Instrucciones, complementadas con las del presente Pliego:

- Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008".
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción del Cemento RC-16
- Pliego General de Condiciones para la Recepción de Conglomerantes Hidráulicas".



- Normas de la American Society for Testing and Materials (ASTM)".
- Normas del American Concrete Institute (ACI)".

3.11.1.3 Materiales

El hormigón empleado en la ejecución de obras de hormigón en masa o armado cumplirá las especificaciones de los siguientes Artículos:

- Hormigones.
- Áridos.
- Fabricación del hormigón en obra.

Los materiales para las armaduras en las obras de hormigón en masa o armado cumplirán las especificaciones establecidas en el Artículo:

- Artículo 3.17.1 "Armaduras para hormigón armado".

3.11.1.4 Ejecución

Se estará lo dispuesto en el Capítulo XIII de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.11.2 Ejecución de las obras de hormigón

3.11.2.1 Definiciones

Se define como ejecución de las obras de hormigón el conjunto de operaciones que es necesario realizar para poner en obra los materiales y construir, según las especificaciones del Proyecto, las obras de hormigón en masa, armado o pretensado.

En la interpretación de los términos contenidos en el capítulo de Obras de Hormigón se tendrán en cuenta las siguientes definiciones:

A/ En obras cuya construcción progresa verticalmente:

- Bloque. Parte de la obra de hormigón limitada por las juntas de contracción o de dilatación definidas en los Planos.
- Bloque parcial. Parte de un bloque que resulta de subdividirlo mediante juntas de construcción encofradas, definidas en los Planos o por el Director.
- Tongada. Parte de un bloque, o bloque parcial, de superficie superior sensiblemente horizontal y cuyo hormigonado debe ejecutarse sin interrupción.



- Capa. Rebanada horizontal que resulta de dividir una tongada por planos horizontales equidistantes y cuya compactación se ejecuta, en todo su espesor, antes de colocar la capa siguiente.

B/ En obras cuya construcción progresa longitudinalmente:

- Tramo o módulo. Parte de la obra de hormigón limitada por las juntas de contracción o de dilatación definidas en los Planos.
- Subtramo. Parte de un tramo que resulta de dividirlo mediante juntas de construcción encofradas, definidas en los Planos o por el Director.
- Elemento o unidad de hormigonado. Parte de un tramo o subtramo cuyo hormigonado debe realizarse sin interrupción.
- Capa. Ver punto A. C/ Juntas:
- Junta. Superficie de discontinuidad en las estructuras de hormigón. Unas juntas son definidas en los Planos del proyecto con el fin de evitar la fisuración del hormigón por efectos térmicos o mecánicos; otras vienen obligadas por condicionantes del planteamiento de ejecución de la estructura por elementos o partes de hormigonado ininterrumpido y, por último, otras son discontinuidades no previstas, debidas a las interrupciones o demoras no programadas que eventualmente pueden acontecer durante las operaciones de hormigonado.
- Las juntas de hormigonado no previstas en los planos se situarán en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas, con dicho fin, de las zonas en las que la armadura esté sometida a fuertes tracciones. Si el plano de una junta resulta mal orientado, se destruirá la parte de hormigón que sea necesario eliminar para dar a la superficie la dirección apropiada.

Procedimiento a seguir una vez ejecutada la junta:

Una vez ejecutada la junta y antes de reanudar el hormigonado se limpiará dicha junta de toda suciedad o árido que haya quedado suelto y se retirará la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto; para ello se podrá utilizar un chorro de arena o cepillo de alambre, según se encuentre el hormigón más o menos endurecido, pudiendo emplearse también, en este último caso, un chorro de agua y aire. Expresamente se prohíbe el empleo de productos corrosivos en la limpieza de juntas.

Realizada la operación de limpieza, se humedecerá la superficie de la junta, sin llegar a encharcarla, antes de verter el nuevo hormigón. Cuando el hormigón se transporte hasta el tajo en camiones hormigonera, no se podrá verter en la junta el primer hormigón que se extrae, debiendo apartarse éste para su uso posterior.

En cualquier caso, teniendo en cuenta lo anteriormente señalado, el Contratista propondrá a la Dirección de Obra, para su visto bueno o reparos, la disposición y forma de las juntas entre tongadas o de limitación de tajo que estime necesarias para la correcta ejecución de las diferentes obras y estructuras previstas, con suficiente antelación a la fecha en que se prevean realizar los trabajos, antelación que no será nunca inferior a quince días (15 d.).



No se admitirán suspensiones de hormigonado que corte longitudinalmente las vigas, adoptándose las precauciones necesarias, especialmente para asegurar la transmisión de estos esfuerzos, tales como dentado de la superficie de junta o disposición de armaduras inclinadas. Si por averías imprevisibles y no subsanables, o por causas de fuerza mayor, quedara interrumpido el hormigonado de una tongada, se dispondrá el hormigonado hasta entonces colocado de acuerdo con lo señalado en apartados anteriores.

Tipos de juntas:

- Juntas de contracción; Juntas definidas para evitar el desarrollo de fisuras incontroladas originadas por el efecto térmico de contracción del hormigón debido, principalmente, a la disipación del calor de hidratación del cemento y a la retracción de secado en la primera edad del hormigón; sirven también para absorber la contracción térmica causada por los eventuales descensos periódicos de la temperatura del macizo de hormigón. Se subdividen en:
 - Junta a tope
 - Junta abierta (con relleno posterior de hormigón).
 - Junta iniciada
- Juntas de dilatación; Juntas que conservan una cierta abertura para impedir el contacto de sus dos caras. La abertura inicial debe ser suficiente para absorber el aumento de dimensiones de los elementos de estructura que separa la junta, debidos a la dilatación térmica por elevación de temperatura. Generalmente, para conseguir la abertura de la junta se coloca una plancha de material polimérico espumado. En obras de hormigón armado se subdividen en:
 - Juntas de dilatación. Sin armadura pasante.
 - Juntas de dilatación. Con armadura pasante.
- Juntas de cimientado o de aislamiento mecánico; Juntas cuya finalidad es la de conseguir la separación entre partes continuas de una estructura de hormigón, por lo general, en un plano vertical con el fin de confinar los movimientos a la parte específica en la que éstos se originan, generalmente por asentamientos diferenciales del cimientado.
- Juntas de construcción; Juntas no necesariamente señaladas en los planos del Proyecto cuya definición es generalmente establecida en el Estudio de Ejecución de la obra, que son necesarias para la descomposición de una estructura, o parte de ella, en elementos monolíticos cuyo hormigonado debe ser ininterrumpido. Se subdividen en:
 - Juntas de construcción sin encofrado; superficies de unión entre tongadas consecutivas, horizontales o subhorizontales
 - Juntas de construcción encofradas; a su vez pueden ser:
 - ~ Previstas, en los Planos o Programas de construcción.
 - ~ Imprevistas, creadas cuando, por algún incidente imprevisto, se produce la interrupción del hormigonado, siendo necesario dejar la superficie terminal del hormigón en posición y forma correcta.

- Juntas de fraguado; se denominan también juntas frías. Son discontinuidades imprevistas por defectos de unión entre capas de vibración consecutivas dentro de una misma tongada o por el endurecimiento del hormigón antes de que haya sido compactado el de la carga superpuesta.

3.11.2.2 Normativa

En la ejecución de obras de hormigón se consideran de obligado cumplimiento la normativa vigente siguiente:

- Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008
- “Instrucción para la Fabricación y Suministro de Hormigón Preparado, EH-PRE-72”.
- “Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos, RC-16”.

3.11.2.3 Planos de Construcción

Las obras se ejecutarán con estricta sujeción a los Planos del Proyecto, a los planos complementarios entregados al Contratista por el Director y a los planos que, habiendo sido elaborados o presentados por el Contratista hubieran sido aprobados por el Director.

El contratista estará obligado a elaborar y someter a la aprobación del Director los siguientes planos:

- Planos de replanteo de la obra de hormigón, en los que figurarán todos los datos necesarios para definir la ubicación exacta y unívoca de cada elemento, incluyendo las coordenadas de los vértices de triangulación o bases de replanteo, señales niveladas, bases de triangulación, coordenadas de los puntos materializados que definen los ejes principales de las obras y los puntos o líneas de referencia que figuran en los planos de las obras a ejecutar.
- Planos de detalles constructivos no definidos en los Planos del Proyecto o en los complementarios.
- Planos de despiece de las armaduras de los elementos de hormigón armado y pretensado, con el detalle suficiente para poder efectuar el corte, doblado y colocación de las armaduras en los encofrados o moldes, cuando este despiece no figurase en los Planos de Proyecto ni en los complementarios.
- Planos de detalle necesarios para definir la situación y composición de aquellos elementos especiales que lo precisen, incluyendo plantas, alzados y secciones.
- Planos de plantas, perfiles transversales y longitudinales de la cimentación o apoyo de la obra, confeccionados a partir de los datos tomados en el terreno inmediatamente antes de iniciar el hormigonado. En estos planos se representará la situación en planta y en alzado de las singularidades geológicas existentes tales como diaclasas, fallas, estratos, resurgencias de agua y la naturaleza de la roca o del suelo de cimentación. Asimismo, se representarán los dispositivos de drenaje, inyección, auscultación y de otros tipos que hayan de quedar ocultos.
- En general, los planos de detalle necesarios para definir la situación y composición de aquellos elementos especiales que lo precisen, incluyendo plantas, alzados y secciones.



- Planos de situación y forma de las juntas de construcción que, habiendo sido aprobadas por el Director, definen geoméricamente las tongadas, tramos o elementos de hormigonado ininterrumpido. En estos Planos se definirá el tratamiento de las juntas de construcción encofradas y no encofradas
- Gráficos y planos de seguimiento de la obra en los que se indicarán los límites y las fechas de hormigonado previstas y las reales en las que fueron ejecutadas cada una de las tongadas, tramos o elementos hormigonados sin interrupción. También se representarán las juntas de construcción que, no habiendo sido programadas, hayan sido ejecutadas.

3.11.2.4 Estudio de Ejecución y Programa de Trabajos

3.11.2.4.1 Descomposición de la obra o estructura

Siguiendo las instrucciones del Director, y teniendo en cuenta las prescripciones de este Pliego, el Contratista elaborará y someterá a la aprobación del Director la descomposición de la obra o estructura en diversas partes de ejecución independiente y, cada una de ellas, en elementos o unidades cuyo hormigonado deba realizarse sin interrupciones que pudieran originar discontinuidades o juntas de fraguado. Se adjuntarán los planos indicados en el punto g) del artículo; además, se señalará en éstos la secuencia de hormigonado de las distintas partes y elementos de hormigonado ininterrumpido.

3.11.2.4.2 Contenido del estudio de ejecución.

El estudio de Ejecución deberá describir y justificar los suministros, métodos, medios auxiliares, materiales y equipos para la ejecución de la obra de hormigón de acuerdo con las prescripciones de este Pliego y según los Planos. Incluirá, al menos, las materias que se indican en los párrafos siguientes.

3.11.2.4.3 Procedencia y características de los materiales básicos.

Se describirá la procedencia y las características de los materiales básicos que directa o indirectamente hayan de ser incorporados a la obra definitiva: cemento, aditivos, productos de adición, materiales para las armaduras del hormigón armado y del pretensado, elementos y dispositivos para juntas, inyecciones, conductos interiores y demás elementos incorporados o anclados a la obra de hormigón.

3.11.2.4.4 Procedencia y preparación de los áridos.

En el Estudio se incluirán los estudios de investigación de canteras o depósitos naturales para la fabricación de los áridos del hormigón, los resultados de los análisis y ensayos efectuados, así como las



características reales de los áridos correspondientes a los de mínima calidad garantizada. Se incluirán los planos de las instalaciones auxiliares y la descripción de las máquinas con sus características técnicas y capacidades horarias efectivas y los esquemas del flujo de producción de áridos.

3.11.2.4.5 Fabricación del hormigón en obra.

Se estará lo dispuesto en el Artículo 71.3 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.11.2.4.6 Suministro de hormigón preparado por terceros.

En este caso, el Estudio especificará la procedencia y garantías de calidad que ofrece el suministrador. Se incluirá la Pauta de control que el Contratista efectuará en la planta de fabricación del hormigón, en el transporte y a la llegada a obra. El Director podrá prohibir taxativamente el suministro de hormigones preparados por terceros, así como los fabricados fuera del ámbito de la obra.

3.11.2.4.7 Armaduras.

Se indicará la procedencia de los materiales para la elaboración de las armaduras de todo tipo y de sus accesorios. Se describirán los medios auxiliares y los métodos para la elaboración, transporte y colocación de las armaduras. Asimismo, se incluirán cuantos detalles de ejecución y control de calidad considere oportuno el Director, especialmente en relación con las uniones por manguito y por soldadura.

3.11.2.4.8 Encofrados, moldes, cimbras y apeos.

Se describirán los procedimientos de ejecución, la procedencia de los encofrados y los sistemas de colocación y manipulación. Se incluirán los planos y cálculos justificativos de los encofrados, moldes, apeos y cimbras.

3.11.2.4.9 Transporte, colocación, curado y acabado del hormigón.

Se describirán los medios de transporte, colocación y curado del hormigón con inclusión de planos, características técnicas y capacidades horarias. Se incluirá la justificación suficiente que asegure el cumplimiento de lo establecido en los artículos al de este Pliego, teniendo en cuenta la preparación y colocación de todos los dispositivos incorporados en la obra de hormigón según lo preceptuado en el artículo de este Pliego.



3.11.2.4.10 Precauciones y medidas para el hormigonado en condiciones climáticas desfavorables.

Se describirán y justificarán las precauciones y medidas que se prevea aplicar en los casos de hormigonado en condiciones climáticas desfavorables. (Ver el artículo 3.14.12 de este Pliego).

3.11.2.4.11 Sistema conjunto de las actividades de la ejecución.

El Estudio de Ejecución prestará especial atención al sistema formado por el conjunto de actividades que inciden o constituyen la ejecución de la obra: suministros, fabricaciones, replanteos, ejecución de trabajos in situ y controles de producción, instalaciones o equipos que deben quedar incorporados a la obra definitiva. Se justificarán la compatibilidad en tiempo y espacio de todas las actividades del sistema y se estudiarán e indicarán expresamente las posibles alternativas en los casos de interferencia, colisión o retraso de las actividades que determinen los caminos críticos de la programación.

3.11.2.4.12 Programa de trabajos.

El Contratista, en base al Estudio de Ejecución y a la descomposición de la obra indicada en el anterior apartado, elaborará un Programa de Trabajos. El Programa deberá tener las holguras necesarias para absorber los retrasos que pudieran surgir por causas no previstas, pero sí previsibles.

El Programa de Trabajos se describirá en un documento, se esquematizará en diagramas de Gantt (de barras) y se elaborarán las programaciones por el método CPM, PERT u otro análogo.

El Programa de Trabajos, con sus diagramas anejos, será sometido a la aprobación del Director.

3.11.2.4.13 Plan de hormigonado.

El Contratista elaborará un Plan de hormigonado en consonancia con el Programa de Trabajos y con el Estudio de Ejecución, que consistirá en planos o gráficos en los que figuren todas las tongadas o elementos de hormigonado de cada uno de los bloques, bloques parciales, tramos y subtramos en que se haya descompuesto la obra; en dichos planos o gráficos se indicará expresamente la fecha de colocación del hormigón.

El Plan de hormigonado se actualizará, por lo menos, una vez por trimestre y siempre que lo ordene el Director, pero, como máximo, mensualmente.

El Contratista estará obligado al seguimiento del Plan, reseñando en los planos o gráfico, la fecha real de hormigonado de cada tongada o elemento. Esta información será entregada al Director semanalmente por escrito, mensualmente con planos o gráficos y, si lo ordenase el Director, mediante partes diarios escritos o telefónicos.



3.11.2.5 Ejecución

Se estará lo dispuesto en el CAPÍTULO XIII de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.11.2.6 Tolerancias de Ejecución

Se estará lo dispuesto en el ANEJO XI de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.11.2.7 Control de Calidad

Se estará lo dispuesto en los CAPÍTULOS XIV, XV, XVI y XVII de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.11.3 Preparación del cimientado. Hormigón de limpieza

3.11.3.1 Definiciones

Preparación del cimientado. Se define como preparación del cimientado o apoyo el conjunto de operaciones que deben realizarse una vez terminada y refinada la excavación para el apoyo o cimientado de la obra de hormigón, antes de iniciar el hormigonado de ésta. Se realizará según lo indicado en el apartado siguiente del presente artículo.

Hormigón de limpieza. Se define como hormigón de limpieza la capa de hormigón colocada directamente sobre la superficie de apoyo, una vez preparada ésta, para proteger del fondo de la excavación de la meteorización y/o para facilitar la limpieza del tajo antes de proceder al hormigonado de la obra, así como para delimitar geométricamente el fondo de los cimientados de la estructura.

El hormigón de limpieza se ejecutará exclusivamente en las zonas señaladas en los Planos o por el Director. En el resto de las cimentaciones la fábrica se apoyará directamente sobre el terreno convenientemente preparado.

El espesor del hormigón de limpieza estará comprendido entre cinco (5) y diez centímetros (10 cm). En el caso de que el fondo de la excavación sea de material rocoso el hormigón de limpieza recubrirá las puntas de roca con un espesor mínimo de cinco centímetros (5 cm).

Las cotas de enrase del hormigón de limpieza serán, en todo caso, las previstas en los Planos. El perfil superior tendrá una terminación adecuada a la continuación de la obra.



3.11.3.2 Preparación de la Superficie de Apoyo

3.11.3.2.1 Apoyo en roca.

En el caso de cimentaciones en medios rocosos la preparación de la superficie de apoyo deberá proporcionar una adecuada unión entre el terreno y el hormigón. Comprenderá las siguientes operaciones:

- Creación de rugosidad en las superficies de roca excesivamente lisas y resbaladizas mediante picado o raspado con cepillo metálico.
- Remoción de materiales sueltos en los hoyos, grietas, fisuras y otras depresiones naturales.
- Saneamiento de zonas singulares de material mucho más blando que el de la formación rocosa tales como fallas, diques alterados y diaclasas importantes. La remoción de estos materiales blandos o sueltos alcanzará una profundidad mínima igual al doble del ancho del accidente geológico.
- Rellenado con hormigón de las depresiones y accidentes vaciados, citados en apartados anteriores, cuando, siendo su menor dimensión en planta superior a diez centímetros (10 cm), su profundidad supere los veinte centímetros (20 cm), salvo orden diferente del Director. Este relleno se enrasará con los bordes de la zona vaciada.
- Taponamiento, en la forma y lugar que indique el Director, con hormigón reforzado con barras de acero corrugado recibidas en taladros inclinados cuarenta y cinco grados (45 °), perforados a ambos lados de la falla o dique vaciado y dobladas sobre el hueco a rellenar de hormigón, como armaduras de éste.
- Captación y conducción con tubos al exterior de la planta de cimentación de las aguas que afloran en la excavación de cimientos.
- Limpieza de la superficie de apoyo con chorro de agua y aire comprimido de manera que el material de relleno de las diaclasas sea removido en profundidad y que toda la superficie de la roca quede exenta de materias extrañas y perfectamente limpia. También se eliminarán los restos de inyecciones, si los hubiere. La presión del aire y agua de lavado se graduará según la dureza de la roca con el fin de que la operación sea eficaz, pero sin producir socavaciones excesivas. En algunos casos de rocas muy blandas y arcillosas la limpieza se deberá efectuar en seco por procedimientos mecánicos o manuales y, finalmente, con chorro de aire, sin agua.
- Al iniciar el hormigonado la roca estará saturada de agua; se eliminarán los charcos con aire comprimido u otro procedimiento de modo que, en el momento de colocar el hormigón, la superficie de apoyo esté completamente limpia, sin agua, pero sí húmeda.

3.11.3.2.2 Apoyo en suelos.

En el caso de cimentaciones en suelos la preparación de la superficie de apoyo deberá proporcionar la conveniente uniformidad de la deformabilidad del medio de forma que no se produzcan asentamientos.

diferenciales perjudiciales para la estructura de hormigón, que presente la suficiente capacidad portante y para que se preserve la calidad del apoyo hasta la colocación del hormigón.

Comprenderá las siguientes operaciones:

- Eliminación de puntos duros tales como bolos, fragmentos de roca y otros materiales rígidos en superficie o tan próximos a ella que pudieran ocasionar asientos diferenciales o producir grietas en el hormigón de la estructura. Los huecos originados por la extracción de estos materiales duros serán rellenados con suelos de la propia excavación compactados mecánicamente.
- Rasanteado, según los Planos de la superficie de apoyo, por excavación del material sobrante y relleno compactado adicional.
- Compactación superficial del suelo en el fondo de la excavación del cimiento.
- Protección superficial para evitar la degradación del apoyo. Se podrá realizar por alguno de estos métodos:
 - Por la ejecución inmediata de la capa de hormigón de limpieza
 - Aplicación de un riego bituminoso
 - Cubrición provisional con una lámina o una película de material polimérico

Antes de proceder a las operaciones de preparación del apoyo la excavación deberá estar en seco, captadas y evacuadas las aguas que afloren en la zona de excavación de cimientos.

3.11.3.2.3 Apoyo sobre obras existentes: rellenos, hormigones y otras fábricas.

Deberá evitarse el apoyo sobre materiales cuya deformabilidad sea muy diferente de la del terreno original circundante, con objeto de evitar asientos diferenciales incontrolados. En estos casos deberá removerse la totalidad de las obras existentes en la zona que vaya a ocupar la obra de hormigón.

Cuando sea admisible el apoyo sobre obras de rellenos o fábricas existentes, la preparación de la superficie de apoyo comprenderá las siguientes operaciones:

- Remoción de los elementos más rígidos que el material del conjunto tales como bolos, rocas sueltas, lentejones duros; se rebajará la excavación de cimientos hasta encontrar una zona uniforme que presente condiciones de resistencia y deformabilidad homogéneas y suficientes.
- Remoción de bolsas y lentejones de material más compresible que el que constituye la mayor parte del apoyo.
- Relleno de los huecos originados en las operaciones anteriores con material natural compactado, si se tratase de cimentaciones sobre rellenos existentes, o con hormigón, en el caso de apoyo sobre obras de fábrica existentes.
- Impermeabilización superficial de los apoyos de material que presente huecos, con el fin de evitar las fugas de la lechada de cemento del hormigón estructural. Esta colmatación de huecos podrá realizarse con gunitado de hormigón o de mortero proyectado, o bien mediante la aplicación de una capa de mortero de consistencia seca que se introduzca en los huecos y deje un espesor mínimo de recubrimiento del orden de tres centímetros (3 cm).



- Limpieza final de la superficie del apoyo removiendo todas las materias sueltas y las extrañas.
- Todas las operaciones de preparación se ejecutarán manteniendo en seco toda la superficie de apoyo.

3.11.3.2.4 Toma de datos.

Se tomarán perfiles transversales del terreno de apoyo tal como haya quedado definitivamente, con indicación de las singularidades geométricas finales.

En todas las excavaciones se describirá el material encontrado en el fondo de las mismas y se comprobará que coincide sensiblemente con el terreno previsto. Se levantarán croquis acotados de las singularidades geológicas del terreno tales como fallas, diaclasas importantes con su abertura y naturaleza del relleno, orientación y buzamiento.

Se verificarán las cotas de nivel y las medidas en planta de la superficie de apoyo, de acuerdo con los Planos de cimentación y las órdenes del Director.

Se comprobará, mediante nivelación topográfica, que la superficie del hormigón de limpieza queda a la cota especificada en el Proyecto como cara inferior del hormigón estructural.

En caso de superficies de apoyo de gran extensión se colocará un punto de nivelación cada veinticinco metros cuadrados (25 m²).

3.11.3.3 Hormigón de Limpieza.

El espesor de la capa de hormigón de limpieza sobre apoyo de suelos o rellenos existentes será uniforme e igual a la definida en los Planos. Sobre apoyo rocoso se definirá por el espesor mínimo sobre las partes más salientes.

La dosificación será, como mínimo, de ciento cincuenta kilogramos (150 Kg.) de cemento por metro cúbico (m³) de hormigón, manteniendo el resto de los componentes en las cantidades previstas para el resto del hormigón y conservando su consistencia. El tamaño máximo del árido no será superior a cuarenta milímetros (40 mm).

La resistencia a compresión del hormigón a veintiocho (28) días será superior a 15 Mpa (153 Kp /cm²), salvo prescripción diferente por parte del Director.

En el caso de apoyo en roca, una vez realizada la limpieza que se indica en el artículo, se procederá al relleno con mortero y hormigón de las grietas y oquedades de modo que éstas queden llenas en su totalidad.



3.11.3.4 Dispositivos de Drenaje

Cuando esté especificado en el Proyecto o el Director lo estime necesario, se ejecutará un sistema de drenaje del terreno de cimentación. Este sistema será el indicado en los Planos o, en su caso, por el Director.

La ejecución de los dispositivos de drenaje será de acuerdo con lo especificado en los artículos correspondientes de este Pliego.

3.11.3.5 Control de Calidad

Sobre el hormigón de limpieza se realizarán los controles generales especificados en los artículos de Control de Calidad en obras de hormigón de este Pliego.

El resto de las actividades que comprende este artículo se controlarán mediante inspección en las que se comprobará el cumplimiento de las especificaciones de este Pliego.

3.11.4 Hormigón en apoyo de tubería

Si la pendiente del colector es inferior al 1%, o el colector es de diámetro superior a 1 metro, o el suelo presente en el fondo de la excavación no es adecuado para la realización de cunas de material granular, se realizarán cunas de hormigón en masa o armado para asiento de las tuberías rígidas, salvo indicación contraria del P.P.T.P. o de los planos del Proyecto.

El hormigón de las cunas será tipo HM-20 o HA-25, salvo definición en contra en el Proyecto.

La cuantía de las armaduras y las dimensiones de las cunas estarán especificadas en los Planos y/o Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Para la instalación y alineamiento de la tubería en planta y alzado se recomienda montar la tubería sobre bloques prefabricados de hormigón de las mismas características que el resto de la cuna de hormigón con la forma y superficie adecuada para no dañar a la tubería y al hormigón de limpieza o a la losa base de hormigón. En la superficie de contacto entre apoyos y el fuste de la tubería se intercalará una tela asfáltica o un material compresible de análogas características.

Una vez en posición la tubería se proseguirá el hormigonado hasta las cotas de proyecto.

La cuna de hormigón deberá tener una anchura mínima igual al diámetro exterior de la tubería más 20 cm.

Si se ejecuta la excavación en roca con explosivos, la cuna de hormigón deberá apoyar sobre una capa de arena de 10 cm. para evitar la transmisión de vibraciones.

En las cunas de hormigón se deberán prever juntas de las características indicadas en los planos, en cada unión de las tuberías y, en cualquier caso, la distancia entre juntas no será superior a 7,5 m.



En la clase A se distinguen tres tipos según la armadura prevista:

- $A_s = 0,00$
- $A_s = 0,4\%$
- $A_s = 1,00\%$

Esta armadura se situará a cinco (5) centímetros de la generatriz inferior de la tubería y su calidad será B-500-S.

3.11.5 Hormigón en masa o armado en soleras

Las soleras se verterán sobre encachados los cuales deberán tener el perfil teórico indicado, con tolerancias no mayores de un centímetro (1 cm.) o sobre una capa de diez centímetros (10 cm.) de hormigón HM-15 de regularización y sus juntas serán las que se expresan en los planos.

Las armaduras se colocarán antes de verter el hormigón sujetando la parrilla superior con los suficientes soportes metálicos para que no sufra deformación y la parrilla inferior tendrá los separadores convenientes para guardar los recubrimientos indicados en los planos.

El hormigón se vibrará por medio de vibradores ya sean de aguja o con reglas vibrantes.

La superficie se enrasará por medio de reglas metálicas, corridas sobre rastreles también metálicos perfectamente nivelados con las cotas del proyecto. El acabado será el definido en los planos o P.P.T.P.

Las tolerancias de la superficie acabada no deberán ser superior a cinco milímetros (5 mm) cuando se comprueba por medio de reglas de tres metros (3 m) de longitud en cualquier dirección y la máxima tolerancia absoluta de la superficie de la solera en toda su extensión no será superior a un centímetro (1 cm).

3.11.6 Hormigón armado en estructuras

3.11.6.1 **Muros de Contención**

El hormigonado en muros de contención y estructuras análogas se realizará de forma continua entre las juntas de dilatación, retracción y construcción señaladas en los planos.

Con aprobación del Director de Obra, se podrán establecer juntas de hormigonado siguiendo las condiciones recogidas en el párrafo del punto 3.14.3.

3.11.6.2 **Vigas, Pilares, Zapatas y Placas**

Estas estructuras se hormigonarán de forma continua entre las juntas de dilatación, retracción y construcción fijadas en los Planos.



Sólo podrán establecerse juntas de construcción en lugares diferentes a los señalados en los Planos si lo autoriza la Dirección de Obra y siempre de acuerdo con lo indicado en el punto 3.14.3.

No se comenzará el hormigonado mientras la Dirección de Obra no dé su aprobación a las armaduras y encofrados.

3.11.6.3 Tolerancias

- Desviación de la vertical en muros o ejes de pilares: $\pm 1/1000$ de altura
- Desviación máxima de la superficie plana medida con regla de tres metros: 5 mm.
- Desviación máxima en la posición del eje de un pilar respecto del teórico: 20 mm.
- Variación del canto en vigas, pilares, placas y muros: ± 10 mm
- Variación en dimensiones totales de estructura: $\pm 1/1000$ de la dimensión

3.11.7 Transporte y colocación del hormigón

3.11.7.1 Definiciones

Se define el transporte del hormigón como el conjunto de operaciones que tiene por objeto hacer llegar al hormigón desde la salida de las hormigoneras hasta el punto de colocación, sin experimentar variaciones sensibles de las características que posea recién amasado; es decir, sin presentar disgregación, intrusión de cuerpos extraños, cambios apreciables en el contenido de agua, etc. Especialmente se cuidará de que las masas no lleguen a secarse tanto que impida o dificulte su adecuada puesta en obra y compactación, mediante la utilización de los medios auxiliares necesarios.

Se define la colocación del hormigón como el conjunto de operaciones de puesta en obra del mismo, desde que abandona la última fase del transporte, hasta que finaliza la compactación. Esta operación incluye las fases de vertido, extendido y compactación.

Será de aplicación lo estipulado en el artículo correspondiente de este Pliego.

3.11.7.2 Clasificación

De acuerdo con el procedimiento mediante el cual se haga llegar el hormigón al punto de colocación, el transporte puede ser clasificado en:

- Transporte continuo.
- Transporte discontinuo.
- Transporte mixto.



El transporte continuo se realiza de modo que el suministro del hormigón al punto de colocación se produce, sin interrupción, por flujo uniforme del hormigón fresco. Los medios más usuales para ese tipo de transporte son las bombas de hormigón y las cintas transportadoras.

El alcance de las bombas de hormigón suele oscilar entre cien (100) y trescientos metros (300 m), en horizontal, y de treinta (30) a cien metros (100 m) en vertical, dependiendo, en cualquier caso, del diámetro de la tubería, que estará en consonancia con el tipo y tamaño máximo del árido utilizado y del trazado de la tubería. La capacidad nominal de los equipos oscila entre diez (10) y cincuenta metros cúbicos por hora (50 m³/hora). El hormigón transportable con bomba debe tener una consistencia blanda o fluida.

El procedimiento de cinta transportadora está indicado para hormigones de consistencia seca, debiendo disponer dispositivos adecuados en los puntos de trasbordo para evitar la segregación.

El transporte discontinuo se realiza de manera intermitente mediante unidades de transporte individuales: cubos, cubas volquete, camiones hormigonera, etc.

El sistema de transporte mixto consiste en la combinación de procesos continuos y discontinuos. En muchos casos será precisa la disposición de silos-tolva de regulación con dispositivo de agitación.

3.11.7.3 Transporte

Se estará lo dispuesto en el artículo 71.4.1 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.11.7.4 Colocación del Hormigón

Se estará lo dispuesto en el artículo 71.5 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

Como norma general, no deberá transcurrir más de una hora (1 h.) entre la fabricación del hormigón y su puesta en obra y compactación. Podrá modificarse este plazo si se emplean conglomerados o aditivos especiales, pudiéndose aumentar, además, cuando se adopten las medidas necesarias para impedir la evaporación del agua o cuando concurren favorables condiciones de humedad y temperatura. En ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a dos metros y medio (2,5 m.) quedando prohibido el arrojarlo con la pala a gran distancia, distribuirlo con rastrillos, hacerlo avanzar más de un metro (1 m.) dentro de los encofrados, o colocarlos en capas o tongadas cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

Tampoco se permitirá el empleo de canaletas y trompas para el transporte y vertido del hormigón, salvo que la Dirección de Obra lo autorice expresamente en casos particulares.



La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante procedimientos adecuados a la consistencia de las mezclas y de manera tal que se eliminen los huecos y se obtenga un perfecto cerrado de la masa, sin que llegue a producirse segregación.

El proceso de compactación deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie y deje de salir aire.

Cuando se utilicen vibradores de superficie el espesor de la capa después de compactada no será mayor de 20 centímetros.

La utilización de vibradores de molde o encofrado deberá ser objeto de estudio, de forma que la vibración se transmita a través del encofrado sea la adecuada para producir una correcta compactación, evitando la formación de huecos y capas de menor resistencia.

El revibrado del hormigón deberá ser objeto de aprobación por parte de la Dirección de Obra.

3.11.7.5 Control de Calidad.

Se estará lo dispuesto en los capítulos XIV, XV, XVI y XVII de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.11.8 Recubrimiento del hormigón

El recubrimiento de hormigón es la distancia entre la superficie exterior de la armadura (incluyendo cercos y estribos) y la superficie del hormigón más cercana.

Se define como recubrimiento mínimo de una armadura pasiva aquel que debe cumplirse en cualquier punto de la misma. Para garantizar estos valores mínimos, se prescribirá en el proyecto un valor nominal del recubrimiento r_{nom} , definido como:

donde:

r_{nom} Recubrimiento nominal $r_{mín}$ Recubrimiento mínimo

$$r_{nom} = r_{mín} + \Delta r$$

Δr Margen de recubrimiento, en función del nivel de control de ejecución, y cuyo valor será:

0 mm en elementos prefabricados con control intenso de ejecución

5 mm en el caso de elementos ejecutados in situ con nivel intenso de control de ejecución 10 mm en el resto de los casos

El recubrimiento nominal es el valor que debe reflejarse en los planos, y que servirá para definir los separadores. El recubrimiento mínimo es el valor que se debe garantizar en cualquier punto del elemento y que es objeto de control, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 95º de la EHE 08.

En los casos particulares de atmósfera fuertemente agresiva o especiales riesgos de incendio, los recubrimientos indicados en el presente Artículo deberán ser aumentados.

Tabla 37.2.4.1.a
Recubrimientos mínimos (mm) para las clases generales
de exposición I y II

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [N/mm ²]	Vida útil de proyecto (t_g), (años)	
			50	100
I	Cualquiera	$f_{ck} \geq 25$	15	25
II a	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	15	25
		$f_{ck} \geq 40$	10	20
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
II b	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	25	35
		$f_{ck} \geq 40$	20	30

Tabla 37.2.4.1.b

Recubrimiento mínimo (mm) para las clases generales de exposición III y IV

Hormigón	Cemento	Vida útil de proyecto (t_p) (años)	Clase general de exposición			
			IIIa	IIIb	IIIc	IV
Armado	CEM III/A, CEM III/B, CEM IV, CEM II/B-S, B-P, B-V, A-D u hormigón con adición de microsilice superior al 6% o de cenizas volantes superior al 20%	50	25	30	35	35
		100	30	35	40	40
	Resto de cementos utilizables	50	45	40	*	*
		100	65	*	*	*
Pretensado	CEM II/A-D o bien con adición de humo de sílice superior al 6%	50	30	35	40	40
		100	35	40	45	45
	Resto de cementos utilizables, según el Artículo 26°	50	65	45	*	*
		100	*	*	*	*

* Estas situaciones obligarían a unos recubrimientos excesivos, desaconsejables desde el punto de vista de la ejecución del elemento. En estos casos, se recomienda comprobar el Estado Límite de Durabilidad según lo indicado en el Anejo nº 9, a partir de las características del hormigón prescrito en el Pliego de prescripciones técnicas del proyecto.

Los recubrimientos deberán garantizarse mediante la disposición de los correspondientes elementos separadores colocados en obra.

Estos calzos o separadores deberán disponerse de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 69.8.2

Disposición de separadores

Elemento		Distancia máxima
Elementos superficiales horizontales (losas, forjados, zapatas y losas de cimentación, etc.)	Emparrillado inferior	$50 \varnothing \leq 100 \text{ cm}$
	Emparrillado superior	$50 \varnothing \leq 50 \text{ cm}$
Muros	Cada emparrillado	$50 \varnothing \text{ ó } 50 \text{ cm}$
	Separación entre emparrillados	100 cm
Vigas ¹⁾		100 cm
Soportes ¹⁾		$100 \varnothing \leq 200 \text{ cm}$

¹⁾ Se dispondrán, al menos, tres planos de separadores por vano, en el caso de las vigas, y por tramo, en el caso de los soportes, acoplados a los cercos o estribos.

$\varnothing$ Diámetro de la armadura a la que se acople el separador.



Los separadores deberán estar constituidos por materiales resistentes a la alcalinidad del hormigón, y no inducir corrosión de las armaduras. Deben ser al menos tan impermeables al agua como el hormigón, y ser resistentes a los ataques químicos a que se puede ver sometido este.

Independientemente de que sean provisionales o definitivos, deberán ser de hormigón, mortero, plástico rígido o material similar y haber sido específicamente diseñados para este fin.

Si los separadores son de hormigón, éste deberá ser, en cuanto a resistencia, permeabilidad, higroscopicidad, dilatación térmica, etc., de una calidad comparable a la del utilizado en la construcción de la pieza. Análogamente, si son de mortero, su calidad deberá ser semejante a la del mortero contenido en el hormigón de la obra.

Cuando se utilicen separadores constituidos con material que no contenga cemento, aquellos deberán, para asegurar su buen enlace con el hormigón de la pieza, presentar orificios cuya sección total sea al menos equivalente al 25% de la superficie total del separador.

Se prohíbe el empleo de madera, así como el de cualquier material residual de construcción, aunque sea ladrillo u hormigón. En el caso de que puedan quedar vistos, se prohíbe asimismo el empleo de materiales metálicos. En cualquier caso, los materiales componentes de los separadores no deberán tener amianto.

3.11.9 Hormigonado en condiciones climáticas desfavorables

3.11.9.1 Definición

Se define como hormigonado en condiciones climáticas desfavorables la puesta en obra y el curado del hormigón en ambiente adverso para la obtención de propiedades finales exigidas.

3.11.9.2 Clasificación

Se distinguen los tres casos siguientes:

- Hormigonado en tiempo frío.
- Hormigonado en tiempo caluroso.
- Hormigonado en tiempo lluvioso.

3.11.9.3 Hormigonado en Tiempo Frío

Se estará lo dispuesto en el Artículo 71.5.3.1 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.



La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde encofrado, no será inferior a 5°C. Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados. En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados.

En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento de hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.

En el caso de que se produzca algún tipo de daño, deberán realizarse los ensayos de información (véase Artículo 86º) necesarios para estimar la resistencia realmente alcanzada, adoptándose, en su caso, las medidas oportunas.

El empleo de aditivos aceleradores de fraguado o aceleradores de endurecimiento o, en general, de cualquier producto anticongelante específico para el hormigón, requerirá una autorización expresa, en cada caso, de la Dirección de Obra. Nunca podrán utilizarse productos susceptibles de atacar a las armaduras, en especial los que contienen ion cloro.

3.11.9.4 Hormigonado en Tiempo Caluroso

Se estará lo dispuesto en el Artículo 71.5.3.2 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón y para reducir la temperatura de la masa. Estas medidas deberán acentuarse para hormigones de resistencias altas. Para ello los materiales constituyentes del hormigón y los encofrados o moldes destinados a recibirlo deberán estar protegidos del soleamiento.

Una vez efectuada la colocación del hormigón se protegerá éste del sol y especialmente del viento, para evitar que se deseeque.

Si la temperatura ambiente es superior a 40°C o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten medidas especiales.

3.11.9.5 Hormigonado en Tiempo Lluvioso.

Se suspenderá el hormigón en caso de producirse lluvias intensas que deslaven el hormigón fresco.



En tiempo lluvioso se evitará el aumento de la cantidad de agua aportado al hormigón fresco, protegiéndolo adecuadamente durante el transporte, vertido y compactación, hasta que alcance un grado suficiente de endurecimiento.

Se evitará la acumulación de agua en los tajos. Excepcionalmente, cuando el Director lo estime imprescindible, se permitirá el hormigonado sobre pequeñas acumulaciones de agua de pequeña profundidad tomando las precauciones que aquél determine, tales como el aumento de la dosificación de cemento, proceso y orden de vertido, posible descabezado superficial o eliminación de las zonas de hormigón deslavadas por el contacto con el agua.

3.11.9.6 Control de Calidad

3.11.9.6.1 Generalidades.

Se estará lo dispuesto en los Capítulos XIV, XV, XVI y XVII de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.11.9.6.2 Control de producción.

El Contratista redactará y someterá a la aprobación del Director una Pauta de Control de producción que, obligatoriamente, deberá efectuar para el hormigonado en condiciones climáticas desfavorables.

El Contratista llevará un control estricto de temperaturas máximas y mínimas durante la ejecución del hormigonado mediante la colocación y consiguiente lectura y registro de los termómetros necesarios en función de las características de la obra y la situación de los puntos de colocación del hormigón. En obras importantes se instalarán termómetros registradores.

Durante la ejecución del hormigonado, en el lapso de tiempo que duren las condiciones climáticas desfavorables, se controlará la realización de todas las operaciones previstas en el correspondiente Plan de Hormigonado que el Contratista deberá someter a la consideración del Director y de todas las especificaciones fijadas en este Pliego y ordenadas por el Director.

Los materiales especialmente empleados para el hormigonado en condiciones climáticas desfavorables se controlarán de acuerdo con el articulado de este Pliego, exigiendo, en todo caso, los Certificados de Origen y Garantía de los Fabricantes.

3.11.9.6.3 Control de recepción.

Se estará lo dispuesto en el Artículo 79.3 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.



El Director establecerá las condiciones de aceptación o rechazo de los materiales y de la ejecución de las protecciones sobre los puntos señalados anteriormente para el control de la producción.

3.11.10 Curado del hormigón

3.11.10.1 Definición

Se define como curado del hormigón el conjunto de operaciones necesarias para asegurar que el fraguado y el primer endurecimiento del hormigón colocado se produzcan en las adecuadas condiciones, y así evitar el menoscabo de las características finales del hormigón por causas ambientales.

Los objetivos del curado son el mantenimiento en toda la masa del hormigón colocado y especialmente en las partes superficiales de:

- La humedad necesaria para garantizar la completa hidratación de las partículas de cemento.
- La temperatura, entre los límites convenientes, para garantizar el correcto proceso ininterrumpido del fraguado y endurecimiento del hormigón.

No son objeto de este artículo los procedimientos de curado acelerado por temperatura o vapor que se emplean en la ejecución de piezas prefabricadas de hormigón.

Las medidas de protección para el hormigonado en condiciones climáticas desfavorables no son objeto de este artículo, aunque contribuyan al correcto proceso de fraguado y endurecimiento del hormigón.

Durante el primer período de endurecimiento, se someterá el hormigón a un proceso de curado, que se prolongará a lo largo de un plazo, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas.

Como término medio, resulta conveniente prolongar el proceso de curado durante siete días, debiendo aumentarse este plazo cuando se utilicen cementos de endurecimiento lento o en ambientes secos y calurosos. Cuando las superficies de las piezas hayan de estar en contacto con aguas o filtraciones salinas, alcalinas o sulfatadas, es conveniente aumentar el citado plazo de siete días en un 50% por lo menos.

3.11.10.2 Clasificación

3.11.10.2.1 Humectación del hormigón.

Por humectación del hormigón se designan todos los procesos de curado que, con distintos medios auxiliares, se basan en el riego o inundación con agua.



3.11.10.2.2 Chorro de agua.

El curado se realiza manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón, mediante riego directo con manguera, de forma que no produzca deslavado.

3.11.10.2.3 Aspersión.

El riego se efectúa por medio de aspersores o difusores de agua.

3.11.10.2.4 Curado al vapor.

En este procedimiento de endurecimiento acelerado el curado se realiza calentando el hormigón en una atmósfera saturada al vapor de agua y a la presión ordinaria. Este procedimiento de curado no podrá iniciarse hasta que no haya transcurrido el período de prefragado.

3.11.10.2.5 Protección de las superficies.

Para mantener constantemente la humedad, en el caso de riego intermitente, las superficies se cubrirán, una vez que el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente para que no se vea perjudicada la terminación superficial, con un material poroso, susceptible de empaparse y que retenga el agua por capilaridad, dificultando su evaporación, pero facilitando la acumulación del agua. Los sistemas de protección pueden ser los que a continuación se indican.

3.11.10.2.6 Simple protección.

Se podrán utilizar como materiales de protección de las superficies alguno de los siguientes: tela de arpillera, lona, esteras de fibra de coco o de yute, paja o algodón sueltas o en esteras, o arena.

3.11.10.2.7 Lámina impermeable.

El curado también podrá realizarse cubriendo la superficie con láminas impermeables, una vez que el hormigón vaya alcanzando la resistencia suficiente para que no se vea perjudicada la terminación superficial. Por lo general se emplearán láminas impermeables de polímeros, películas o láminas delgadas, que cumplirán lo especificado en los artículos correspondientes de este Pliego.



3.11.10.2.8 Recintos cerrados con ambiente artificial.

Este método consiste en la creación de recintos cerrados que cubren la superficie del hormigón por alguno de los procedimientos descritos, como simple protección. En su interior se colocan elementos que modifican y controlan las condiciones de temperatura y humedad del ambiente (estufas, acondicionadores de aire, humidificadores, etc.), manteniéndolas dentro de los límites adecuados.

3.11.10.2.9 Curado por higroscopicidad.

Se define como higroscopicidad la propiedad que tienen algunas sustancias de absorber la humedad del aire. Este procedimiento de curado consiste en esparcir sales higroscópicas, bien pulverizadas, sobre la superficie tratada y en cantidad suficiente para mantenerla húmeda. Las sustancias a emplear podrán ser: cloruro cálcico ($\text{Cl}_2 \text{ Ca}$), silicato sódico ($\text{SiO}_4 \text{ Na}_2$) o hipoclorito cálcico ($\text{Cl}_2 \text{ O Ca}$). Este método de curado solamente será aplicable previa autorización expresa del Director, pero en ningún caso, en obras de hormigón armado o pretensado.

3.11.10.2.10 Productos filmógenos de curado.

Se define como productos filmógenos de curado los que forman una película impermeable sobre el hormigón. Se aplican sobre superficies horizontales e inclinadas de hormigón con objeto de retardar la evaporación del agua durante su primer período de endurecimiento y reducir, al mismo tiempo, la elevación de temperatura en el hormigón expuesto a los rayos solares. Los productos comprendidos bajo esta definición son aptos para ser usados como medio de curado del hormigón y pueden ser también utilizados para posterior curado del hormigón después del desencofrado o de un curado húmedo inicial.

3.11.10.3 Ejecución

Se estará lo dispuesto en el Artículo 71.6 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.11.10.4 Control de calidad

Será de aplicación lo establecido en el Artículo correspondiente de este Pliego.

Se comprobará el cumplimiento de las especificaciones relativas a los materiales utilizados en el proceso de curado.



Se realizarán las inspecciones necesarias para determinar la correcta realización del proceso de curado de acuerdo con lo que indique el Director.

En los casos de curado en recintos cerrados con ambiente artificial, curado por calor, curado al vapor, etc., se realizarán, salvo indicación contraria del Director, los ensayos previos que permitan definir el ciclo térmico más adecuado para la dosificación de hormigón proyectada.

3.11.11 Control de calidad de las obras de hormigón

3.11.11.1 Definiciones

Control de calidad: conjunto de actividades que se desarrollan antes, durante y después de la ejecución de una obra para verificar si ésta alcanza el nivel de calidad exigido en el Proyecto.

El control de la calidad del hormigón se realizará de acuerdo con lo indicado en los Capítulos XIV, XV, XVI y XVII de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 08, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.11.11.1.1 Control de producción.

Control de calidad que el Contratista o el fabricante, en su caso, realiza para asegurarse de que el producto final alcanza el nivel de calidad que ha sido establecido en el Contrato mediante prescripciones técnicas fijadas en los Pliegos.

El control de producción del hormigón se realizará siguiendo los preceptos establecidos en los artículos del párrafo anterior según lo dispuesto en la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.11.11.1.2 Control de recepción.

Control de calidad realizado por la Administración bien sea directamente o por medio de terceros para determinar si los materiales, los procesos de ejecución de las unidades de obras o las obras terminadas cumplen las condiciones de calidad establecidas en el Contrato.

3.11.11.2 Control de la Recepción

El Contratista estará obligado a definir y desarrollar un sistema de seguimiento de acuerdo a la EHE 08, que permita comprobar la conformidad de la ejecución. Para ello, elaborará un plan de autocontrol que incluya todas las actividades y procesos de la obra e incorpore, contemplando las particularidades de la



misma, el programa previsto para su ejecución y que deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa antes del inicio de los trabajos.

El Control de recepción se realizará sobre los mismos aspectos que el control de producción, de acuerdo con lo establecido en el Pliego en cuanto a intensidad, frecuencia y selección de los puntos o materias de control que este documento indique o, en su defecto, según el criterio del Director.

El sistema de seguimiento definido por el contratista y redactado de acuerdo con el plan de control definido en el proyecto, deberá contemplar como mínimo los siguientes aspectos:

- la identificación de productos y procesos objeto de control, definiendo los correspondientes lotes de control y unidades de inspección, describiendo para cada caso las comprobaciones a realizar y los criterios a seguir en el caso de no conformidad;
- la previsión de medios materiales y humanos destinados al control con identificación, en su caso, de las actividades a subcontratar;
- la programación del control, en función del procedimiento de autocontrol del Constructor y el plan de obra previsto para la ejecución por el mismo;
- la designación de la persona encargada de las tomas de muestras;
- el sistema de documentación del control que se empleará durante la obra.

Los resultados de todas las comprobaciones realizadas en el autocontrol deberán registrarse en un soporte, físico o electrónico, que deberá estar a disposición de la Dirección Facultativa. Cada registro deberá estar firmado por la persona física que haya sido designada por el Constructor para el autocontrol de cada actividad.

Durante la obra, el Constructor deberá mantener a disposición de la Dirección Facultativa un registro permanentemente actualizado, donde se reflejen las designaciones de las personas responsables de efectuar en cada momento el autocontrol relativo a cada proceso de ejecución. Una vez finalizada la obra, dicho registro se incorporará a la documentación final de la misma.

Además, en función del nivel de control de la ejecución, el Constructor definirá un sistema de gestión de los acopios suficiente para conseguir la trazabilidad requerida de los productos y elementos que se colocan en la obra.

Los criterios de aceptación o rechazo serán los indicados en este Pliego complementados o modificados por el Director.

En caso de disparidad de resultados del control de recepción y el de producción, sobre los ensayos, pruebas o inspecciones realizados para un determinado material o unidad de obra, sea ésta por los valores numéricos o por los criterios de estimación, organización de lotes, etc., prevalecerá lo que a juicio del Director resulte más fiable, atendiendo a las condiciones de ejecución de los ensayos, representatividad de las muestras e importancia de la parte de obra afectada.

En tal caso, el Contratista podrá proponer al Director la realización de uno o más ensayos contradictorios sobre los aspectos en los que se haya presentado la disparidad, siempre que ello fuera posible por



disponibilidad de muestra u otras circunstancias y aconsejable por la trascendencia de la decisión que el Director hubiera de tomar al respecto sobre el material o parte de la obra afectada.

La realización de estos ensayos contradictorios se confiará a un laboratorio o entidad independiente del ámbito de la obra, propuesto por el Contratista y que sea aceptado por el Director.

Se recomienda en estos casos la redacción previa de un documento sobre los puntos o resultados en los que se basa la disparidad, las características de la muestra o unidad que se somete al nuevo ensayo, la norma o procedimiento por el que ha de realizarse éste, incluyendo los criterios de interpretación de los resultados y la forma de abono de los gastos derivados de todas estas actividades.

3.11.12 Control de los materiales en obras de hormigón

3.11.12.1 Definición

Se define como control de los materiales en obras de hormigón el control de la calidad de los materiales constitutivos o incorporados al hormigón de la obra definitiva.

El control se ejercerá sobre los materiales siguientes:

- Cemento.
- Aditivos.
- Productos de adición.
- Agua de amasado.
- Áridos.
- Armaduras y sus accesorios.
- Piezas incorporadas o ancladas al hormigón.
- Bandas de estanqueidad de juntas.
- Masillas e imprimaciones para juntas.
- Apoyos.
- Juntas de tablero.
- Resinas sintéticas.
- Fibras de refuerzo del hormigón.
- Productos de material polimérico.
- Materiales especiales.
- Hormigones y morteros.

Será de aplicación lo establecido en el artículo correspondiente de este Pliego.

El Contratista estará obligado a realizar el control de los materiales anteriormente indicados como parte integrante del control de producción, tanto en lo referente a la recepción de los materiales como a su posterior almacenamiento y manipulación, hasta su empleo en obra.



3.11.12.2 Control de los Componentes del Hormigón 3.14.15.2.1 Control del cemento.

Se estará a lo dispuesto en el Artículo 85.1 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.11.12.2.1 Control de los aditivos y de los productos de adición.

Se estará a lo dispuesto en los Artículos 85.3 y 85.4 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.11.12.2.2 Control de agua de amasado.

Se estará a lo dispuesto en el Artículo 85.5 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.11.12.2.3 Control de los áridos.

Se estará a lo dispuesto en el Artículo 85.2 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.11.12.3 Control del Hormigón

El control de producción del hormigón será efectuado por el Contratista según la Pauta aprobada, la cual deberá contener los siguientes puntos:

Control de fabricación del hormigón, según lo especificado en el apartado específico del artículo correspondiente de este Pliego, para los hormigones fabricados en obra, y en el apartado correspondiente de este Pliego, para los hormigones suministrados.

Control del tamaño máximo. Será de aplicación lo establecido en el Artículo 85.2 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

Salvo en el caso al que se refiere el párrafo siguiente, los áridos deberán disponer del marcado CE con un sistema de evaluación de la conformidad 2+, por lo que su idoneidad se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al citado marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y en el artículo 28º de la EHE 08.



En el caso de áridos de autoconsumo, el Constructor o, en su caso, el Suministrador de hormigón o de los elementos prefabricados, deberá aportar un certificado de ensayo, con antigüedad inferior a tres meses, realizado por un laboratorio de control según el apartado 78.2.2.1 de la EHE 08 que demuestre la conformidad del árido respecto a las especificaciones contempladas en el proyecto y en el artículo 28º de la EHE 08, con un nivel de garantía estadística equivalente que el exigido para los áridos con marcado CE en la norma UNE EN 12620.

Control de la resistencia. Será de aplicación lo establecido en el Artículo 86.5. de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

Control de otras características. Se realizará según lo establecido en el Artículo de Hormigones, cuando lo exija el Pliego.

Control de la consistencia del hormigón fresco. Será de aplicación lo establecido en el Artículo 86.5 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.11.12.4 Regularidad del Hormigón

La calificación de regularidad del hormigón de un determinado tipo o clase, obtenida a lo largo de un período de tiempo o en una unidad de obra determinada, se hará de acuerdo con lo expuesto en el artículo correspondiente de la EHE, a partir de la desviación típica de la resistencia del hormigón.

Cuando el número de resultados sea inferior a veinte (20), la desviación típica se estimará, según la norma UNE 66006.

3.11.13 Control de la ejecución de las obras de hormigón

3.11.13.1 Definición

Se define como control de la ejecución de las obras de hormigón el conjunto de actividades que se desarrollan con el fin de comprobar que la realización de las distintas unidades que componen la obra de hormigón se efectúa correctamente, y de acuerdo con las prescripciones establecidas en este Pliego.

El control de la ejecución comprenderá los siguientes puntos:

- Control de los replanteos.
- Control de las operaciones previas al hormigonado:
 - Preparación del apoyo.
 - Encofrados, apeos y cimbras.
 - Armaduras.
 - Otros elementos incorporados.



- Control del hormigonado:
 - Fabricación del hormigón.
 - Transporte, colocación y curado.
 - Desencofrado y descimbrado.
 - Acabado de paramentos.
- Control térmico del hormigón:
 - Ambiente.
 - Hormigón fresco.
 - Hormigón endurecido.
- Control geométrico.

Los puntos anteriores serán objeto tanto del control de producción, que obligatoriamente debe realizar el Contratista, como del control de recepción, que corresponde a la Dirección.

Será de aplicación lo establecido en el Artículo correspondiente de este Pliego.

3.11.13.2 Pautas del Control de Producción

El Contratista someterá a la aprobación del Director las pautas de control de producción que se propone llevar a cabo en cada uno de los puntos indicados en el anterior apartado. Estas pautas deberán cumplir las prescripciones de este Pliego y las que, en su caso, estableciera el Director.

Las Pautas de Control se redactarán de acuerdo con lo indicado en el apartado específico del Artículo correspondiente de este Pliego, siendo de aplicación lo establecido en dicho artículo.

3.11.13.3 Control de los Replanteos

El Contratista comprobará la correcta posición de las superficies finales, encofrados y dispositivos siguientes:

- Excavación de la cimentación y preparación de la superficie de apoyo.
- Encofrados de iniciación.
- Encofrados de tongadas sucesivas, o tramos.
- Encofrados o moldes de partes singulares: ranuras, cajetines, conductos interiores.
- Armaduras.
- Elementos y piezas incorporadas: bandas de estanqueidad, conductos para inyecciones, piezas fijas de equipos hidromecánicos y otros, etc.
- Sensores de auscultación.
- Otros dispositivos especiales.



3.11.13.4 Control de las Operaciones Previas al Hormigonado

El Contratista comprobará las operaciones y el estado final inmediatamente anterior a la colocación del hormigón de:

- La preparación del apoyo y hormigón de limpieza.
- Encofrados, cimbras y apeos.
- Armaduras y otras piezas incorporadas al hormigón.

Antes de iniciar las operaciones de fabricación y colocación del hormigón el Contratista comprobará lo siguiente:

- Disponibilidad de los componentes del hormigón de calidad adecuada y en cantidad suficiente para garantizar el hormigonado completo de los tajos de hormigonado ininterrumpido previstos para la jornada.
- El buen estado de las instalaciones auxiliares y equipos de maquinaria que vayan a emplearse.
- Las condiciones climatológicas previsibles durante el hormigonado y curado, con el fin de tomar, en su caso, las medidas establecidas para los casos de hormigonado en condiciones climáticas desfavorables.

3.11.13.5 Control de Hormigonado

El control de producción del hormigonado abarcará los siguientes aspectos:

- Fabricación del hormigón.
- Transporte y colocación del hormigón.
- Curado del hormigón.
- Descimbrado y desencofrado.
- Acabado de paramentos.

3.11.13.6 Control Térmico del Hormigón

Bajo el epígrafe de control térmico del hormigón se incluye lo siguiente:

- El control de las condiciones climáticas, temperatura, humedad, velocidad del viento y lluvia, se efectuará por el Contratista con el fin de poder adoptar, en su momento y con la previa autorización del Director, las medidas previstas para el hormigonado en condiciones climáticas desfavorables.
- El control de la temperatura del hormigón fresco.
- El control de los tratamientos térmicos de los componentes del hormigón, en su caso.
- El control de la adición de hielo en el hormigón, en su caso.



- El control de la temperatura del hormigón endurecido y, en su caso, del enfriamiento artificial del hormigón colocado.

3.11.13.7 Control Geométrico

El control geométrico consiste en la verificación de la forma y dimensiones de las obras y sus diferentes partes, y en su caso, las desviaciones respecto a las definidas en los Planos.

Se comprobará que las desviaciones no exceden de las tolerancias indicadas en el artículo correspondiente de este Pliego o de las especificadas, en su caso, por el Director.

3.11.14 Acabados superficiales de las obras de hormigón

3.11.14.1 Superficies Encofradas

- Acabado clase E-1 (HORMIGON OCULTO)
 - Esta clase de acabado es de aplicación, en general, a aquellos paramentos que quedarán ocultos debido a rellenos de tierras, cubrición con agua o tratamientos superficiales posteriores, o bien porque así se especifique en los Planos o P.P.T.P.
 - Los encofrados estarán formados por tabloncillos cerrados, paneles metálicos o cualquier otro tipo de material adecuado para evitar la pérdida de la lechada cuando el hormigón es vibrado dentro del encofrado.
 - La superficie estará exenta de huecos, coqueras u otras deficiencias importantes.
 - En algunos elementos con esta clase de acabado podría permitirse el uso de latiguillos.
- Acabado clase E-2 (HORMIGON VISTO)
 - Esta clase de acabado es de aplicación a aquellos paramentos que estarán generalmente a la vista, pero en los que no se exigirá un acabado de alta calidad. Los encofrados estarán formados por tabloncillos de madera cepillada y canteada, de anchuras uniformes y dispuestas de forma que las juntas entre ellos queden en prolongación tanto en sentido vertical como horizontal. La Dirección de Obra podrá ordenar la reparación o sustitución de los elementos que forman el encofrado cuantas veces lo considere oportuno. Alternativamente se podrán utilizar paneles contrachapeados, fenólicos o metálicos. Los elementos de atado se dispondrán con un reparto regular y uniforme. Salvo especificación en contra las juntas de hormigonado serán horizontales y verticales, quedando marcadas mediante la colocación de berenjenos en el encofrado y su posterior retirada. Estos no serán objeto de abono por separado.
 - La superficie del hormigón estará exenta de huecos, coqueras y otros defectos, de forma que no sea necesario proceder a un relleno de los mismos. No se admitirán reboses de lechada en la superficie, manchas de óxido ni ningún otro tipo de suciedad. Las rebabas, variaciones de

color y otros defectos serán reparados según un procedimiento aprobado por la Dirección de Obra, siendo todas las operaciones de cuenta del Contratista.

- Acabado clase E-3 (HORMIGON VISTO ARQUITECTONICO)
 - Esta clase de acabado es de aplicación en paramentos vistos en los que se quiera conseguir un aspecto especialmente cuidado.
 - Para conseguir esto se utilizarán encofrados de madera machihembrada o paneles contrachapeados, de gran tamaño. Así mismo, se podrán utilizar encofrados con un diseño especial si el proyecto lo especifica. Las juntas entre los tableros y el hormigonado serán verticales y horizontales salvo que se disponga lo contrario.
 - Se dispondrán haciéndolas coincidir con elementos arquitectónicos, dinteles, cambios de dirección, de la superficie, etc. No se permite el uso de tablonos sin forro ni paneles metálicos ordinarios.
 - Las juntas se ejecutarán mediante la colocación en el encofrado de berenjenos, y su posterior retirada. Así mismo se podrán disponer berenjenos, según un modelo definido en los planos o por la Dirección de Obra. En ningún caso estos elementos serán objeto de abono por separado.
 - La superficie de hormigón será suave, sin marcas de los tableros, huecos, coqueras y otros defectos. El color de los paramentos acabados será uniforme en toda la superficie. No son admisibles las fugas de lechada, manchas de óxido ni ningún otro tipo de suciedad. Las rebabas deberán ser cuidadosamente eliminadas.

3.11.14.2 Superficies No Encofradas

- Acabado clase S-1 (RASTRELADO)
 - El hormigón será nivelado y rastrelado uniformemente para producir una superficie plana que pueda ser estriada cuando se pretenda aumentar la rugosidad.
- Acabado clase S-2 (FRATASADO CON LLANA DE MADERA)
 - Sobre un acabado de clase S-1 se repasa la superficie presionando suavemente con llana de madera de forma que se obtenga una superficie exenta de las marcas del rastrelado.
 - Salvo indicación expresa en contra de los planos del proyecto, del P.P.T.P. o de la Dirección de Obra el acabado de las superficies no encofradas será del tipo S-2.
- Acabado clase S-3 (FRATASADO CON LLANA METALICA)
 - Sobre una superficie de clase S-2 cuando la humedad superficial del hormigón ha desaparecido y éste ha endurecido lo suficiente para evitar que la lechada ascienda a la superficie, se alisará esta con llana metálica bajo presión firme o mecánicamente, de forma que se obtenga una superficie dura, lisa y uniforme exenta de las marcas de la llana. Este tipo de acabado es el indicado para tratamientos antideslizantes, ruleteado, etc., así como para todas aquellas superficies en las que se deba cuidar el aspecto.

3.11.14.3 Tratamientos Superficiales del Hormigón

- Tratamientos antideslizantes
 - Consiste en rociar la superficie del hormigón con polvo de cuarzo, corindón u otro producto similar una vez que aquel ha iniciado el fraguado. Cuando se quiere conseguir una buena terminación se adoptará un acabado tipo Clase S-3.
 - Salvo especificación en el P.P.T.P., la Dirección de Obra decidirá el color final de la superficie, así como otros detalles de ejecución que estime oportunos.
- Tratamientos antipolvo
 - En aquellos recintos en los que se prevea la posibilidad de formación de polvo debido al desgaste superficial de las soleras del hormigón, se pintarán éstas con productos. En cualquier caso, el tratamiento será sometido a la aprobación de la Dirección de Obra.
 - Se aplicarán sobre superficies con acabado S-2 o S-3.
- Tratamientos antiácidos
 - En aquellos elementos de hormigón que puedan estar en contacto con productos de carácter ácido, aunque sea en concentraciones bajas, se protegerá el hormigón con productos a base de resina epoxi, según se indica en el artículo correspondiente del presente Pliego. En cualquier caso, el tratamiento deberá ser sometido a la aprobación de la Dirección de Obra.
 - Este tratamiento se aplicará sobre superficies con acabado clase S-2 o S-3.
- Tratamientos mecánicos de las superficies de hormigón
 - Estos tratamientos comprenden aquellas operaciones que alteran la superficie del hormigón por medios mecánicos como el abujardado, chorreado con arena, picado con martillina, etc., con la intención de obtener elementos ornamentales o con un acabado especialmente cuidado.
 - La Dirección de Obra ordenará las pruebas que estime necesarias hasta alcanzar el grado de acabado que estime adecuado para el elemento objeto del tratamiento.
- Albañilería
 - Los planos del Proyecto definirán las superficies que tendrán un tratamiento posterior de albañilería y las características de la misma.
 - Salvo modificación expresa en el P.P.T.P. se cumplirán las especificaciones del artículo 3.19. del presente Pliego, así como las instrucciones que emita la Dirección de Obra.

3.11.15 Medición y abono

La medición de los hormigones en general que tendrá lugar por metros cúbicos (m³), se calculará exactamente por procedimientos geométricos, tomando como datos las dimensiones que figuran en los planos junto con las modificaciones que hubiera podido autorizar la Dirección de Obra durante la



construcción y comprobado en la obra ejecutada. Se abonará según sección teórica reflejada en planos, no admitiéndose ningún exceso de medición sobre dichas secciones, salvo aprobación expresa y por escrito de la D.O. Se abonarán mediante aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios.

Los diferentes Artículos relacionados con la ejecución de las obras de hormigón en masa o armado definen las unidades de obras que serán de abono directo.

Las operaciones y materiales que, siendo necesarios para la ejecución de las unidades de obra, no figurasen explícitamente en el Pliego o en los Cuadros de Precios, no serán de abono directo; y se entenderá que su coste está incluido en los precios unitarios o en las partidas alzadas de abono íntegro establecidas en dichos documentos.

En los precios unitarios del hormigón de limpieza de la obra a cimentar estarán incluidos todos los gastos de las operaciones de preparación y limpieza de la superficie de apoyo o cimiento, definidos en el presente artículo; por tanto, no serán objeto de abono directo.

En los precios de las distintas clases de hormigón quedará incluido:

- El estudio y la obtención de la fórmula de trabajo para cada tipo de hormigón, así como los materiales necesarios para dicho estudio; el cemento, árido, agua y aditivos necesarios para la fabricación y aprobados por la Dirección de Obra.
- La fabricación (incluyendo los materiales el cemento, árido, agua y aditivos), dosificación, amasado, transporte, puesta en obra del hormigón con la fórmula de trabajo obtenida (incluidos separadores armadura-encofrados) y compactación del hormigón; la ejecución y tratamiento de las juntas; la protección del hormigón fresco, el curado y los productos de curado; el acabado y la realización de la textura superficial; y cuantos materiales, maquinaria y mano de obra sean necesarios para la correcta, rápida y segura ejecución de las unidades de obra objeto de éste Artículo.

Los gastos derivados de los controles de materiales, las comprobaciones y controles de la ejecución para el correcto mantenimiento de las condiciones relativas a las operaciones de fabricación del hormigón, dosificación, amasado y puesta en obra, no serán objeto de abono directo; sus costes estarán incluidos en los precios unitarios del hormigón colocado en obra.

El contratista no tendrá derecho al abono de cantidad alguna por la definición y desarrollo del sistema de seguimiento del control de calidad de la ejecución de la obra, por encontrarse dicho abono repercutido dentro de los precios del hormigón utilizado en la obra.

Será de abono un suplemento por metro cúbico (m^3) en aquellos hormigones en cuya fabricación sea necesario emplear cemento sulforresistente para garantizar su durabilidad según las clases de exposición definidas en la EHE.

La capa de asiento, o de unión entre tongadas, se abonará al mismo precio por metro cúbico (m^3) que el hormigón colocado sobre ella.



Los acabados superficiales de paramentos encofrados vienen determinados por la calidad de éste. En consecuencia, los materiales y elementos que se deben emplear y todas las operaciones necesarias para cumplir las especificaciones definidas para cada clase, forma parte de la unidad correspondiente de encofrado y están incluidos en el precio de aquél, no siendo objeto de abono por separado ninguno de los conceptos.

El acabado superficial de los hormigones sin encofrado de clases S-1 y S-2 se considera incluido en la unidad de obra del hormigón correspondiente en todos los casos.

Las operaciones necesarias para obtener el acabado de clase S-3 pueden estar incluidas en los precios de la unidad de hormigón correspondiente, si así lo indica el texto y la justificación del precio de aquella, o bien abonarse por metro cuadrado de suplemento para ejecución del acabado especificado.

Salvo que el P.P.T.P. lo establezca de otra forma se abonarán los tratamientos superficiales, incluidos en el presente artículo, por metro cuadrado realmente ejecutado, a los precios que para ellos se definan en el Cuadro de Precios nº1 del Proyecto.

La imprimación epoxi para unión del hormigón fresco al endurecido, cuando sea precisa, se abonará por separado al precio correspondiente incluido dentro del cuadro de precios nº1 del proyecto.

Los volúmenes de hormigón originados por exceso de excavación no serán de abono excepto si hubieran sido previamente autorizados por la Dirección de Obra o si corresponden a desprendimientos, no imputables al Contratista. En este último caso el hormigón empleado en su relleno se abonaría al precio correspondiente.

En el caso de que se requiera para la colocación del hormigón un equipo de bombeo, este será de abono como suplemento por metro cúbico (m³) de bombeo de hormigón y al precio correspondiente incluido dentro del cuadro de precios nº1 del proyecto.

Las precauciones y medidas para realizar el hormigonado en condiciones climáticas desfavorables, referidas en este Artículo, no serán objeto de abono directo, sino que su coste estará incluido en los precios unitarios del hormigón.

Los precios a emplear serán: U140001, U140002, U140004, U140004N, U140005, U140006, U140007.

3.12 Aceros y fundición

3.12.1 Armaduras a emplear en obras de hormigón

3.12.1.1 Barras aisladas

Se definen como armaduras a emplear en hormigón armado al conjunto de barras de acero que se colocan en el interior de la masa de hormigón para ayudar a éste a resistir los esfuerzos a que está sometido.



3.12.1.1.1 Formas y dimensiones

Se cumplirá lo dispuesto en el Artículo 32.1 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 08 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.12.1.1.2 Colocación

Se cumplirá lo dispuesto en el Artículo 69 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 08, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de toda suciedad, grasa y óxido no adherente. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de los planos, y se fijarán entre sí mediante las oportunas sujeciones manteniéndose mediante piezas adecuadas la distancia al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de las armaduras durante el vertido y compactación del hormigón y permitiendo a éste envolverlas sin dejar coqueras.

Estas precauciones deberán extremarse con los cercos de los soportes y armaduras del trasdós de placas, losas o voladizos, para evitar su descenso.

Las armaduras pasivas se doblarán previamente a su colocación en los encofrados y ajustándose a los planos e instrucciones del proyecto. Esta operación se realizará a temperatura ambiente, mediante dobladoras mecánicas, con velocidad constante, y con la ayuda de mandriles, de modo que la curvatura sea constante en toda la zona.

Excepcionalmente, en el caso de barras parcialmente hormigonadas, podrá admitirse el doblado en obra por procedimientos manuales.

No se admitirá el enderezamiento de codos, incluidos los de suministro, salvo cuando esta operación pueda realizarse sin daño, inmediato o futuro, para la barra correspondiente.

Asimismo, no debe doblarse un número elevado de barras en una misma sección de la pieza, con objeto de no crear una concentración de tensiones en el hormigón que pudiera llegar a ser peligrosa.

Si resultase imprescindible realizar desdoblados en obra, como por ejemplo en el caso de algunas armaduras en espera, éstos se realizarán de acuerdo con procesos o criterios de ejecución contrastados, debiéndose comprobar que no se han producido fisuras o fracturas en las mismas. En caso contrario, se procederá a la sustitución de los elementos dañados. Si la operación de desdoblado se realizase en caliente, deberán adoptarse las medidas adecuadas para no dañar el hormigón con las altas temperaturas.

El diámetro mínimo de doblado de una barra ha de ser tal que evite compresiones excesivas y hundimiento del hormigón en la zona de curvatura de la barra, debiendo evitarse fracturas en la misma originadas por dicha curvatura. Para ello, salvo indicación en contrario del proyecto, se realizará con mandriles de diámetro no inferior a los indicados en la tabla 69.3.4. de la EHE 08.



Los empalmes y solapes serán los indicados en los Planos, o en caso contrario se dispondrán de acuerdo con lo prescrito en la Instrucción EHE.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado, el Contratista deberá obtener de la Dirección de Obra, la aprobación de las armaduras colocadas.

3.12.1.1.3 Medición y Abono

Las armaduras de acero empleadas en hormigón armado se abonarán por su peso en kilogramos (kg), aplicando para cada tipo de acero los precios unitarios correspondientes a las longitudes deducidas en los planos, con inclusión de los solapes y anclajes previstos en el proyecto.

No serán de abono las longitudes de anclajes y solapes que sean necesarios como consecuencia de las modificaciones introducidas por el Contratista en el procedimiento constructivo, salvo que previamente hayan sido aprobadas por la Dirección de Obra.

En los precios unitarios estarán incluidos tanto el acero como los materiales auxiliares y mano de obra necesarios para la elaboración, colocación, apoyo y fijación de las armaduras.

El abono de las mermas y despuntes se considerará incluido en el kilogramo (kg) de armadura.

3.12.1.2 Mallas electrosoldadas

3.12.1.2.1 Definición

Se define como mallas electrosoldadas a los paneles rectangulares formados por barras lisas de acero trefilado, soldadas a máquina entre sí, y dispuestas a distancias regulares.

3.12.1.2.2 Colocación

Las mallas electrosoldadas se colocarán limpias, exentas de toda suciedad, grasa y óxido no adherente. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de los Planos y se fijarán entre sí mediante las oportunas sujeciones, manteniéndose mediante piezas adecuadas la distancia al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de las armaduras durante el vertido y compactación del hormigón permitiendo a éste envolverlas sin dejar coqueras.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado el Contratista deberá obtener de la Dirección de la Obra, la aprobación de las mallas electrosoldadas colocadas.



3.12.1.2.3 Medición y Abono

Las mallas electrosoldadas se abonarán por su peso en kilogramos (kg) deducido de los Planos con inclusión de los solapes.

El abonado de las mermas y despuntes se considerará incluido en el kilogramo (kg) de malla.

3.12.1.2.4 Tolerancias

Las desviaciones permisibles (definidas como los límites aceptados para las diferencias entre dimensiones especificadas en proyecto y dimensiones reales en obra) en el corte y colocación de las armaduras, serán las siguientes:

- Longitud en corte L:
 - Si $L \leq 6$ metros: + 20 mm.
 - Si $L > 6$ metros: + 30 mm.
- Doblado, dimensiones de forma L:
 - Si $L \leq 0,5$ metros: + 10 mm.
 - Si $0,5 \text{ m} < L < 1,50$ metros: + 15 mm.
 - Si $L \geq 1,50$ metros: + 20 mm.
- Recubrimiento:
 - Desviaciones en menos: 5 mm.
 - Desviaciones en más, siendo h el canto total del elemento:
 - ~ Si $h \leq 0,50$ metros: 10 mm.
 - ~ Si $0,50 \text{ m} < h < 1,50$ metros: 15 mm.
 - ~ Si $h \geq 1,50$ metros: 20 mm.
- Distancia entre superficies de barras paralelas consecutivas, L:
 - Si $L \leq 0,50$ metros: + 5 mm.
 - Si $0,050 \text{ m} < L < 0,20$ metros: + 10 mm.
 - Si $0,20 \text{ m} \leq L < 0,40$ metros: + 20 mm.
 - Si $L \geq 0,40$ metros: + 30 mm.
- Desviación en el sentido del canto o del ancho del elemento de cualquier punto del eje de la armadura, siendo L el canto total o el ancho total del elemento en cada caso:
 - Si $L \leq 0,25$ metros: + 10 mm.
 - Si $0,25 \text{ m} < L < 0,50$ metros: + 15 mm.



- Si $0,50 \text{ m} \leq L < 1,50 \text{ metros}$: + 20 mm.
- Si $L \geq 1,50 \text{ metros}$: + 30 mm.

3.12.1.2.5 Control de calidad

Se cumplirá lo dispuesto en el Artículos del 87 al 89 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 08, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

3.12.2 Estructura de acero

3.12.2.1 Definición

Se define como estructura de acero los elementos o conjuntos de elementos de acero que forman la parte resistente y sustentante de una construcción.

Las obras consistirán en la ejecución de las estructuras de acero, y de las partes de acero correspondientes a las estructuras mixtas de acero y hormigón.

En este Artículo se han fijado las condiciones en las que se deberán desarrollar los trabajos de fabricación, inspección, transporte y montaje de las estructuras metálicas de la obra.

No es aplicable este Artículo a las armaduras de las obras de hormigón, ni a las estructuras o elementos contruidos con perfiles ligeros de chapa plegada.

3.12.2.2 Materiales, Forma y Dimensiones

A menos que se indique lo contrario en planos o en Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el acero utilizado en las estructuras será de calidad como mínimo de S 275 JR.

La forma y dimensiones de la estructura serán las definidas en los Planos y/o Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, no permitiéndose al Contratista modificaciones de los mismos sin la previa autorización del Director de las Obras.

Se usarán preferentemente perfiles laminados frente a perfiles armados con chapas, que se utilizarán exclusivamente cuando las series comerciales de perfiles laminados resulten insuficientes.

Las series de perfiles laminados que se permitirá utilizar son las siguientes, también se indica entre paréntesis los perfiles mínimos a utilizar de cada serie:

- IPN, para perfiles menores preferentemente (IPN-120)
- IPE (IPE-160)
- UPN (UPN-100)



- HEB (HEB-100)
- Angulares (L50x5)
- Tubos cuadrados y rectangulares ($B \geq 50$ y $e \geq 3$)

Las chapas utilizadas para cartelas y realización de uniones tendrán un espesor mínimo de 6 milímetros.

Los perfiles usados para monorraíles en los que el elemento de elevación está suspendido del ala inferior del perfil, se usarán preferentemente los correspondientes a la serie IPN.

Los perfiles que soporten losas de hormigón tendrán al menos 65 milímetros de ancho de ala.

Se deberá evitar el uso de perfiles cerrados, o bien, disposiciones de los mismos que impidan su correcta inspección y mantenimiento.

3.12.2.3 Condiciones generales de Fabricación

3.12.2.3.1 Planos de taller

Para la ejecución de toda la estructura metálica, el Contratista, basándose en los Planos de Proyecto, realizará los Planos de Taller para fabricación y montaje, precisos para definir completamente todos los elementos de aquélla.

El Contratista comprobará en Obra las cotas de replanteo de la estructura para la realización de los Planos de Taller.

Los Planos de Taller contendrán en forma completa:

- Las dimensiones necesarias para definir inequívocamente todos los elementos de la estructura.
- Las contraflechas de vigas, cuando estén previstas.
- La disposición de las uniones, incluso las provisionales de armado, distinguiendo las dos clases: de fuerza y atado.
- El diámetro de los agujeros de tornillos, con indicación de la forma de mecanizado.
- Las clases y diámetros de tornillos, indicando expresamente para cada uno los diámetros y sus longitudes, así como un recuento global de los tornillos contenidos en cada plano.
- La forma y dimensiones de las uniones soldadas, la preparación de los bordes, el procedimiento, métodos y posiciones de soldeo, los materiales de aportación a utilizar y el orden de ejecución.
- Las indicaciones sobre mecanizado o tratamiento de los elementos que lo precisen.
- Método usado en la preparación de superficies.
- Imprimación usada.
- Procedimientos especiales de montaje o arriostramientos
- Provisionales.



- Todo plano de taller llevará indicados los perfiles, las clases de los aceros, los pesos, las marcas de cada uno de los elementos de la estructura representados en él, y si la pieza va o no ignifugada.
- Lista de materiales.

La Dirección de Obra podrá exigir al Contratista que aporte un modelo informático en 3D para facilitar la preparación de los planos de taller.

El Contratista antes de comenzar la ejecución en taller presentará dos (2) copias de los Planos de Taller al Director de Obra, para someterlo a su aprobación. En el caso de que se produzca una aprobación con comentarios, el Contratista deberá volver a enviar nuevas copias de los Planos corregidos donde se hayan comentado.

Si el proyecto se modifica durante la ejecución de los trabajos, los Planos de Taller se rectificarán para que la Obra terminada quede exactamente definida por estos planos.

Si durante la ejecución fuese necesario introducir modificaciones de detalle respecto a lo definido en los Planos de Taller, se harán con la aprobación de la Dirección de Obra y se anotará en los Planos de Proyecto todo lo que se modifique.

En ambos casos el Contratista ha de mandar dos (2) copias de los Planos de Proyecto con las modificaciones introducidas y también en formato digital.

3.12.2.3.2 Restricciones en la fabricación

Cuando por estar la estructura sometida a acciones sísmicas en las que se prevean deformaciones plásticas, o cuando se den condiciones de fatiga de material, se evitará cualquier actuación que produzca endurecimiento del material, tal como:

- Corte con llama de gas
- Marcado fuerte
- Enlaces con soldaduras temporales
- Reparación de superficie mediante soldadura

El corte mediante cizalla sólo se permite para chapas de espesor inferior a 15 milímetros.

Los agujeros se realizarán siempre mediante taladro, no aceptándose la utilización de punzón.

3.12.2.3.3 Preparación del material

Previamente a cualquier proceso de fabricación de las piezas se procederá a una serie de acciones precisas que se citan a continuación:



- Eliminar todos los defectos de laminación que no hayan sido causa de rechazo por su pequeña importancia.
- Suprimir las marcas de laminación en relieve en aquellas zonas que deban entrar en contacto con otras piezas (por ejemplo: en uniones).
- Eliminar las impurezas que lleve adheridas.
- Enderezado de perfiles o planeado de chapas.

3.12.2.3.4 Operaciones de enderezado y conformación de elementos

Las operaciones de enderezado de perfiles, y la de planeado de chapas se realizará preferentemente en frío, mediante prensa o máquina de rodillos.

Las operaciones de plegado o curvado se realizarán preferentemente en frío. No se permitirá que aparezcan en el elemento manipulado abolladuras ni grietas. Si el plegado es muy acusado se recomienda el recocido posterior de la pieza.

El estampado y la embutición de chapas se realizarán utilizando dispositivos que permitan la operación de una sola vez. La conformación podrá realizarse en frío cuando el espesor de la chapa sea no mayor de 9 milímetros o el radio de curvatura no sea menor que cincuenta veces el espesor.

Cuando las operaciones definidas anteriormente se realicen en caliente, se seguirá lo indicado a continuación:

- El calentamiento se efectuará a ser posible en horno, admitiéndose también el uso de fragua y hornillo, pero no el calentamiento directo con soplete.
- La temperatura máxima de calentamiento será de 950°C (rojo cereza claro), interrumpiéndose la operación cuando la temperatura baje de 700°C (rojo sombra) para proceder a su nuevo calentamiento.
- Se tomarán todas las medidas necesarias para evitar cambios en la estructura del acero o la acumulación de tensiones parásitas durante los procesos de calentamiento y enfriamiento.

3.12.2.3.5 Comienzo de la fabricación

El contratista no podrá comenzar los trabajos de fabricación de la estructura hasta haber recibido los siguientes documentos la dirección de obra y haber dado el visto bueno correspondiente:

- Certificados de calidad de los materiales
- Homologación del personal del taller constructor
- Planos



3.12.2.4 Transporte

La carga, transporte, descarga, manejo y almacenaje serán responsabilidad del Contratista. Todo el material recibido en obra será almacenado en las áreas indicadas.

Todo transporte, incluidos transportes parciales, irán acompañados por suficiente cantidad de tornillos de las longitudes, diámetros adecuados correspondientes al conjunto transportado.

Con anterioridad a cualquier transporte, el Contratista hará llegar a obra los correspondientes planos de montaje, donde se especifiquen las distintas marcas de las piezas y su posición.

El contratista deberá estudiar el envío, dentro de lo posible, de piezas premontadas en taller estimado si es económicamente rentable recurrir incluso a transportes especiales.

Todas las piezas que se envíen premontadas, especialmente escaleras verticales, jaulas de seguridad, barandillas, etc. se asegurarán de forma que durante el transporte se eviten daños en las mismas.

3.12.2.5 Condiciones Generales de Ejecución

Para la ejecución de este tipo de obras se tendrán en cuenta las prescripciones incluidas en el Código técnico de edificación, las normas UNE, las normas NTE, la norma American Institute of Steel Construction (AISC) y la norma Uniform Building Code (UBC).

Salvo autorización expresa por parte del Director de Obra, todas las uniones de la obra realizadas en obra deberán ser atornilladas. Aquellas uniones que se realicen en taller podrán ser soldadas, excepto en las estructuras galvanizadas.

- Tornillos:

- Tornillos de alta resistencia:

- ~ Se utilizarán tornillos de alta resistencia de calidad A10t en todas las uniones de fuerza de la estructura principal, preferiblemente usando un único diámetro de al menos 20 milímetros.

- ~ Los tornillos se apretarán dando el par de apriete que se indica a continuación: TR12 11,9 m.kg

TR 16 29,8 m.kg

TR 20 58,4 m.kg

TR 22 80,7 m.kg

TR24 101 m.kg

TR27 149 m.kg



- ~ Se tendrá en cuenta que tras colocar el tornillo en su posición y con el apriete requerido debe quedar entre la tuerca y la parte sin rosca, al menos cuatro vueltas de rosca.
 - ~ En el caso de existir vibraciones en la estructura no es necesario disponer ningún tipo de fijación mecánica de las tuercas si han sido apretadas siguiendo el procedimiento normalizado.
 - ~ Cuando se dispongan placas de testa se cuidará especialmente la planeidad de la misma, rechazándose las placas que presenten curvaturas o irregularidades.
 - ~ Se dispondrán siempre arandelas entre la pieza a unir y la cabeza del tornillo y entre la pieza y la tuerca. La posición de la arandela será siempre con el bisel hacia la cara exterior.
 - ~ El contratista suministrará todos los tornillos necesarios, tuercas, arandelas, etc., para todas las conexiones a realizar en obra, incluyendo una cantidad extra adicional del 5%.
- Tornillos ordinarios:
 - ~ Para aquellas uniones secundarias, tales como sujeción de barandillas, escaleras verticales, correas de cubierta, etc., podrán ser usados como tornillos ordinarios de calidad A4t con un diámetro mínimo de 16 milímetros. Preferiblemente se utilizará un único diámetro para este tipo de tornillos.
 - ~ Se tomarán las medidas oportunas para que la zona roscada no esté nunca en el plano de corte.
 - ~ Cuando existan vibraciones, las tuercas deberán ir provistas de medios mecánicos que impiden que se aflojen con el paso del tiempo.
 - ~ En el caso de que el tornillo se apriete contra una superficie inclinada se dispondrán necesariamente arandelas de espesor variable, para el correcto apoyo de la tuerca.
 - ~ Todos los tornillos utilizados en la obra tendrán un acabado superficial galvanizado en caliente, para las estructuras galvanizadas y pavonadas para las estructuras pintadas. Se deberá utilizar tornillos de acero inoxidable (A4) en estructuras de acero AISI 316L. En caso de estructuras formadas por distintos metales se deberán emplear los elementos aislantes necesarios que eviten la corrosión por el efecto del par galvánico.
 - ~ Cuando se requieran agujeros avellanados, el ángulo del avellanado se corresponderá con aquél de los tornillos correspondientes, cuidando que el canto del avellanado sea suficiente para acomodar la cabeza del tornillo.
 - Soldadura:
 - Los electrodos a utilizar en las soldaduras de perfiles y placas cumplirán con las normas UNE 14022 y UNE-EN 499:1995, debiendo estar homologadas ante un organismo oficialmente reconocido.
 - En las estructuras galvanizadas que serán atornilladas, está prohibido el uso de soldadura, aunque será excepcional su uso y siempre bajo el criterio de la Dirección de Obra.
 - El tipo de electrodo a emplear será estructural básico, siguiendo las normas de conservación y empleo que estos electrodos requieran, pudiendo ser sustituido, bajo aprobación, por electrodo estructural rutilo.

- Las superficies que vayan a ser soldadas deberán estar libres de cascarilla, grasa, pintura o cualquier otro material extraño con excepción de aquella cascarilla de laminación que resista un vigoroso cepillado metálico. No se tendrá en cuenta una ligera película de aceite de linaza.
 - Todas las partes que hayan de soldarse en ángulo (fillet weld) habrán de acercarse hasta donde sea factible y de ningún modo la separación entre dichas partes será mayor de 3 milímetros. Si la separación fuera de 1,5 milímetros o mayor, el tamaño de la soldadura será aumentado en los milímetros que mida la separación.
 - La separación entre las superficies a soldar, cuando la junta sea a solape, no será mayor de 1,5 milímetros. Se alinearán cuidadosamente las partes a soldar a tope.
 - Siempre que sea factible se pondrá la pieza en posición para soldadura plana. Al montar y unir partes de una estructura o de piezas compuestas, el procedimiento y la secuencia de soldadura serán tales que se eviten tensiones innecesarias y se reduzcan al mínimo las tensiones residuales. Cuando sea imposible evitar altas tensiones residuales en las soldaduras de cierre de un montaje rígido, se hará tal soldadura de cierre en los elementos de compresión.
 - Todas las soldaduras a tope serán continuas y de penetración completa.
 - Cuando el espesor de las piezas a unir sea igual o menor que 6 milímetros se permitirá la soldadura a testa por un solo lado, sin necesidad de preparación de los bordes, siempre que se utilice un electrodo que asegure una penetración completa. La separación entre bordes en este caso deberá ser inferior a la mitad del espesor de la pieza a soldar más delgada.
 - Cuando el espesor de las piezas a unir sea superior a 8 milímetros, se deberán preparar los bordes para junta en X o en V, según sean o no accesibles ambos lados. En cualquiera de los dos casos, la separación entre bordes no será mayor de 3 milímetros.
 - En juntas en X deberá realizarse, por sistema un saneado de la raíz por procedimientos mecánicos o por arco-aire, antes de iniciar la soldadura por el lado opuesto. En el caso de que se utilice el electrodo de grafito deberá eliminarse con muela la capa carburada de color azul que se haya formado.
-
- ~ Cuando se especifique la necesidad de utilizar anillo o placa de respaldo, el material utilizado deberá ser de la misma naturaleza que el material de base y las variables de soldadura serán tales que aseguren una perfecta fusión de las tres piezas que intervienen en la unión.
 - ~ Cuando para el relleno de juntas sea necesario depositar varios cordones, deberá limpiarse de escoria cada uno de ellos antes de proceder a depositar el siguiente. Esta operación podrá ser efectuada con muela mecánica o piqueta de soldador. En la realización de esta operación se utilizarán las mejores prácticas del oficio. El último cordón deberá ser suficientemente ancho para que la superficie de la soldadura quede lisa.
 - ~ Cuando se realice la soldadura en varias pasadas, de ser requerido, podrán golpearse ligeramente las soldaduras de varias capas con un martillo mecánico de forma oblonga y boca redonda. Los martillazos se darán después de enfriada la soldadura a una temperatura cálida al tacto de la mano. Se tendrá cuidado para que ni la soldadura ni el metal de base sufran incrustaciones, desprendimientos o deformaciones a consecuencia de los martillazos.
 - ~ En cualquier caso, se exigirá que todos los soldadores que intervengan en la fabricación (y en su caso el montaje) estén en posesión de la correspondiente homologación AWS.



No serán aceptados materiales procedentes de recuperación o con uniones diferentes a las previstas en los planos, excepto que dichas uniones vengan requeridas por necesidades de transporte y previa aceptación.

3.12.2.6 Montaje

Al realizar la planificación del montaje de la estructura metálica, el Contratista deberá estudiar los problemas originados por obstáculos u obstrucciones existentes, o por las interferencias o solapes derivados del trabajo de otros, no admitiéndose luego retrasos por estos temas.

El Contratista deberá disponer de arriostramientos, puntales, o cualquier otro método que resulte necesario para asegurar la estabilidad temporal y el aplomado correcto de la estructura durante el periodo de montaje.

Todos los trabajos deberán realizarse de manera sancionada por la experiencia y siempre de acuerdo a la normativa vigente.

El Contratista deberá preparar un procedimiento de montaje de estructuras que normalmente no sean estables como consecuencia del montaje de equipos.

En el caso de los forjados con encofrado de chapa colaborante, se deberá tener en cuenta:

- El apuntalamiento, en los casos que se requiera, podrá realizarse apoyando un tablón en las alas inferiores de las jácenas de apoyo del forjado.
- Sobre la chapa se dispondrá un remate a escuadra sujeto a la propia chapa para encofrado perimetral de cierre de la losa de hormigón, y con los elementos necesarios para aguantar el empuje del hormigón fresco.
- No se permitirá el uso de calzos metálicos para la sujeción de armaduras en la losa.
- En la fase de hormigonado se evitará la coincidencia de personas en una misma chapa (máximo dos personas).
- En la fase de hormigonado, se pondrá especial cuidado con el vertido de hormigón, procurando no hacer montones de más de 300 kg. y hacerlo en las zonas coincidentes con las vigas.

3.12.2.7 Tolerancias

3.12.2.7.1 Tolerancias de fabricación

Todo elemento estructural: pilar, viga cercha. etc. fabricado en taller y enviado a obra para su montaje, cumplirá las tolerancias siguientes:



TOLERANCIAS DIMENSIONALES	
Longitud en mm	Tolerancia en mm
Hasta 1000	∇ 2
De 1001 a 3000	∇ 3
De 3001 a 6000	∇ 4
De 6001 a 10000	∇ 5
De 10001 a 15000	∇ 6
De 15001 a 25000	∇ 8
25001 o mayor	∇ 10

La tolerancia en la flecha de todo elemento estructural recto, de longitud l , será el menor de los dos valores siguientes:

- $l/1500$
- 10 milímetros

En los elementos compuestos de varias barras, como cerchas, vigas de celosías, etc., la tolerancia se refiere a cada barra, siendo l su longitud entre nudos extremos.

Las tolerancias en agujeros destinados a tornillos ordinarios y tornillos de alta resistencia, cualquiera que sea el método de perforación, serán las que se detallan a continuación:

TOLERANCIA EN LOS AGUJEROS		
Diámetro del agujero en mm	Separaciones y Alineaciones en mm	Diámetro para tornillos en mm
11	∇ 1.0	--
13, 15, 17	∇ 1.5	∇ 1
19, 21, 23	∇ 2.0	--
25, 28	∇ 3.0	--

Las tolerancias en las dimensiones de los biseles de la preparación de bordes y en la garganta y longitud de soldaduras serán las dadas a continuación:

TOLERANCIAS DIMENSIONALES	
Longitud en mm	Tolerancia en mm
Hasta 15	∇ 0.5
De 16 a 50	∇ 1.0
De 51 a 150	∇ 2.0
151 o mayor	∇ 3.0



3.12.2.7.2 Tolerancias de montaje

La tolerancia de las dimensiones fundamentales del conjunto montado será la suma de las tolerancias de los elementos estructurales sin sobrepasar $\forall$ 15 mm.

La tolerancia en el desplome de un pilar de una estructura, medido horizontalmente entre los pomos de dos pisos consecutivos, o de pisos cualesquiera, será el menor de los dos valores siguientes:

- $h / 1000$ Siendo h la diferencia en altura entre ellos
- 25 milímetros

La tolerancia en el desplome de una viga de canto d , medido en las secciones de apoyo, será:

- Vigas en general: $d / 250$
- Vigas carril: $d / 500$

Rectitud de pilares y de otros elementos a compresión, entre punto de restricción lateral después del montaje $\forall L/1000$ (siendo L la distancia entre punto de restricción lateral).

Rectitud de las alas de vigas con respecto a la normal, entre puntos con restricción después del montaje $L/1000$ (siendo L la longitud entre puntos de restricción lateral).

Tolerancia en la alineación de los pilares de fachada (alineación por cara) no superará los 5 milímetros entre dos pilares consecutivos y un total de 15 milímetros para cualquier caso.

3.12.2.8 Protección contra la corrosión

La estructura que no lleve una protección especial deberá estar protegida contra la corrosión mediante la aplicación de las necesarias capas de imprimación y pintura, así como la preparación de superficie requerida.

El Contratista deberá seguir las indicaciones recogidas en el artículo 3.20 Pinturas y recubrimientos. El color de la capa de acabado será decidido por la Dirección de Obra.

3.12.2.9 Ignifugado

Previamente a cualquier actuación de ignifugado, el Contratista comprobará que están colocados todos los soportes de tuberías, de cables eléctricos o de instrumentos, que puedan interferir en la realización del ignifugado.

Los elementos a ignifugar vendrán marcados al efecto en los Planos de estructura.

En el caso de los forjados con encofrado de chapa colaborante se deberá proteger contra el fuego la chapa inferior, o bien disponerse una armadura complementaria con los recubrimientos y espesor de capa de compresión que fije la Norma EHE.

3.12.2.10 Criterio de marcado de piezas

Todas las piezas fabricadas y transportadas a obra para su montaje deberán ir provistas de la correspondiente marca que las identifique inequívocamente respecto a los correspondientes planos de montaje.

El criterio para marcar los distintos elementos es el siguiente:

- Todas las marcas se realizarán mediante pintura en forma legible, y con un tamaño mínimo de letras y signos de 37 mm de altura.
- La primera letra será el prefijo asignado a una determinada estructura, así identificada en el plano de montaje.
- La segunda letra indicará el elemento estructural de que se trate, según la tabla adjunta:
 - “B” para perfiles laminados en vigas
 - “C” para columnas, puntales, etc., no designadas por un sistema de coordenadas en el plano de montaje. Donde se tengan coordenadas o denominación para el soporte, éstas irán marcadas en la pieza
 - “D” para arriostramientos verticales
 - “E” para pórticos transportados en una pieza
 - “G” para correas
 - “H” para colgantes
 - “K” para torres
 - “L” para jaulas de seguridad de escaleras verticales
 - “M” para calzos y materiales diversos
 - “P” para chapas de suelo (lisas o lagrimadas)
 - “R” para barandillas
 - “S” para tirantes
 - “T” para cerchas
 - “X” para arriostramientos horizontales
 - “BK” para tornapuntas
 - “BP” para placas base o placas de apoyo
 - “CS” para chapas de revestimiento
 - “MB” para cabezales de hornos
 - “PG” vigas armadas
 - “SS” zancas de escalera
 - “TB” vigas carril
 - “TS” para tubuladuras en hornos



- Entre las letras indicadas en los tres primeros apartados se dispondrá un punto como separador.
- Las marcas se pintarán sobre las vigas y en el mismo lado en que se muestra en los planos de montaje.
- Tras las letras indicadas en los tres primeros apartados se dispondrá un número secuencial, cuidando que cada elevación vaya con una serie diferente (por ejemplo, el primer nivel se numerará de 101 a 199, el segundo de 201 a 299, etc.).
- Cuando una estructura tenga dimensiones en planta superiores a 30 m., se deberán delimitar subestructuras identificadas mediante sufijos.
- Todas las vigas que no sean simétricas se marcarán identificando inequívocamente la dirección de montaje (por ejemplo, indicando Norte o Este).
- En todos los elementos susceptibles de ser montados invertidos se marcará la posición correcta indicando la palabra “TOP” en el extremo superior según la posición del montaje.
- En los soportes, la marca se dispondrá en la cara exterior del ala, indicándose la posición Norte o Este.
- En arriostramientos verticales la marca se dispondrá en el extremo inferior del elemento.
- Cuando un mismo elemento estructural deba transportarse en varias piezas, cada una de ellas llevará su correspondiente marca.
- El uso de letras, coincidente con las indicadas en el tercer apartado con fines aclaratorios diferentes a los anteriores significados no está permitido.
- Todos los elementos tales como varillas, pasadores, etc., irán marcados mediante etiquetas atadas con alambre.
- Todos los tornillos, arandelas y tuercas se transportarán en paquetes específicos, debidamente etiquetados, indicando el diámetro, longitud total y roscada.
- Donde existan unidades duplicadas se usará un código de colores para distinguirlas, siempre de acuerdo a los planos de montaje. Este código de colores aparecerá en una banda de aproximadamente 3 centímetros de ancho pintado en un extremo de la pieza, cajas o embalajes.
- Los elementos que vayan a ser galvanizados se etiquetarán mediante chapas metálicas atadas con alambre, cuyas marcas sean visibles después del galvanizado.
- El contratista podrá proponer algún otro sistema de marcado que deberá ser aprobado por la Dirección de Obra.

3.12.2.11 Control de calidad

3.12.2.11.1 Inspección

Todos los materiales y trabajos de transporte cubiertos por este Pliego estarán sujetos a inspección, tanto en taller como en campo, por un Inspector cualificado y designado por la Dirección de Obra.

Sin embargo, estas inspecciones nunca servirán como justificación para eludir la responsabilidad del Contratista en cuanto a materiales, fabricación o montaje de las estructuras.



3.12.2.11.2 Control de calidad

El Contratista, previamente a cualquier otro trabajo, deberá presentar al Director de Obra un Plan de Puntos de Inspección (PPI) para su aprobación, en los que se fije la forma y número de ensayos para el control de calidad, así como las inspecciones que deben realizarse.

Al menos se inspeccionará lo siguiente:

- Determinación de la composición química del acero.
- Determinación de las propiedades mecánicas del acero.
- Comprobar que la fabricación se ajuste a las normativas vigentes y a este Pliego.
- Comprobar que las tolerancias de fabricación (y posterior montaje) son admisibles.
- Inspección de las maniobras de premontaje.
- Inspección de soldaduras:
- Inspección visual del 100% de las soldaduras
- Utilización de líquidos penetrantes o de partículas magnéticas hasta un 20% de la longitud total de los cordones en los lugares que determine la Dirección de Obra.
- Pruebas radiográficas o ultrasónicas hasta un 10% de la longitud total de los cordones en los lugares en que sea posible.

Las pruebas de utilización de líquidos penetrantes y de ultrasonidos se realizarán en función de la importancia de la unión en un porcentaje variable sobre el total de uniones que se fijará en el PPI.

En el caso en que las soldaduras no resulten satisfactorias a la vista de los ensayos realizados se procederá a repararlas, y ampliar la inspección al 100% de las soldaduras similares, sin que ello suponga un extracosto.

3.12.2.12 Medición y Abono

Las estructuras de acero se abonarán por kilogramos (kg) de acero deducidos de la medición teórica, aplicando a dicha medición el precio correspondiente. En el precio irán incluidos todos los elementos de unión y secundarios necesarios para el enlace de las distintas partes de la estructura.

Para dicha medición teórica, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- La longitud de las piezas lineales de un determinado perfil se multiplicará por el peso unitario respectivo, que se reseña en el Código técnico de edificación.
- Para el peso de las chapas se tomará como peso específico del acero el de siete kilogramos y ochocientos cincuenta gramos por decímetro cúbico (7,850 kg/dm³).

La suma de los resultados parciales obtenidos por cada pieza lineal y chapa será la medición.



Para otros perfiles especiales que pudieran emplearse, se fijarán los pesos unitarios que hayan de aplicarse mediante acuerdo entre el Contratista y el Director de la Obra.

El abono de los casquillos, tapajuntas, y demás elementos accesorios y auxiliares de montaje, se considerará incluido en el precio de la estructura.

Así mismo se considera incluida en el precio de la estructura la protección de la misma.

Los gastos de inspección radiográfica serán de cuenta del Contratista, si no se fija otra cosa en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Se encuentran igualmente incluidos en los precios los costes de ensayos mecánicos, de composición química, controles por líquidos penetrantes, etc. de acuerdo con las condiciones exigidas en este Pliego.

Todos los gastos de inspección y/o ensayos no destructivos serán de cuenta del Contratista.

El contratista también será responsable de efectuar todos los trámites necesarios ante la Administración a su cargo, incluyendo la realización de instancias, proyectos oficiales, OCA, etc., así como los costes y tasas por visados de dichos proyectos y cualquier otro que hubiera para legalizar las instalaciones.

Los precios a emplear serán: U160103, U160104, U160402, U160403.

3.12.3 Elementos de acero inoxidable

3.12.3.1 Definición

Se definen como elementos de acero inoxidable los fabricados a partir de perfiles, chapas y tubos de acero inoxidable elaborados mediante corte y soldadura, de acuerdo con las dimensiones y con las características especificadas en los planos de Proyecto.

3.12.3.2 Ejecución

Los materiales serán los especificados en los planos de Proyecto.

La ejecución se realizará de acuerdo con la memoria de fabricación, en la que se detallarán los procedimientos de ejecución, materiales, soldadores, etc..., etc. aprobados por la Dirección de Obra previa presentación por el Contratista. Todas las superficies vistas tendrán un acabado pasivado.

3.12.3.3 Control de calidad

El fabricante por medio de su departamento de Control de Calidad y por personal especializado aceptado por la Dirección de Obra presentará un informe de los controles realizados durante las sucesivas fases de la ejecución.



Se efectuarán los controles indicados en el apartado 3.17.2.11.

3.12.3.4 Medición y abono

El abono se hará por kilogramos (Kg.) de material realmente colocado en obra.

Este precio incluirá el suministro y elementos de unión de acero inoxidable, elaboración en taller, carga, transporte, descarga y movimientos interiores, montaje, uniones atornilladas o soldadas en obra, y todos los trabajos de acabado y limpieza, incluso medios auxiliares mecánicos, personal necesario para su ejecución.

El precio a emplear será: U161001.

3.12.4 Fundición

3.12.4.1 Tapas de registro y rejillas

Tendrán las características y dimensiones que figuren en los planos o, en su defecto, autorice el Director de Obra.

Los cercos de las tapas se fijarán, mediante tuerca y contratuerca, a los anclajes embebidos en la parte superior de la arqueta o pozo de registro. Se nivelarán cuidadosamente de modo que las tapas queden enrasadas con el pavimento, y posteriormente se rellenará el espacio bajo los cercos con un mortero sin retracción.

La reposición del pavimento alrededor de la tapa se hará de modo que quede perfectamente acabado contra el marco de la misma, sin dejar huecos.

Cumplirá la Norma UNE-EN 124 en cuanto a principios de construcción, ensayos de tipo, marcado y control de calidad.

3.12.4.2 Pates

Los pates se distanciarán 30 cm. y estarán 15 cm. empotrados en las fábricas, salvo indicación contraria en Planos. En obras de ladrillo se colocarán a medida que se levanta la fábrica. En obras de hormigón se colocarán, amarradas convenientemente a los encofrados, antes de verter aquél.

También podrán colocarse los pates una vez hormigonado y desencofrado el paramento de la obra de fábrica taladrando dicho paramento y colocando posteriormente el paté. El hueco existente entre este último y las paredes del taladro se rellenará con mortero de cemento.



3.12.4.3 Medición y abono

Los pates, tapas de registro y rejillas unitarias, se abonarán y medirán mediante la aplicación de los precios del Cuadro de Precios n.1, a las unidades (Ud.) realmente instaladas en obra, incluyendo todas las operaciones necesarias para su correcta colocación.

Con las mismas condiciones de correcta colocación se medirán las rejillas sumideros longitudinales, por metros lineales (ml) de canal sumidero.

Los precios de aplicación serán: U160802, U160833N, U160601, U160633N.

3.13 Impermeabilizaciones

3.13.1 Clasificación

Entre todos los sistemas de impermeabilización existentes se pueden distinguir los siguientes:

3.13.2 Impermeabilización con siliconas

Consiste en la aplicación de dos manos de pintura especial incolora (silicona o similar) con penetración sobre un soporte de fábrica, ladrillo cara vista, bloque de hormigón, etc.

3.13.3 Impermeabilización con láminas bituminosas

Consiste en la colocación de productos prefabricados laminares constituidos por una armadura, un recubrimiento bituminoso, por ambas caras, y eventualmente, una protección.

3.13.4 Impermeabilización con láminas bituminosas y poliuretano

Consiste en la colocación de una lámina de características similares a la descrita en el punto anterior, con posterior extendido de una capa de mortero y acabado con la aplicación de una o varias manos de poliuretano líquido de dos componentes.

3.13.5 Impermeabilización con poliuretano monocomponente

Consistirá en la aplicación de una o varias manos de poliuretano monocomponente en capas de imprimación intermedia y acabado sobre una superficie (cubierta).

3.13.6 Impermeabilización con cemento especial y recubrimiento elástico

Consistirá en la colocación de una o varias capas de cemento especial y un posterior recubrimiento elástico (una mano), sobre superficies de fábrica de ladrillo u hormigón.



3.13.7 Impermeabilización con poliurea bicomponente en caliente

Consistirá en la colocación de una poliurea de dos componentes que una vez aplicada proporciona un recubrimiento impermeabilizante sin juntas para impermeabilizar aquellos lugares donde el paso continuado del agua o incluso productos químicos puede crear filtraciones

3.13.8 Condiciones generales de ejecución

Para la ejecución de impermeabilizaciones se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Tanto las características materiales como la ejecución de dichos sistemas se deberán ajustar a lo establecido en los Planos de Proyecto y/o P.P.T.P. y subsidiariamente a las especificaciones contenidas en la normativa vigente (UNE, MV-301).
- Para su instalación y/o aplicación se seguirán siempre las fichas del producto e indicaciones del fabricante en lo referente a los usos, mantenimiento, aplicación y/o colocación.
- Se comprobará que la superficie sobre la que se va a aplicar la impermeabilización esté exenta de polvo y/o materias extrañas que impidan la adherencia, y presente una humedad inferior al 5%.
- Caso de que sea necesario regularizar la superficie e impermeabilizar, se podrá utilizar mortero de cemento 1:3.
- Los productos deberán ser manejados con cuidado a fin de evitar su deterioro, y se colocarán perfectamente extendidos de modo que no se formen bolsas ni arrugas.
- En el caso de impermeabilizar un paramento horizontal que finalice en uno vertical, se proseguirá con la impermeabilización en el paramento vertical en una banda de 50 cm de ancho como mínimo.
- En el caso de impermeabilizar un paramento vertical que finalice en uno horizontal, se proseguirá con la impermeabilización en el paramento horizontal en una banda de 50 cm de ancho como mínimo.

3.13.9 Medición y abono

Las impermeabilizaciones de paramentos se medirán y abonarán por metros cuadrados (m²) deducidos de los Planos del Proyecto. En el precio unitario se considerarán incluidos los materiales utilizados, la preparación de la superficie a tratar y cuantos trabajos sean necesarios para la completa terminación de la unidad., así como los solapes.

Los precios de aplicación serán: U170201, U170204.

3.14 **Inyecciones**

3.14.1 Definición y finalidad de las inyecciones

Las inyecciones, como procedimiento auxiliar de construcción, consisten en el relleno de huecos no accesibles, el espacio anular formado entre la excavación y el tubo hincado en las hincas de escudo ciego, el espacio anular formado entre la camisa metálica y el tubo interior en las hincas helicoidales, o huecos situados en el interior del terreno, o de las obras de fábrica, mediante la introducción, a través de conductos o taladros, de un producto fluido, soluciones acuosas, generalmente, de materias



naturales y artificiales, productos químicos o resinas, que fraguan, gelifican, polimerizan en el interior de los huecos solidificando en mayor o menor grado.

La finalidad de las inyecciones puede ser:

- Relleno.
- La mejora de las condiciones resistentes o de la deformabilidad del medio tratado.
- La disminución de la permeabilidad.

3.14.2 Clasificación general de las inyecciones

- Según los materiales a inyectar:
 - Inyecciones de cemento.
 - Inyecciones de suspensiones de materiales térreos
 - Inyecciones químicas.
 - Inyecciones de resina.
 - Inyecciones de espumantes.
- Por la finalidad primordial que se pretende:
 - Inyecciones de relleno
 - Inyecciones de consolidación
 - Inyecciones de impermeabilización
- Por el medio a tratar:
 - Inyecciones del terreno:
 - ~ En macizos rocosos
 - ~ En terreno suelto
 - Hincas.
 - Inyecciones de juntas de las obras de fábrica.
 - Obras de fábrica.

3.14.3 Estudio de ejecución de las inyecciones del terreno

El estudio de la ejecución de los tratamientos del terreno constará de los siguientes capítulos.

3.14.3.1 **Datos del terreno**

Planos geológicos de detalle, descripción de la estructura geológica, catalogación de accidentes, litoclasas principales, roturas, fallas, cavernas. Resultados de los reconocimientos por sondeos, galerías, calicatas y pozos. Ensayos de permeabilidad. Niveles freáticos.

3.14.3.2 Esquema de taladros

- Distribución de los taladros o conductos para la inyección, situación, inclinación, profundidad y diámetro de los taladros de inyección. Determinación, en su caso, del procedimiento de perforación, a percusión o rotación.
- Fases previstas para la ejecución e inyección de los taladros. Criterios para delimitar la profundidad real de los taladros y la realización de las distintas fases sucesivas, en función de los resultados obtenidos en las fases anteriores.
- Lavado de los taladros y lavado del terreno.
- Procedimientos y posible utilización de dispersantes de la arcilla en las litoclasas.
- Pruebas de permeabilidad. Ensayos tipo Lugeon o tipo Lefranc.
- En el caso de hincas de escudo ciego, las tuberías de hormigón disponen de 3 inyectores, en una misma sección transversal, colocados a 120º por los que se realizaría la inyección.
- En el caso de las hincas helicoidales la inyección del espacio anular entre la camisa metálica y el tubo interior se realizará desde una boquilla dispuesta en la tapa de cierre de aguas abajo y se permitirá la salida del aire por medio de un respiradero colocado en la tapa de cierre de aguas arriba.

3.14.3.3 Materiales a mezclar e inyectar

- Material básico: Lechada de cemento, mortero de cemento y arena, productos químicos.
- Productos minerales de adición: Puzolanas, Kieselguhr, bentonita.
- Materiales térreos: arcillas y limos.
- Aditivos químicos, para aumentar la penetrabilidad de la mezcla y disminuir la retracción de fraguado.

3.14.3.4 Procedimiento de inyección

- Método de inyección de los taladros: en toda su longitud, por tramos en sentido ascendente o descendente.
- Método de inyección en las hincas de escudo ciego: elección del número de tubos, 3 inyectores por tubo, en los que se realizaría la inyección y elección si es necesario realizar la inyección por tramos o si se realizará en un sentido ascendente o descendente.
- Sistema de circulación de las mezclas entre la bomba y los taladros o inyectores: por simple línea, o con retorno.
- Maquinaria y equipos a emplear: tipo de bomba, mezcladora de alta turbulencia en todo caso. Obturadores, artilugios para circulación continua dentro del taladro, manómetros ordinarios y registrados.

3.14.3.5 Presiones de inyección

- Fijación de las presiones de inyección máximas admisibles en las distintas zonas y profundidades del terreno en función de la naturaleza, estructura, orientación de diaclasas y finalidad del tratamiento.
- Procedimientos de control de las presiones. Manómetros simples, manómetros registradores.
- Observación de las deformaciones producidas por las inyecciones, en el terreno y en las obras de fábrica próximas: aparatos de observación visual y de observación geodésica (nivelaciones, triangulaciones, colimación) y de auscultación en profundidad (extensómetros, péndulos, clinómetros, dilatómetros). Dispositivos para la limitación automática de las presiones en los casos que requieran especial cuidado.
- Observación de las fugas o resurgencias de inyección.

3.14.3.6 Medidas de protección respecto de la obra realizada y limpieza de los tajos.

- Se establecerán las medidas de protección de los distintos elementos de la obra ya realizados, tales como drenes en el terreno y en la obra de fábrica y conductos que pueden ser afectados por las fugas de inyección.
- Así mismo se fijará: la distancia mínima de la zona a inyectar respecto de las excavaciones con explosivos; la altura mínima de los bloques de hormigón sobre la cimentación antes de inyectar; el tiempo mínimo que debe transcurrir entre el hormigonado y las inyecciones.
- Procedimiento a seguir para la contención y retirada de la lechada o mortero de fuga, resurgencias, lavado de tuberías y máquinas y de lechadas sobrantes, así como el transporte y vertido de estos materiales residuales en los lugares autorizados.

3.14.4 Ejecución de los tratamientos de inyecciones

3.14.4.1 Taladros para inyecciones

3.14.4.1.1 Definición

Son taladros realizados en el terreno para inyectar a través de ellos lechadas, morteros o aditivos químicos para rellenos, consolidaciones, impermeabilización y/o mejoras del mismo.

3.14.4.1.2 Ejecución

Salvo autorización de la Dirección de Obra o especificación concreta del Proyecto de ejecución de las inyecciones, la perforación se realizará por percusión o rotopercusión. El empleo de la sonda se



autorizará únicamente en los taladros de gran profundidad, más de veinte metros (20 m.) y en las rocas muy abrasivas en las que se haya comprobado la ineficiencia de la perforación a rotopercusión.

Todos los taladros, antes de ser inyectados, serán lavados con agua y aire a presión, con el fin de eliminar el detritus de la perforación y los materiales finos contenidos en las fisuras y oquedades del terreno, que puedan ser arrastrados por el simple efecto del agua y aire. La presión de lavado no será superior a la máxima admitida para la inyección.

En algunos casos se podrán prescribir procedimientos de lavado enérgicos, a fuerte presión y utilizando dispersantes de la arcilla, pero en estos casos se prestará especial atención en evitar dislocaciones del terreno.

Mientras se realizan las operaciones de lavado de los taladros individualmente o por grupos de taladros, se mantendrán perforados y abiertos los taladros próximos para dar fácil salida al agua sucia y evitar someter al terreno a presiones intersticiales en zonas extensas.

3.14.4.1.3 Tolerancias

La desviación máxima admitida en los taladros a percusión será el diez por ciento (10%) de su longitud. En los taladros con sonda la desviación máxima no sobrepasará el cinco por ciento (5%) de su longitud.

Los errores en la inclinación de los taladros, medida en sus dos primeros metros (2 m.) no será superior a dos grados sexagesimales (2^º).

La tolerancia en la situación del emboquille del taladro será la siguiente:

- En paramentos de hormigón: cinco centímetros (0,05 m.).
- En el terreno: quince centímetros (0,15 m.).

3.14.4.2 Pruebas de permeabilidad

El estudio de ejecución de las inyecciones del terreno, fijará la frecuencia de los ensayos tipo Lugeon o presiones ascendentes de cinco y diez kilogramos por centímetro cuadrado (5 y 10 kg/cm²), y a presión de cinco kilogramos por centímetro cuadrado (5 kg/cm²) en la fase descendente de la prueba. Estas presiones se mantendrán durante cinco minutos (5 min.), una vez estabilizadas y se medirá entonces el caudal de agua que penetra en el taladro.

Los ensayos tipo Lugeon se realizarán por tramos de cinco metros (5 m.) de longitud en cada uno de los taladros elegidos para realizar estas pruebas.

En terrenos sueltos, el Proyecto de ejecución determinará los ensayos de permeabilidad tipo Lefranc o similares que será preciso realizar para determinar el coeficiente de permeabilidad del terreno antes y después de realizadas las inyecciones.



3.14.4.3 Materiales para inyectar

3.14.4.3.1 Cemento

En las inyecciones del terreno, en las hincas y en el relleno de junta de contracción de las obras de fábrica, el cemento cumplirá las siguientes condiciones:

- Finura de molido:
 - Residuo acumulado sobre el tamiz de novecientas mallas por centímetro cuadrado (900 mallas/cm²).
 - Máxima: 0,3%
 - Residuo acumulado sobre tamiz de cuatro mil novecientas mallas por centímetro cuadrado (4.900 mallas/cm²).
 - Máxima: 5.000
- Tiempo de fraguado:
 - Principio, no antes de tres horas (3 h.)
- Estabilidad de volumen:
 - Galleta de pasta pura en agua hirviendo; inalterada.
- Expansión en la prueba de la autoclave:
 - Menor de 0,5%

3.14.4.3.2 Productos de adición minerales

En las inyecciones podrán emplearse productos de adición minerales, que a continuación se indican, con el fin de mejorar la penetrabilidad de las mezclas, evitar la decantación prematura del cemento, o abaratar el material a inyectar, pero en cualquier caso será precisa la autorización de la Dirección de Obra después de realizados repetidos ensayos de laboratorio y pruebas de inyectabilidad del terreno.

Para el relleno de oquedades, cavernas, trasdoses de revestimientos de obras subterráneas e hincas:

- Arena fina (menor de 2 mm).
- Harina mineral o filler, calizo.
- Limo natural
- Arcilla (sólo en relleno de cavernas a efectos de impermeabilización).

Para el tratamiento de diaclasas, fisuras, fallas y consolidación de terrenos sueltos:



- Puzolanas naturales finamente divididas.
- Cenizas volantes.
- Tierra de diatomeas (kieselguhr).
- Bentonita.

3.14.4.3.3 Aditivos químicos en las lechadas de cemento

En la preparación de las lechadas de cemento podrán emplearse únicamente los aditivos químicos clasificados como plastificantes retardadores de fraguado, modificados con la adición de alguna sustancia que, sin perjudicar el endurecimiento de la lechada de cemento, produzca efecto expansivo de la misma en la fase de fraguado.

No se permitirá el uso de aireantes puros.

3.14.4.3.4 Lechada de cemento activada

Se definen como "lechadas de cemento activadas" las lechadas de cemento que han sido tratadas por algún procedimiento para conseguir una dispersión de las partículas del cemento a fin de obtener una lechada no miscible con el agua durante algún tiempo y que no presente apenas decantación.

La dispersión puede obtenerse:

- Por procedimientos mecánicos (tipo colgrout).
- Por aditivos químicos (tipo Prepakt).

3.14.4.3.5 Lechadas estables

Se denomina "lechada estable" la que no presenta decantación apreciable durante las operaciones de la inyección.

Las lechadas de cemento son tanto menos estables cuanto mayor es su relación agua-cemento.

En el Proyecto de ejecución de las inyecciones se indicarán los casos en que es admisible u obligado el empleo de lechadas de cemento cuya estabilidad se obtiene con la adición de silicato de sodio para compensar la disminución de rigidez provocada por la bentonita.

Asimismo, en el Proyecto de ejecución de las inyecciones se especificará el empleo de suspensión de arcilla tratada químicamente, mezclas arcilla-cemento, o de arcilla-cemento-arena.

3.14.4.4 Mezclas de inyección de cemento

Antes de iniciar los trabajos de inyección se realizarán ensayos de laboratorio para determinar los distintos tipos de mezcla a inyectar de acuerdo con las características del medio a tratar y la finalidad del tratamiento de inyecciones, el tamaño de los huecos a rellenar y su volumen, y todas las condiciones de resistencia de la lechada o mortero endurecido.

Las mezclas estudiadas en laboratorio se ajustarán a las exigencias de los trabajos de inyección, pudiendo modificarse durante la ejecución de éstos en una fase inicial de puesta a punto.

En el estudio de las lechadas tipo se fijarán las dosificaciones más convenientes de los distintos ingredientes (cemento, aditivos, agua). La relación agua-cemento será, en todo caso, la menor compatible con la penetrabilidad adecuada al medio a inyectar.

Por lo general estará comprendido entre 3/1 y 1/1 aunque podrán alcanzarse relaciones agua-cemento mayores.

Una vez montada en obra la instalación y antes de comenzar la inyección del mortero o lechada el Contratista ensayará la misma, realizando varias dosificaciones y amasadas para asegurarse del correcto funcionamiento de la misma.

En el caso de usarse la planta, ésta registrará, sobre un papel para cada amasado el tipo y peso de cada material, el número de mezcla, la fecha y la hora de descarga.

El Contratista está obligado así mismo a realizar ensayos de inyección de agua a presión en los taladros que se vayan a inyectar que designe la Dirección de Obra, realizándose de acuerdo con las especificaciones que ésta dicte.

La densidad de la lechada irá aumentando gradualmente durante la inyección de un taladro, inyector o compartimento hasta alcanzar la consistencia óptima fijada en las pruebas de inyectabilidad para la puesta a punto de los procedimientos y mezclas en cada caso particular. No obstante, se deberá empezar a inyectar lechadas de suficiente densidad para impedir un excesivo recorrido inicial de la inyección a lo largo de fisuras, diaclasas y huecos en general.

3.14.4.5 Presión de inyección

Se establece que la presión máxima admisible en la inyección del terreno o huecos es la que puede aplicarse al fluido que se inyecta sin dislocar la estructura de aquél. Depende más de la estructura del terreno que de la naturaleza de la roca.

Para determinar el valor de las presiones máximas admisibles se tendrá en cuenta la experiencia obtenida en tratamientos similares de otras obras, pero en todo caso, los trabajos de inyección se iniciarán con límites bajos que podrán aumentar a la vista de los resultados obtenidos.

3.14.4.6 Precauciones, vigilancia y control en los trabajos de inyección

La vigilancia durante las operaciones de inyección deberá ser minuciosa y permanente, debiendo abarcar los siguientes aspectos:

- Fugas de lechada

La vigilancia de fugas de lechada abarcará a zonas suficientemente alejadas del punto de inyección. Si la fuga no es importante, puede continuarse la inyección e intentar taponarla, pero si es grande y no es posible el taponamiento deberá paralizarse la inyección. En estos casos es aconsejable aumentar la densidad de la lechada antes de paralizar la inyección.

En la inyección de macizos rocosos no kársticos, una admisión de cemento superior a quinientos kilogramos (500 kg) por metro lineal de taladro es sospechosa de fugas ocultas o de extensión excesiva de la lechada.

- Comunicación de lechadas entre taladros o inyectores

Debe tomarse nota de todas las comunicaciones de lechada que se observen entre taladros o inyectores durante la inyección, anotándose el número del taladro por el que se inyecta, el de los comunicados y la presión de inyección en el momento de producirse la comunicación.

- Datos de inyección

De cada uno de los taladros o inyectores y de los tramos en que se hayan inyectado, además de la fecha, hora y localización del taladro y tramo del mismo, se registrarán los datos siguientes:

Dosificaciones y densidades iniciales y finales. Cantidad de cemento y demás materiales secos consumidos en total y la cantidad neta realmente inyectada en el terreno o en los huecos, deducidos los volúmenes correspondientes al llenado del propio taladro o inyector, de las tuberías de circulación de la lechada, así como las pérdidas por fugas y escapes en el cambio de inyección de uno a otro punto.

Se calcularán y se registrarán las admisiones específicas de cemento por metro de taladro y por metro cúbico de terreno tratado, mientras que en el caso de las hincas se registrarán las toneladas de lechada admitidas por metro lineal de hincas tratadas.

3.14.4.7 Maquinaria y equipos para las inyecciones

Previamente a la instalación en obra de los equipos de inyección el Contratista deberá someter a la aprobación de la Dirección de Obra, la cantidad y características de los equipos que el Contratista propone para la realización del trabajo. La información suministrada deberá incluir la descripción detallada de la maquinaria a emplear, rendimientos prácticos, ubicación de la instalación y dotación humana de los equipos. La Dirección de Obra dará, en su caso, la conformidad por escrito.



Todo equipo usado en la mezcla, e inyección del mortero o lechada de cemento, será de cuenta del Contratista, quién lo mantendrá en todo momento en perfectas condiciones para su uso.

El equipo mínimo puesto en obra por cada grupo de inyección deberá constar de:

- Bomba de inyección capaz de operar a las presiones exigidas y adecuadas al caudal máximo a inyectar por equipo.
- Las bombas de inyección de tipo de pistón serán de doble cilindro como mínimo. Podrán ser accionadas por aire comprimido, o por motores eléctricos o de combustión. Para la inyección a alta presión y con escaso caudal de admisión del taladro, son adecuadas las bombas de tornillo sin fin, o de rotores. Para la inyección a baja presión y grandes caudales, podrán utilizarse las bombas centrífugas.
- Las máquinas de inyectar tipo gunitadora o cañón de aire comprimido, sólo se emplearán para el relleno de mortero o de lechada de cemento a muy baja presión, en huecos de tamaño grande (por lo menos de varios centímetros de abertura).
- Mezcladora de alta turbulencia situada junto a la bomba de inyección. En el caso de que se empleen bombas intermedias para el transporte deberá colocarse el agitador de alta turbulencia al final de la tubería de transporte junto a la bomba de inyección.
- Tolvas de alimentación de cemento, y de arena, en su caso, provistas de rejillas finas para impedir la entrada en la mezcladora, de cuerpos extraños, grumos o materiales de grueso tamaño.
- Dosificadores o contenedores de agua para controlar la relación agua/cemento de las mezclas con error menor del dos por ciento (2%). En el caso de utilizar contadores éstos serán del tipo integrador para conocer el consumo total de agua.

Se recomienda que la dosificación de los materiales que constituyen la lechada o mortero de cemento se realice mediante una planta automática capaz de determinar y controlar las cantidades de materiales que entren en cada amasada. Esta se mezcla en la planta y se bombea a los distintos equipos de inyección donde se agita de nuevo antes de inyectarla.

Todos los materiales constituyentes de la lechada o mortero se medirán en básculas distintas y siempre por peso.

Las tolerancias en peso serán las siguientes:

- Cemento: $\pm 1\%$ (uno por ciento)
- Árido: $\pm 2\%$ (dos por ciento)
- Aditivo: $\pm 3\%$ (tres por ciento)

En la cantidad de agua considerada en la dosificación de la lechada o mortero, se tendrá en cuenta el agua añadida directamente a la mezcla, el agua de los aditivos líquidos y el agua que acompaña a los áridos.

Manómetros para controlar la presión de inyección de calidad reconocida y que se comprobarán y tararán periódicamente. Los manómetros dispondrán de una membrana de protección que impida el contacto directo con la lechada o mortero de cemento.



Por lo menos se colocarán dos manómetros, uno a la salida de la bomba y otro en la boca del taladro o inyector que se inyecta.

El Contratista dispondrá de manómetros de reserva en la obra para sustituir los averiados y los que ofrezcan dudas en cuanto a su exactitud.

Dispositivos obturadores de taladro o de inyectores, cabezales y demás accesorios para realizar las inyecciones. Serán de tipos y calidades sancionados por la práctica, y sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra.

El Contratista deberá disponer los medios necesarios para evacuar los residuos de la lechada procedentes de fugas, escapes, limpiezas de conducciones y el detritus de perforación debiendo evitar que estos residuos se decanten en el suelo del tajo de trabajo, en cuyo caso habrán de ser eliminados a su costa.

El detritus de perforación, lavado del terreno o de taladros y los residuos de lechada serán canalizados hasta lugares donde puedan ser vertidos, previamente autorizados por la Dirección de Obra.

3.14.5 Inyecciones en hincas

Las inyecciones en las hincas, tal y como se ha mencionado anteriormente, se dividen principalmente en dos tipos:

- Inyección en el espacio anular formado entre la excavación y el tubo hincado en las hincas de escudo ciego.
- Inyección en el espacio anular formado entre la camisa metálica y el tubo interior en las hincas helicoidales.

En las hincas de escudo ciego los inyectores atraviesan el espesor del tubo en su totalidad y están dispuestos, dentro de una misma sección del tubo, a 120º.

Este tipo de inyecciones se puede dividir en dos fases bien diferenciadas:

- Las inyecciones se comenzarán una vez terminada la ejecución de la hinca y por el inyector superior. Durante la inyección por el inyector superior, el resto de los inyectores deberán estar abiertos. La inyección por el inyector superior durará hasta que empiece a salir la lechada por el resto de los orificios.
- A partir del momento que ha empezado a salir la lechada por los otros dos inyectores se procederá a cerrar el inyector superior y a seguir inyectando por los otros dos inyectores hasta que no se admita más lechada.

En las hincas helicoidales la inyección se realiza en una única fase:

- En el caso de las hincas helicoidales la inyección se realizará desde una boquilla dispuesta en la tapa de cierre, de aguas abajo, del espacio anular entre la camisa metálica y el tubo interior. Antes de iniciar la inyección hay que colocar la tapa de cierre del espacio anular de aguas arriba y hay que



asegurarse que se permite la salida del aire acumulado entre la camisa y el tubo interior mientras se realiza la inyección. La inyección terminará cuando por el orificio de salida de aire ya no sale aire si no que ya sale parte de la lechada inyectada.

Las inyecciones, en las hincas de escudo ciego, se realizarán con una dosificación de partida de una parte de agua por una de cemento ($A/C = 1/1$) y terminarán con una dosificación de partida de una parte de agua por dos de cemento ($A/C = 1/2$).

La citada dosificación podrá y deberá ajustarse según la capacidad de absorción del medio receptor, siguiendo las instrucciones de la Dirección de Obra.

Por otro lado, en el caso de las inyecciones en las hincas helicoidales la dosificación de la lechada deberá ser una parte de agua por dos de cemento ($A/C = 1/2$).

3.14.6 Medición y Abono

La medición y abono se realizará por metro lineal de perforación para inyección en hormigón o en roca, por tonelada de cemento realmente inyectada en lechada o mortero, y por suplemento en empleo de aditivos para inyecciones cuando sea necesario, a los precios correspondientes del Cuadro de Precios.

Por otra parte, en el caso de las inyecciones en las hincas de escudo ciego y helicoidales se abonarán por tonelada de lechada o de mortero de cemento realmente inyectada, y por suplemento en empleo de aditivos para inyecciones cuando sea necesario, a los precios correspondientes del Cuadro de Precios.

Únicamente serán de abono el mortero y la lechada que queden inyectados. Los materiales que se pierdan por obstrucción al tener que lavar la tubería o las máquinas de inyección, no serán de abono. Tampoco serán de abono la lechada o mortero que, una vez inyectados, se escapen en el interior del túnel o de la tubería.

Están incluidos en los precios de las inyecciones, la limpieza en el túnel, tubería o galería de todos los residuos producidos por la inyección al finalizar los trabajos, o cuantas veces sea necesaria dicha limpieza, a juicio de la Dirección de Obra.

El importe de las inyecciones de lodos se encuentra incluido en el precio a emplear: U090911.

3.15 **Pinturas y recubrimientos**

3.15.1 Ejecución

Estas unidades de obra se ejecutarán de acuerdo con lo dispuesto en el CTE.

En los planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se definirán las superficies a pintar y/o revestir, así como el tipo de pintura o revestimiento.

3.15.1.1 Preparación de superficies

Antes de aplicar el recubrimiento se deberá preparar las superficies para dar cumplimiento a los siguientes objetivos:

- Remover todos los contaminantes visibles y no visibles.
- Eliminar las imperfecciones que producen aristas y vértices agudos.
- Obtener en los aceros nuevos un perfil de anclaje que asegure la buena adherencia mecánica del recubrimiento sobre la superficie protegida.

El método de limpieza utilizado deberá cumplir la legislación ambiental vigente y las especificaciones que el CABB adopte al respecto.

A continuación, se describen los principales métodos de limpieza y preparación de superficies a pintar:

- Limpieza química: El método SSPC-SP 1 o equivalente se utilizará para la eliminación preliminar de contaminantes como aceite, grasa, crudo u otros químicos que se encuentren sobre la superficie a tratar antes de iniciar la operación de limpieza con chorro abrasivo seco. Los productos desengrasantes que se utilicen para la limpieza química mediante el método SSPC-SP 1 o equivalente deberán ser biodegradables.
- Limpieza con herramienta manual: El método SSPC-SP 2 o equivalente se utilizará para la limpiar pequeñas áreas donde se tengan que eliminar el óxido, las escamas y los restos de soldadura y pintura en mal estado. Se deberá garantizar que los materiales de las herramientas no contaminen con residuos las superficies a limpiar.
- Limpieza con herramienta mecánica: Este método se utilizará en áreas de tamaño regular donde se tengan que eliminar el óxido, las escamas y los restos de soldadura y pintura en mal estado. Para esta limpieza se utilizarán cardas, cepillos, esmeriles o cualquier otra herramienta neumática, eléctrica o de transmisión neumática. Se deberá tener cuidado de no disminuir la sección del perfil por un uso excesivo de este tipo de herramientas. La calidad de la limpieza por este método deberá ser igual a la indicada en el método SSPC-SP 3 o equivalente.
- Limpieza con chorro abrasivo: De acuerdo con la norma ISO se deberá alcanzar un grado de limpieza de superficie Sa 2 ½, cuya descripción consiste en eliminar contaminantes hasta que un 95% de una superficie de 56,25 cm² (7,5 x 7,5 cm) esté libre de corrosión visible, escama de laminación, pintura y material extraño. El método de limpieza con chorro de arena o abrasivo a presión seco, ISO 8504, se aplicará en superficies de acero. El control de calidad de los abrasivos no metálicos empleados en la limpieza metálica deberán realizarse conforme a la ISO 11126 antes del inicio de su aplicación.

3.15.1.2 Recubrimientos galvanizados en caliente

Como norma general las estructuras de perfiles laminados tendrán una protección que consistirá en un recubrimiento galvanizado en caliente.



Todas las estructuras metálicas, y que no se hayan previsto en AISI 316L, incluyendo escaleras, plataformas de trámex de seguridad, etc. serán atornilladas y galvanizadas en caliente.

La norma que se aplicará será la ISO 1461:2010.

El recubrimiento medio mínimo será de 85 micras para una masa del recubrimiento mínima de 610 gr/m², para muestras sin centrifugar.

El recubrimiento medio mínimo estará comprendido entre 45 y 55 micras para una masa del recubrimiento mínimo de 395 y 325 gr/m² para muestras centrifugadas y piezas con roscas entre 6 y 20 milímetros o más de diámetro.

Si fuera necesario utilizar soldadura en las estructuras, será bajo la supervisión de la Dirección de Obra y como consecuencia de alguna circunstancia extraordinaria.

En tal caso se usará un revestimiento protector electroquímico a base de epoxi-cinc tras un adecuado tratamiento mecánico de limpieza del cordón de soldadura.

3.15.1.3 Pinturas anticorrosivas

En este apartado se describen las principales características y aspectos que se deben tener en cuenta a la hora de aplicar este tipo de pinturas.

Cualquier desviación del procedimiento o del material comprendidos en este artículo deberán ser aprobados por la Dirección de Obra.

La normativa aplicable será la ISO 12944-1-8:2018. Pinturas y barnices. Protección anticorrosiva de estructuras de acero por sistemas de pintura protectora.

Los recubrimientos anticorrosivos se realizarán con pinturas que no contengan pigmentos tóxicos con plomo o cromatos, que el punto de inflamación esté por encima de 21º y cuyo contenido de Compuestos Orgánicos Volátiles no sea superior a 33 kg/l.

Al igual que el caso del apartado anterior de Preparación de las superficies, la pintura anticorrosiva utilizada deberá cumplir la legislación ambiental vigente y las especificaciones que el CABB adopte al respecto.

Se iniciará el pintado de la estructura metálica una vez finalizada la limpieza de las superficies a recubrir.

La aplicación del recubrimiento no deberá superar las 4 horas cuando la superficie se encuentre en ambiente seco; si el ambiente es húmedo, el recubrimiento se deberá aplicar en el menor tiempo posible, dado que a mayor humedad más rápido se oxida la superficie. No se realizarán trabajos de limpieza ante una humedad relativa mayor de 85%.



3.15.2 Control de calidad

Una vez terminado la aplicación de la pintura y finalizado el periodo de secado y curado, el contratista efectuará las pruebas de adhesión aplicando el procedimiento A del método ASTM D-3359 o equivalente, la determinación de sólidos en volumen aplicando el método ASTM D2697 o equivalente y la determinación de la resistencia al intemperismo según el método ASRTM D-154 última revisión o equivalente.

La medición de espesores se deberá realizar en película seca aplicando el método establecido en la norma ISO 2366.

La evaluación de las pruebas y los criterios de aceptación estarán basados en las normas ASTM y serán aprobados por la Dirección de Obra.

El contratista no podrá efectuar ningún trabajo de limpieza de superficie con chorro abrasivo seco ni aplicación de recubrimiento, si la temperatura de la superficie no se encuentra por lo menos 3º C arriba del punto de rocío.

3.15.3 Medición y abono

Salvo especificación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares estas unidades se medirán y abonarán por metros cuadrados (m²) de superficie, a los precios que figuren en el Cuadro de Precios.

En los precios se incluyen todas las operaciones, materiales y medios auxiliares precisos para la completa ejecución de la unidad de obra, incluyendo la preparación de las superficies (limpieza, chorreado, emplastecido, lijado, etc.), reparación de defectos, etc.

Esta unidad no será de abono cuando está incluida en el precio del elemento a pintar o revestir.

El Contratista habrá de presentar con anterioridad a la ejecución de las unidades de obra comprendidas en este artículo, muestras de los materiales que pretenda utilizar que, una vez aprobadas por la Dirección de la Obra, podrán ser empleados ateniéndose a las normas que ésta indicase en cada caso, sin que se motive más abono que el resultante de aplicar a la medición de las mismas de que se trate, según su definición en el Cuadro de Precios nº 1, el precio correspondiente.

Los precios a emplear serán: U170201, U170204, U190300N.

3.16 **Pavimentaciones**

3.16.1 Consideraciones generales

Para la reparación y/o reposición del pavimento en aquellas zonas urbanizadas que son afectadas por las obras, se utilizarán las unidades de obra de este apartado que correspondan, según las características de aquél, en la forma y dimensiones que se definen en los planos del Proyecto y/o Replanteo o según lo que determine para cada caso la Dirección de Obra.



Las irregularidades que excedan de las tolerancias definidas en dichos planos o P.P.T.P. serán reparadas por el Contratista sin que tenga derecho a abono suplementario alguno por este concepto.

3.16.2 Capas granulares

3.16.2.1 Bases granulares

3.16.2.1.1 Definición

Se define como base granular la capa de firme situada inmediatamente debajo de la mezcla bituminosa en caliente o del simple o doble tratamiento superficial y sobre la sub-base granular.

3.16.2.1.2 Ejecución de las obras

Para la ejecución de esta unidad de obra el Contratista deberá ajustarse a las prescripciones que, al efecto, se incluyen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) artículos 501.3 a 501.5.

3.16.2.1.3 Control de calidad Antes de la ejecución:

El contratista propondrá a la Dirección de Obra para su aprobación, la localización de yacimientos, acompañando cantidad suficiente de ensayos para demostrar su idoneidad y cubicación de cada yacimiento. Los ensayos deberán estar realizados de acuerdo con las siguientes Normas:

- Granulométrico (NLT-150/89)
- Límite líquido UNE 103103
- Límite Plástico UNE 103104
- Equivalente de arena UNE 103109
- Los Ángeles (NLT-149/91)
- Estabilidad a los sulfatos sódico o magnésico (NLT-158/94) Durante la ejecución:

Por cada quinientos metros cúbicos (500 m3) o fracción serán exigibles:

- 1 Granulométrico (NLT-150/89)
- 1 Límite líquido UNE 103103
- 1 Límite plástico UNE 103104
- 2 Equivalentes de arena UNE 103109
- 1 C.B.R. UNE 103502



Por cada mil metros cuadrados (125 m³) o fracción de capa colocada, serán exigibles:

- 1 Densidad y humedad in situ (ASTM D 3017)

3.16.2.1.4 Medición y Abono

La base granular se abonará por aplicación de los precios correspondientes a los metros cúbicos (m³) deducidos de las secciones tipo de los Planos del Proyecto con las limitaciones máximas a efectos de abono que, se establecen en ellos o en el P.P.T.P.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias antedichas serán corregidas por el Contratista sin que les sean de abono.

Los precios a emplear serán: U110104, U200201.

3.16.3 Riegos asfálticos

3.16.3.1 Riegos de imprimación

3.16.3.1.1 Definición

Se define como riego de imprimación la aplicación de un ligante bituminoso sobre una capa no bituminosa, previamente a la extensión sobre ésta de una capa bituminosa.

3.16.3.1.2 Ejecución de las obras

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie existente.
- Aplicación del ligante bituminoso.
- Eventual extensión de un árido de cobertura.

Se realizará según las directrices del art. 530.5 del PG-3 y con las limitaciones del art. 530.6 del mismo Pliego, empleando una maquinaria que cumpla las condiciones del Art. 530.4 del PG-3.

3.16.3.1.3 Control de calidad

Durante la ejecución serán exigibles, por cada diez toneladas (10 t.), los mismos ensayos que los indicados para los betunes fluidificados.



3.16.3.1.4 Medición y Abono

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente, y, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto.

El abono del riego como tal, se encuentra incluido en el del aglomerado asfáltico, y por lo tanto no procede su abono por separado.

3.16.3.2 Riego de adherencia

3.16.3.2.1 Definición

Se define como riego de adherencia la aplicación de un ligante bituminoso sobre una capa bituminosa previamente a la extensión, sobre ésta, de otra capa bituminosa.

3.16.3.2.2 Ejecución de las obras

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie existente.
- Aplicación del ligante bituminoso.

Los equipos empleados se ajustarán a lo establecido en el Art. 531.4 del PG-3.

En la ejecución se seguirá lo expuesto en el Art. 531.5 del PG-3 con las limitaciones del art. 531.6 del mismo PG-3.

3.16.3.2.3 Control de calidad

Durante la ejecución serán exigibles por cada diez toneladas (10 t.), los mismos ensayos que los indicados para los betunes fluidificados.

3.16.3.2.4 Medición y abono

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente; y, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto.



El abono del riego como tal se encuentra incluido en el del aglomerado asfáltico, y por tanto no procede su abono por separado

3.16.4 Mezclas bituminosas

3.16.4.1 Mezclas bituminosas en caliente

3.16.4.1.1 Definición

Se define como mezcla bituminosa en caliente la combinación de áridos y un ligante bituminoso, para realizar la cual es preciso calentar previamente los áridos y el ligante. La mezcla se extenderá y compactará a temperatura superior a la del ambiente.

3.16.4.1.2 Ejecución de las obras

Su ejecución incluye las operaciones siguientes;

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla.
- Fabricación de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo propuesta.
- Transporte de la mezcla al lugar de empleo.
- Extensión y compactación de la mezcla.

Los equipos e instalaciones empleados cumplirán con el Art. 542.4 del PG-3.

Para la ejecución se seguirá lo expuesto en los art. 542.5 a 542.7, con las limitaciones del art. 542.8 del PG-3.

3.16.4.1.3 Control de calidad Antes de la ejecución:

El Contratista propondrá a la Dirección de Obra para su aprobación la localización de yacimientos, debiendo acompañar cantidad suficiente de ensayos para demostrar su idoneidad y cubicación de cada yacimiento. Los ensayos deberán estar realizados de acuerdo con las siguientes Normas:

- Áridos grueso y fino:
 - Granulométrico (NLT-150/89)
 - Adhesividad árido grueso (NLT-166/92NLT-162/84)
 - Adhesividad árido fino (NLT-162/84NLT-355/93)
 - Equivalente de arena UNE 103109



- Los Ángeles (NLT-149/91)
- Estabilidad a los sulfatos sódico y magnésico (NLT-158/94)
- Coeficiente de pulido acelerado (NLT-174/93 NLT-175/98)
- Índice de lajas (NLT-354/91)

- Filler:

- Coeficiente de emulsibilidad (NLT-180/93)
- Densidad aparente (NLT-176/92) Durante la ejecución serán exigibles:

- Áridos:

Por cada cincuenta metros cúbicos (50 m³) o fracción:

- 1 Granulométrico (NLT-150/89)
- 1 Equivalente de arena (UNE 103109)
- Betunes asfálticos:

Por cada diez toneladas (10 t.) o fracción:

- 1 Penetración (NLT-124/99)
- 1 Solubilidad en tricloroetileno (NLT-130/98) Por cada hora de trabajo:
- 1 determinación de la temperatura de los áridos y del ligante a la entrada del mezclador.
- 1 determinación de la temperatura de la mezcla a la salida del mezclador. Por cada unidad de transporte:
- 1 Determinación de la temperatura de la mezcla al descargar la obra.

Por cada 200 t. a la salida de la planta o por cada jornada de trabajo:

- 1 Granulométrico (NLT-165/90)
- 1 Proporción de ligante (NLT-164/90)
- 1 Inmersión - compresión (NLT-162/84)
- 1 Marshall (NLT-159/86) Por cada 700 t. extendidas o por cada jornada de trabajo:
- 1 Granulométrico (NLT-165/90)
- 1 Proporción de ligante (NLT-164/90)
- 1 Marshall (NLT-159/86)

3.16.4.1.4 Medición y Abono

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente y, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto.

La fabricación y puesta en obra de las mezclas bituminosas en caliente se abonará mediante la aplicación del precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cuadrados (m²) en función de su



espesor deducidos de las dimensiones definidas en los planos de Proyecto, con las limitaciones máximas a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

El cemento a emplear como filler de aportación, está también incluido en el precio indicado.

El precio de aplicación será: U200406.

3.16.5 Pavimentos de hormigón

3.16.5.1 Definición

Se define pavimento rígido de hormigón al constituido por losas de hormigón en masa o armado, cuya principal característica es una marcada resistencia a flexión.

3.16.5.2 Ejecución de las obras

La ejecución puede incluir las operaciones siguientes:

- Estudio del hormigón y obtención de la fórmula de trabajo
- Preparación de la superficie de apoyo del hormigón
- Fabricación del hormigón
- Transporte del hormigón
- Colocación de encofrados y/o elementos de rodadura o guiado de las máquinas
- Colocación de los elementos de las juntas
- Puesto en obra del hormigón
- Colocación de armaduras
- Ejecución de armaduras
- Realización de la textura superficial
- Acabado
- Protección del hormigón fresco y curado
- Desencofrado
- Sellado de juntas

El equipo a emplear cumplirá lo especificado en el Art. 550.6 del PG-3. La ejecución de las obras se hará de acuerdo en el Art. 550.8 del PG-3.

3.16.5.3 Control de calidad

Se llevará a efecto de acuerdo con lo especificado en los Apartados 550.9 y 550.10 del PG-3.



3.16.5.4 Medición y Abono

El pavimento de hormigón se abonará por aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cúbicos (m³) deducidos de las secciones tipo de los Planos de Proyecto con las limitaciones a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

Dentro de dichos precios se considera incluida la parte proporcional de encofrado y desencofrado, compactación, fratasado, juntas, aditivos, y curado del hormigón.

Si fuera armado, las armaduras se medirán y abonarán por kilogramos (kg.).

El precio de aplicación será: U140002, U200603.

3.16.6 Geotextil anticontaminante

3.16.6.1 Definición

Consiste en la colocación de una malla de polipropileno termosoldada que evita la contaminación de agregados sobre el terreno, facilitando un soporte duradero, estabilización, drenaje y mejora de la capacidad portante del suelo.

3.16.6.2 Ejecución

Cuando las características del terreno natural y las condiciones del flujo de agua hagan temer la migración de finos, se interpondrá un material geotextil adecuado entre la superficie del terreno original y el material de mejora del mismo o entre aquella y la cuna de apoyo del tubo en caso de que ésta fuera de material granular.

La colocación de las láminas de geotextil, cuando sea necesaria, se llevará a cabo normalmente sobre la superficie del terreno con un solape comprendido entre 0,30 y 1,50 m. dependiendo de la capacidad portante del terreno. Dicho solape será el definido en los planos de Proyecto o el que, en su caso, decida la Dirección de Obra dentro de los límites fijados anteriormente.

3.16.6.3 Medición y Abono

Los geotextiles se abonarán por metros cuadrados (m²) realmente puestos en obra estando incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta ejecución (suministro de material, corte, solapes, extendido, etc.).

El precio de aplicación será: U050003.



3.16.7 Aceras

3.16.7.1 Definición

Se define como acera para utilización de los peatones el pavimento formado por baldosas hidráulicas recibidas y asentadas con mortero y colocadas sobre una solera mínima de 0,10 m. de hormigón en masa HM-20, que se extenderá entre el bordillo y el encofrado paralelo.

3.16.7.2 Ejecución de las obras

Los 0,10 m. mínimos de hormigón en masa no se extenderán hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que se ha de asentar está debidamente compactada y con las rasantes que se indiquen en el Proyecto o Replanteo.

Sobre la solera de hormigón se dispondrá una capa de material de agarre de dos centímetros (2 cm.) de mortero, sobre ella se colocarán las baldosas hidráulicas, nivelándolas a golpes de maceta y dándoles las pendientes de desagüe. Después se pasará con una escobilla una lechada de cemento para el relleno de las juntas, que no serán superiores a cinco milímetros (5 mm).

3.16.7.3 Medición y Abono

La preparación de la superficie de la explanada se considerará incluida, en la unidad de obra correspondiente a las excavaciones en explanación o en los rellenos compactados a cielo abierto y, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto. La acera se abonará por aplicación de los precios correspondientes a los metros cuadrados (m²) deducidos de las secciones tipo de los planos de Proyecto con las limitaciones máximas a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

El precio de aplicación será: U200603.

3.16.8 Cunetas

3.16.8.1 Definición

Se define como cuneta las piezas prefabricadas de hormigón colocadas sobre la cuneta excavada y preparada.



3.16.8.2 Ejecución de las obras

Las piezas se asentarán sobre un lecho de hormigón HM-20.

Las piezas que formen la cuneta se colocarán dejando un espacio entre ellas de cinco milímetros (5 mm) rellenándose posteriormente este espacio con mortero 1:2.

3.16.8.3 Control de calidad

No se aceptarán variaciones superiores a 6 mm, medidas por solapo con regla de 2 m., ni cejas superiores a 4 mm, en el caso de cunetas prefabricadas.

3.16.8.4 Medición y Abono

La cuneta se medirá por metros lineales (m) deducidos de los planos de Proyecto, abonándose mediante aplicación del precio correspondiente, estando incluido en el mismo todas las operaciones necesarias para su correcta colocación.

El precio de aplicación será: U200701N.

3.17 Instalación de mecanismos

3.17.1 Condiciones generales

El Contratista deberá presentar tras la oferta tres (3) propuestas de suministradores de cada uno de los mecanismos, con indicación expresa de las características, detalles, materiales que los constituyen, folleto o catálogo informativo, etc., así como del programa de fabricación, procedimiento de Control de Calidad que realizará y propuesta de puntos de inspección, así como del manual de identificación.

Se deberá detallar de forma especial si se modifican algunas de las características o materiales expresamente citados en el Pliego de Prescripciones Técnicas y en el Cuadro de Precios y las causas técnicas y/o económicas que las aconsejan.

La Dirección de Obra, una vez estudiadas las propuestas en el plazo máximo de dos meses a partir de la fecha de presentación resolverá bien aceptando una de las propuestas o indicando las modificaciones o cambios de materiales a realizar para ajustarse a las condiciones establecidas en los Pliegos de Prescripciones.

El Contratista, quedará obligado a la resolución que adopte la Dirección de Obra, sin más limitaciones que las que pudieran derivarse de la aplicación del Reglamento General de Contratos del Estado.



La resolución de la propuesta no releva al Contratista de ninguna de sus obligaciones en cuanto a los resultados de las pruebas en Fábrica o de las que se hagan al final del montaje ni en cuanto a lo que resultase del funcionamiento durante el periodo de garantía del Contrato.

Todos los gastos que se produzcan por la realización de los Controles de Calidad y ensayos que se indican serán por cuenta del Contratista.

Si en las verificaciones que realice la Dirección de Obra se detectan defectos en los elementos que componen el equipo, se producen durante la realización de las pruebas, o los equipos no cumplen las condiciones exigidas en las mismas, los gastos de viaje y estancia que se deriven de las nuevas comprobaciones a realizar por la Dirección de Obra durante la reparación y/o nuevas pruebas será por cuenta del Contratista.

Con anterioridad a la realización de las pruebas de presión interior y estanqueidad con la tubería instalada, el Contratista entregará dos folletos de cada uno de los mecanismos debidamente encuadrados con la portada y dimensiones que determine la Dirección de Obra.

En estos folletos se debe incluir el catálogo o planos constructivos y las instrucciones de montaje, desmontaje, pinturas empleadas, mantenimiento, etc., y en caso necesario de funcionamiento del equipo.

3.17.2 Identificación de materiales, componentes y conjuntos montados

El Contratista deberá presentar con la oferta el manual de identificación de cada uno de los fabricantes propuestos.

Este manual, describirá el procedimiento de identificación y control de los materiales, de diferentes piezas en fase de fabricación y de las ya fabricadas, de los conjuntos parcialmente montados y de los mecanismos ya terminados.

3.17.3 Protección superficial

3.17.3.1 Preparación de las superficies a proteger

Con anterioridad a efectuar el chorreado se procederá a la eliminación mediante amolado, de las rebabas, hoja y salpicaduras de soldadura y se redondearán las aristas.

Las superficies deberán estar limpias de grasa, aceite y materiales extraños, mediante el lavado con un disolvente adecuado.

Antes de proceder a la aplicación de la capa de imprimación se procederá a la preparación de la superficie de los mecanismos por chorreado hasta metal blanco, debiendo eliminarse la totalidad de las materias extrañas como son el óxido, la cascarilla, etc.

Esta preparación se realizará según la Norma Sueca S.LS. 055900 al grado Sa 3.



En las superficies inaccesibles al chorreado se procederá al rascado con rasqueta de metal duro y cepillado con cepillo de alambre según se indica en la Norma Sueca S.LS. 055900 al grado St. 3.

En cualquier caso, antes de proceder a la aplicación de la mano de imprimación, se procederá a la eliminación de los residuos de polvo con un aspirador con aire comprimido limpio y seco.

En ningún caso, entre la finalización de la limpieza y la aplicación de la mano de imprimación se deben superar las dos (2) horas.

3.17.3.2 Aplicación

Tanto la imprimación como las capas de acabado se efectuarán en un local seco, cubierto al abrigo del polvo y con la ventilación adecuada durante la aplicación y el secado.

Se tendrá especial cuidado en observar las condiciones de aplicación recomendadas por el fabricante en lo referente a la proporción de la mezcla, vida de la misma, control de las temperaturas y del grado de humedad relativa, tanto durante la aplicación como en el tiempo de curado

Igualmente se observarán, los intervalos de tiempo entre repintados recomendados por el fabricante. En caso de sobrepasarse el intervalo máximo se comunicará la rugosidad a la superficie con el fin de asegurar la adherencia entre capas.

La pintura se aplicará de forma que no se produzcan corrimientos, descuelgues, rateados, rayados, porosidades u otros defectos

Los elementos en que se aprecien estos defectos u otros que denoten la incorrecta preparación de la superficie o aplicación de la pintura serán rechazados.

El espesor de la capa seca de imprimación se medirá utilizando aparatos calibrados como el cometer o el Míkotester.

El fabricante, por medio de su departamento de Control de Calidad, realizara y certificara los ensayos de adherencia a la base y entre capas bajo los requisitos fijados en la Norma DIN 53151 con un nivel de aceptación correspondiente a un valor característico VC-2 como mínimo.

3.17.4 Pruebas de los mecanismos en general

3.17.4.1 Control dimensiona

El fabricante por medio de su departamento de Control de Calidad, efectuara y anotara en los impresos adecuados para presentar a la Dirección de Obra el control dimensional de todos los mecanismos objeto del pedido.



Las medidas se realizarán, en los siguientes puntos, poniendo especial atención a las cotas de "interfaz" con otros elementos.

Equipos con bridas: se comprobará el diámetro entre centros de taladros, alineación de taladros entre bridas opuestas, número de taladros, diámetro, diámetro interior, anchura entre bridas, concentricidad respecto a los centros de los taladros, diámetro interior en varios puntos, etc.

En los equipos en que el interior sea un anillo elástico se procederá a la verificación en varias puntos de la concentricidad del anillo con el diámetro exterior del mecanismo.

3.17.4.2 Pruebas de accionamiento o funcionamiento

En todos los equipos se comprobará el correcto funcionamiento de los accionamientos, ya sean manuales o de cualquier otro tipo.

En los impresos adecuados se anotarán para cada uno de ellos;

3.17.4.3 Tipo de mecanismo.

- Número de identificación.
- Presión nominal.
- Diámetro interior
- Maniobra realizada. Número de vueltas. Recorrido. Etc.

En el apartado correspondiente a cada mecanismo se señalará en caso necesario, el tipo de prueba a realizar y los datos de características a rellenar.

3.17.5 Pruebas de estanqueidad y de resistencia (o hidrostática)

A nivel general, salvo indicación expresa en el apartado correspondiente a cada mecanismo, el fabricante presentará certificado de las pruebas realizadas en fábrica a las presiones de prueba.

Los tiempos de duración de las pruebas serán como mínimo los siguientes:

- Prueba de resistencia o hidrostática: 5 minutos.
- Prueba de estanqueidad (en los elementos que lo precisen): 3 minutos.



3.17.6 Instalación de mecanismos

3.17.6.1 Condiciones Generales

Todos los mecanismos deben suministrarse con un "Manual de instrucciones de montaje" que deberá observarse para efectuar el mismo.

Las instrucciones que a continuación se citan se dan con carácter general y se aplicarán únicamente en el caso que no contradigan las dadas en el "Manual de instrucciones de montaje".

En determinados mecanismos, según se indica en el apartado correspondiente a cada uno de ellos, será obligada la asistencia al montaje de un experto montador de la casa suministradora, que supervise el montaje.

Algunos de estos mecanismos son, válvulas de sobrevelocidad, contadores por ultrasonidos, válvulas de regulación de presión y/o caudal y juntas antivibratorias, etc.

Antes de comenzar el montaje se limpiará toda la suciedad, polvo y partículas extrañas que puedan haberse introducido en el mecanismo durante su transporte y almacenaje.

Todos los mecanismos se comprobarán en vacío previamente a su montaje en obra.

Se evitará que la escoria y salpicadura de la soldadura caigan en el interior de los mecanismos. Las válvulas provistas de by-pass se accionarán en la misma dirección que la válvula principal.

Antes de comenzar el montaje se comprobará que la tubería esté perfectamente sujeta y alineada y que los agujeros de las bridas coinciden.

Los aprietes se realizarán por medio de llaves dinamométricas debidamente taradas.

3.17.6.2 Dimensiones de las bridas y tuberías de acoplamiento

Las bridas de los mecanismos y de las tuberías deben estar construidas bajo la misma norma.

Las bridas de los mecanismos y las contrabridas de la tubería deben de ser iguales (planas, con resalte, etc.).

Se comprobará en todos los casos que las caras de las bridas no están alabeadas por el calor de la soldadura o por golpes.

Igualmente se verificarán los diferentes diámetros de las bridas.



3.17.6.3 Puesta en posición

En principio y salvo indicación expresa en Proyecto, todas las válvulas de mariposa se colocarán de forma que el eje quede en un plano horizontal.

Salvo indicación expresa en Proyecto, las válvulas de husillo se colocarán en posición vertical.

3.17.6.4 Verificaciones antes del montaje

Se comprobará que no hay aristas vivas ni demasiado pronunciadas que puedan dañar el anillo elástico de las válvulas o la misma junta durante el montaje.

3.17.6.5 Montaje de los mecanismos entre bridas de las tuberías

Los mecanismos se centrarán presentando varios tirantes o tornillos. Los tornillos se apretarán progresivamente y en cruz.

En el caso de válvulas de mariposa, se presentarán éstas con la mariposa lo más alejada posible de la posición de cierre de forma que no pegue en las bridas de la tubería. Una vez centrado el mecanismo, se colocará la mariposa en la posición más cercana a la apertura máxima y se continuará el montaje.

Las válvulas de compuerta deben estar cerradas antes de proceder al montaje.

3.17.6.6 Control después del montaje

Los mecanismos en que sea posible se deberán maniobrar varias veces para asegurar que no hay oposición a su correcto y total movimiento.

3.18 Válvulas de paso o seccionamiento

3.18.1 Montaje e instalación

El Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante debiendo observarse, en cuanto no sean contradictorias, las indicadas en el apartado 3.22 de este Pliego.

3.18.2 Medición y abono

El abono se realizará por unidades (ud.) realmente colocadas, de acuerdo con las características (P.N. y diámetro) requeridas en Proyecto.



Se considera incluido en el precio de aplicación el suministro, transporte, montaje, pintura u otro tipo de protección, juntas de estanqueidad, tornillería y todos los medios auxiliares y personal necesarios incluyendo la realización de las pruebas tanto en fábrica como en la tubería instalada.

Los precios de aplicación serán: U220102, U220103, U220104, U220106, U220107, U220202, U220203, U220203, U220204, U220206, U220207N, U220208N, U220211, U220217N, U220222, U220301.

3.19 Válvulas de retención

3.19.1 Montaje e instalación

El Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante debiendo observarse, en cuanto no sean contradictorias, las indicadas en el apartado 3.22 de este Pliego.

3.19.2 Medición y abono

El abono se realizará por unidades (ud.) realmente colocadas, de acuerdo con las características (P.N. y diámetro) requeridas en Proyecto.

Se considera incluido en el precio de aplicación el suministro, transporte, montaje, pintura u otro tipo de protección, juntas de estanqueidad, tornillería galvanizada o inoxidable y todos los medios auxiliares y personal necesarios incluyendo la realización de las pruebas tanto en fábrica como con la tubería instalada.

Los precios a emplear serán: U230101, U230102, U230103, U230107, U230402, U230406.

3.20 Válvulas de control

3.20.1 Montaje e instalación

El Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante debiendo observarse, en cuanto no sean contradictorias, las indicadas en el apartado 3.22 de este Pliego.

3.20.2 Medición y abono

El abono se realizará por unidades (ud.) realmente colocadas, de acuerdo con las características (P.N. y diámetro) requeridas en Proyecto.

Se considera incluido en el precio de aplicación el suministro, transporte, montaje, pintura u otro tipo de protección, juntas de estanqueidad, tornillería galvanizada o inoxidable y todos los medios auxiliares y personal necesarios incluyendo la realización de las pruebas tanto en fábrica como con la tubería instalada.

Los precios a emplear serán: U240601N, U240207.



3.21 Válvulas de aireación

3.21.1 Montaje e instalación

El Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante debiendo observarse, en cuanto no sean contradictorias, las indicadas en el apartado 3.22 de este Pliego.

3.21.2 Medición y abono

El abono se realizará por unidades (ud.) realmente colocadas, de acuerdo con las características (P.N. y diámetro) requeridas en Proyecto.

Se considera incluido en el precio de aplicación el suministro, transporte, montaje, pintura u otro tipo de protección, juntas de estanqueidad, tornillería galvanizada o inoxidable y todos los medios auxiliares y personal necesarios incluyendo la realización de las pruebas tanto en fábrica como con la tubería instalada.

Los precios a emplear serán: U25038N, U25039N.

3.22 Carretes de desmontaje

3.22.1 Montaje e instalación

El Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante debiendo observarse, en cuanto no sean contradictorias, las indicadas en el apartado 3.22 de este Pliego.

3.22.2 Medición y abono

El abono se realizará por unidades (ud.) realmente colocadas, de acuerdo con las características (P.N. y diámetro) requeridas en Proyecto.

Se considera incluido en el precio de aplicación el suministro, transporte, montaje, pintura u otro tipo de protección, juntas de estanqueidad, tornillería y todos los medios auxiliares y personal necesarios incluyendo la realización de las pruebas tanto en fábrica como en la tubería instalada.

Los precios a emplear serán: U260201, U260202, U260203, U260204, U260206, U260207, U260209, U260211,

3.23 Juntas antivibratorias

3.23.1 Montaje e instalación

El Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante debiendo observarse, en cuanto no sean contradictorias, las indicadas en el apartado 3.22 de este Pliego.



3.23.2 Medición y abono

El abono se realizará por unidades (Ud.) realmente colocadas, de acuerdo con las características (P.N. y diámetro) requeridas en Proyecto.

Se considera incluido en el precio de aplicación el suministro, transporte, montaje, pintura u otro tipo de protección, juntas de estanqueidad, tornillería galvanizada y todos los medios auxiliares y personal necesarios incluyendo la realización de las pruebas tanto en fábrica como con la tubería instalada.

Los precios a emplear serán: U290202N, U290203, U290205, U290207.

3.24 **Pantallas deflectoras**

3.24.1 Definición

Se trata de elementos capaces de realizar una limpieza automática de los tanques de retención de aliviaderos y estaciones de bombeo.

La limpieza de la cámara de retención y canales de los tanques de tormenta y estaciones de bombeo se llevan a cabo una vez se han vaciado los mismos, para evitar que la sedimentación acumulada provoque malos olores y que su limpieza sea más complicada.

3.24.2 Ejecución de las obras

Deberá estar colocada de manera que deje pasar el agua por su parte inferior hacia la cámara de alivio, de manera que impida que los flotantes que arrastra flotando la corriente de agua consigan pasar a dicha cámara, quedando retenidos por la propia pantalla.

Para su correcto funcionamiento se deben respetar las distancias mínimas con el muro de alivio, en función de la lámina de alivio que se tenga para caudal máximo justificada en el dimensionamiento hidráulico y verificada por el fabricante. Respetando estas premisas se evitará el efecto succión por debajo de la pantalla y dará tiempo a que los sólidos semipesados sedimenten y no escapen al cauce, e incluso que parte de los sólidos semi-flotantes, puedan ser capturados dentro del depósito.

3.24.3 Tolerancias

En tornillería y accesorios, normalizadas según DIN.

3.24.4 Medición y abono

Las unidades se abonarán por unidad ejecutada según el cuadro de precios nº1 entendiéndose incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta instalación.

Además, en el precio estará incluido el suministro, montaje, pruebas y demás materiales necesarios, como tornillería, perfilera, soportación y arandelas en AISI 316L para su completo montaje.



3.25 Tramex PRFV

3.25.1 Definición

Un trámex es una superficie estable creada a partir de pletinas, colocadas paralela y perpendicularmente en posición vertical. Es decir, un entramado formado por la unión de las pletinas creando una superficie homogénea, lisa y estable.

3.25.2 Ejecución de las obras

En el caso de montaje de trámex en huecos se deberá realizar de manera que la superficie superior del trámex quede totalmente enrasada con la superficie contigua, de tal manera que no quede ningún resalto ente ambas superficies.

En el resto de montajes, el trámex formará parte de una estructura, la cual se deberá ejecutar siguiendo los planos e instrucciones de diseño y montaje de la estructura previamente establecidas.

3.25.3 Tolerancias

Longitud ± 1 mm. Anchura ± 1 mm. Espesor ± 2 mm. Alabeo < 10 mm/m.

Coficiente seguridad carga dinámica: 2 respecto carga estática. Deflexión: < 6 mm o extensión libre dividida por 200.

La tolerancia máxima del saliente entre las pletinas transversales separadoras y las pletinas portantes o el marco perimetral es menor a 1,5 mm.

3.25.4 Medición y Abono

Las unidades se abonarán por unidad ejecutada según el cuadro de precios nº1 entendiéndose incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta instalación.

Además, en el precio estará incluido el suministro, montaje, pruebas y demás materiales necesarios, como perfilería, tornillería, y arandelas en AISI 316L para su completo montaje.

Los precios a emplear serán: U3600001.

3.25.5 Definición

Se llama bomba a la máquina que accionada mediante cualquier tipo de energía (eléctrica, motor de combustión interna, etc.) modifica la energía total H de un fluido transformando la energía mecánica en energía de movimiento o/y de altura de un caudal de fluido.



3.26 Bombas hidráulicas

3.26.1 Ejecución de las obras Ejecución de la cimentación

- La ejecución de la cimentación se realizará en hormigón armado y se diseñará de forma que el centro de gravedad de la masa del sistema máquina-cimentación coincida con el de la superficie de contacto de la base con el suelo.
- La profundidad de la cimentación por debajo rasante será como mínimo de 50cm.
- La cuantía mínima de armadura de la cimentación será superior a 30Kg/m³ de hormigón, equivalente a una malla cúbica de barras de 10mm de diámetro con una separación de 25cm en las tres direcciones.
- La presión neta sobre el terreno no excederá del 50% de la especificada neta en el informe del suelo. La misma reducción se aplicará sobre la capacidad portante de los pilotes en caso de que se requieran.
- Las cimentaciones tendrán una dimensión mínima de 300mm superior a la de la bancada metálica de la bomba en cualquier dirección horizontal.

Transporte y manipulación del equipo

- El transporte de los equipos y su manipulación se estará regido por la norma ISO 5199:2002 Puesta en marcha del equipo
- Antes de la puesta en marcha del equipo deberá comprobarse la nivelación de la bancada.
- Se cementarán los intersticios de la bancada metálica con mortero de alta resistencia tipo GROUT.
- Se comprobará la alineación del acoplamiento con la instalación llena a temperatura de trabajo en aplicación de la norma ISO 1910-1.
- Se comprobará que las tuberías no ejercen tensiones sobre la bomba.

3.26.2 Medición y abono

Las unidades se abonarán por unidad ejecutada según el cuadro de precios nº1 entendiéndose incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta definición e instalación (ingeniería de detalle, transporte, acopio, descarga, montaje, conexionado, pruebas, puesta en marcha y cualesquiera otras para que el equipo entre en funcionamiento con total garantía).

El abono de esta unidad se realizará, de acuerdo al régimen de pagos excepcional establecido en el capítulo 3.1 apartado 3.1.5.5 del presente Pliego de prescripciones Técnicas, o, en su caso, de acuerdo al régimen que se detalle, de manera específica para el contrato, en el Apartado “Régimen de pagos” del Pliego de Prescripciones Técnicas de la licitación.

Los precios a emplear serán: U370020N, U370021N, U370022N, U370023N, U370024N.



3.27 Instrumentación

3.27.1 Definición

Engloba los instrumentos necesarios para llevar a cabo operaciones de mantenimiento mediante lecturas directas o indirectas de nivel, caudal, presión, Ph, O₂, SS, NO₃... para su consignación en la instalación.

3.27.2 Ejecución de las obras

Con carácter general se seguirán las instrucciones de cada fabricante cuyas especificaciones cumplan lo estipulado en este pliego para la ejecución del montaje de la instrumentación. En particular:

Sondas de nivel

A la hora de elegir el equipo de medida y su ubicación más adecuada hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

Rango de medida y precisión:

- En las boyas se podrá variar el rango de medida alargando o acortando el cable entre la boya y la sujeción del interruptor de nivel.
- En las boyas la longitud mínima de cable será de 10 metros.
- Las sondas de medición capacitivas cableadas totalmente aisladas no pueden medir en la zona del peso tensor. Por eso la zona de medición de la sonda de medición termina en el borde superior del peso tensor.
- Las sondas de medición capacitiva de varilla totalmente aisladas no pueden medir en los primeros 20 milímetros de la punta.
- Las sondas de medición por ultrasonidos tendrán un rango de medida comprendido entre 5 y 15 metros y una precisión como mínimo del 0,15% del rango de medida o bien ± 10 mm.
- Las sondas de medición hidrostáticas tendrán una precisión en términos de desviación de medida del 0,2%.
- Las sondas capacitivas tendrán una precisión de proceso de 1 a 64 bar en un rango de medida de 6 m.
- Las sondas de tipo radar alcanzarán en un rango de medida hasta 30 metros una precisión de ± 2 mm.

Vibraciones:

- Vibraciones y sacudidas extremas próximas al equipo de medida (producidas por ejemplo por agitadores o corrientes turbulentas) pueden provocar que los electrodos del equipo de medida vibren también. Ello produciría una sollicitación elevada del material en el cordón de la soldadura superior.

Ubicación:



- El equipo de medida se colocará fuera de la corriente de llenado, en un punto del depósito donde no puedan surgir influencias perturbadoras, evitando así que se produzcan mediciones erróneas.
- Sondas de nivel capacitivas:
 - El equipo de medida deberá ir montado lo más vertical o paralelo posible al electrodo opuesto.
 - En el caso de tanques de formas asimétricas se producirán valores de nivel no lineales a causa de las diferentes distancias hacia la pared del depósito. Es por ello que se deberá emplear un equipo de medida de varilla doble, un tubo de envoltura o se deberá linealizar la señal de medición.
 - El equipo de medida no podrá tocar ninguna estructura o pared del depósito durante el funcionamiento. En el caso de emplear versiones cableadas largas, éstas pueden tocar la pared del depósito en caso de movimiento del agua, por lo que se deberá fijar adecuadamente el equipo de medida; por medio de una rosca, ya integrada en el peso tensor, para el alojamiento de un anillo de anclaje.
 - También se deberá colocar un muelle tensor que evite cargas de tracción y que el cable del equipo de medida esté demasiado estirado.
 - En el caso de depósitos de fondo cónico se intentará colocar el equipo de medida en el centro del depósito, ya que así será posible la medición hasta el fondo del depósito.
- Sondas de nivel ultrasonidos:
 - El equipo de medida deberá estar separado por lo menos 200 milímetros de las paredes del depósito.
 - Se deberá compensar mediante un ajuste adecuado los posibles ecos que pudieran aparecer si se coloca el sensor en depósitos con bóvedas o esquinas redondeadas.
 - En el caso de depósitos de fondo cónico se intentará colocar el equipo de medida en el centro del depósito, ya que así será posible la medición hasta el fondo del depósito.
 - Se definirá la tubuladura de forma que la parte inferior del transductor sobresalga como mínimo 10 milímetros.
 - En el caso de ser requerido llenar el depósito casi completamente se podrá montar el sensor con un espejo de desviación de material resistente a la corrosión.
 - Se tendrá en cuenta que las estructuras internas no se crucen con los impulsos ultrasónicos a la hora de elegir la posición del sensor.
 - Se podrá colocar el sensor de medición en un tubo vertical o se podrá emplear un sensor con microonda guiada en el caso de que el agua a medir tenga espumas y/o en el caso de que aparezcan corrientes fuertes de aire en el interior del depósito.
- Sondas de nivel tipo radar
 - El equipo de medida deberá estar separado por lo menos 200 milímetros de las paredes del depósito.
 - El montaje no debe realizarse demasiado cerca de la entrada del producto al depósito, ya que en tal caso podría resultar perturbada la señal de radar.



- En depósitos con llenado por arriba, la posición de montaje óptima es orientada al frente del llenado. Si el llenado es lateral, la posición de montaje óptima es al lado del mismo llenado.
 - En caso de montaje en tubuladura, la tubuladura tiene que ser lo más corta posible y el extremo de la misma tiene que ser redondeado. De este modo se mantienen reducidas las reflexiones de interferencia producidas por la tubuladura.
 - En caso de un silo cilíndrico con salida cónica, el montaje se realiza a entre un tercio y la mitad del radio del depósito desde fuera.
 - La ubicación del sensor de radar no se cruzará con las estructuras internas del depósito.
 - En caso de una conexión roscada, el borde de antena tiene que sobresalir como mínimo 5 mm (0,2 in) de la tubuladura.
- Sondas de tipo hidrostático:
 - Montar el equipo alejado de la corriente de llenado o la zona de vaciado de producto
 - Montar el equipo protegido contra golpes de ariete de un agitador
 - El equipo de medida no podrá tocar ninguna estructura o pared del depósito durante el funcionamiento. En el caso de emplear versiones cableadas largas, éstas pueden tocar la pared del depósito en caso de movimiento del agua, por lo que se deberá fijar adecuadamente el equipo de medida; por medio de una rosca, ya integrada en el peso tensor, para el alojamiento de un anillo de anclaje.
 - También se deberá colocar un muelle tensor que evite cargas de tracción y que el cable del equipo de medida esté demasiado estirado.
 - En el caso de depósitos de fondo cónico se intentará colocar el equipo de medida en el centro del depósito, ya que así será posible la medición hasta el fondo del depósito.

Tipo de depósito:

- En el caso de tratarse de un depósito metálico habrá que asegurar que la conexión mecánica de la sonda de medición con el depósito se encuentre conectada con conductividad eléctrica, para asegurar suficiente acometida a tierra. Para ello se deberá emplear sellos conductores tales como cobre, plomo, etc. ya que medidas de aislamiento como la envoltura de rosca con cinta de teflón, pueden interrumpir la conexión eléctrica necesaria en el caso de depósitos metálicos. Por ello se conectará a tierra la sonda de medición en el depósito o se empleará material de sellado conductor.
- En caso de depósitos no conductores, se deberá disponer por separado el segundo polo del condensador. Por ello se empleará una sonda de varilla doble o se montará un tubo de envoltura.

Medidores de caudal

El fabricante, por medio de su departamento de Control de Calidad, efectuará las pruebas de funcionamiento y control del tarado y anotará en el protocolo correspondiente los datos del ensayo realizado que posteriormente se entregará a la Dirección de Obra con el resto de la documentación.

Los caudalímetros serán entregados con verificación primitiva, que exige delegación de industria, como comprobación de que han pasado una serie de ensayos y están en condición para su uso.



Con carácter general, el Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante

Los caudalímetros se conectarán a la tubería mediante bridas, según la Norma UNE-EN 1092-1:2008+A1:2015: “Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero”.

Para su instalación será necesario disponer de tramos rectos de longitud suficiente aguas arriba y aguas debajo de los mismos, para obtener un perfil óptimo del líquido y así el error de medición este dentro del margen admitido por el fabricante.

En el caso de los caudalímetros electromagnéticos, las longitudes mínimas de tramos rectos serán:

- Tramo recto de entrada: $L > 5 \text{ DN}$
- Tramo recto de salida: $L > 3 \text{ DN}$

En el caso de los caudalímetros por ultrasonidos, estas longitudes mínimas serán función del elemento perturbador dispuesto.

COMPONENTE PREVIO A CAUDALÍMETRO	TRAMO RECTO DE ENTRADA	TRAMO RECTO DE SALIDA
Válvula compuerta totalmente abierta	10 DN	5 DN
Válvula mariposa totalmente abierta	10 DN	5 DN
Válvula compuerta parcialmente abierta	50 DN	5 DN
Válvula mariposa parcialmente abierta	50 DN	5 DN
Válvula de retención	50 DN	5 DN
Reducción	10 DN	5 DN
Ampliación	15 DN	5 DN
Pieza en T con desviación de caudal	10 DN	5 DN
Pieza en T con desviación de caudal	25 DN	5 DN
Pieza en T con aportación de caudal	50 DN	5 DN
Bomba	100 DN	5 DN
Curva simple en mismo plano	20 DN	5 DN
2 Curvas en mismo plano	25 DN	5 DN
2 Curvas en diferente plano	40 DN	5 DN



3.27.3 Tolerancias

CAUDALÍMETROS

El rango de medida de los contadores está determinado por la Directiva MID 2014/32/UE estableciéndose la ratio entre el valor del caudal permanente (Q3) y el del caudal mínimo (Q1). El contador podría medir hasta el caudal máximo (Q4) por cortos periodos de tiempo sin producirse el deterioro del mismo. El Error Máximo Permitido, positivo o negativo, en volúmenes entre el caudal de transición (Q2) (incluido) y el caudal de sobrecarga (Q4) sería del 2% con una temperatura de agua ≤ 30

° C. El Error Máximo Permitido, positivo o negativo, en volúmenes entre el caudal de mínimo (Q1) y el caudal de transición (Q2) (excluido) sería del 5%.

MANÓMETROS

- Precisión: Mas- menos 2% del final de la escala.
- Fondo de escala: Ajustado para que la presión de trabajo se sitúe en un 25% de la escala. MEDIDOR DE CAUDAL
- Convertidor de señal
- Precisión: ≤ 0.2 % valor instantáneo.

MEDIDOR DE CAUDAL DE AIRE

- Precisión: + 2 % del valor medido + 0,5 % del fondo de escala. MEDIDORES DE O₂
- Precisión medida de oxígeno: + 0,5 % del fondo de escala MEDIDORES DE TEMPERATURA
- Precisión medida temperatura: + 0,1 ° C. MEDIDORES DE pH
- Resolución de medida: pH 0,01. MEDIDORES DE POTENCIAL REDOX
- Transmisor:
- Precisión: ≥ 1 Mv.

3.27.4 Medición y abono

Las unidades se abonarán por unidad realmente colocada según el cuadro de precios nº1, de acuerdo con las características (PN. y diámetro) requeridas en Proyecto y entendiéndose incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta instalación.

Además, en el precio estará incluido el suministro, montaje, calibración, pruebas (fábrica y obra) y demás materiales necesarios, como juntas, soportes, tornillería, perfilería, y arandelas en AISI 316L para su completo montaje.

El abono de esta unidad se realizará, de acuerdo con el régimen de pagos excepcional establecido en el capítulo 3.1 apartado 3.1.5.5 del presente Pliego de prescripciones Técnicas, o, en su caso, de acuerdo al régimen que se detalle, de manera específica para el contrato, en el Apartado “Régimen de pagos” del Pliego de Prescripciones Técnicas de la licitación.



Los precios a emplear serán: U380044, U380041, U490606, U490701, U490702, U490703, U490704, U490804, U490901, U490201, U490202, U490601, U490602, U490701, U490702, U490606, U490701, U490702, U490703, U490704, U490804, U490901, U490201, U490202.

3.28 Actuadores

3.28.1 Definición

Un actuador es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo del origen de la fuerza el actuador se denomina “neumático”, “hidráulico” o “eléctrico”.

3.28.2 Ejecución de las obras

Las condiciones de ejecución serán las establecidas por cada fabricante cumpliendo las prescripciones establecidas en este pliego (capítulos 2 y 3) y en el P.P.T.P del proyecto.

3.28.3 Tolerancias

Los criterios para la recepción y validación del material serán los establecidos en las respectivas UNE-EN 15714:2010 partes 1 a 4 según proceda.

3.28.4 Medición y abono

Las unidades se abonarán tal y como se establezca en cuadro de precios nº1 entendiéndose incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta instalación.

Además, en el precio estará incluido el suministro, montaje, calibración, pruebas (fábrica y obra) y demás materiales necesarios para su completo montaje.

El abono de esta unidad se realizará, de acuerdo con el régimen de pagos excepcional establecido en el capítulo 3.1 apartado 3.1.5.5 del presente Pliego de prescripciones Técnicas, o, en su caso, de acuerdo al régimen que se detalle, de manera específica para el contrato, en el Apartado “Régimen de pagos” del Pliego de Prescripciones Técnicas de la licitación.

3.29 Motores eléctricos

3.29.1 Definición

Esta especificación cubre el diseño y construcción de los motores eléctricos de Baja Tensión, que se precisan para accionar el equipo mecánico usado en este Proyecto, y forma parte integral de todas las requisiciones a las que se adjunta.

Estarán de acuerdo con las siguientes normas:

- Reglamento Electrotécnico Español.



- Normas UNE.
- Directiva 2005/32/CE, de eficiencia energética en motores eléctricos sobre la que se asienta la Norma IEC 60034-30 y define las siguientes clases de eficiencia eléctrica IE (International Efficiency) 1 a 4.

Los motores con potencias nominales comprendidas entre 0,75 KW y 375 KW, deben cumplir el nivel de eficiencia eléctrica IE3 o el nivel de eficiencia IE2 si trabaja accionado por un convertidor de frecuencia. El ámbito de aplicación de la norma es:

- Motores eléctricos de inducción trifásicos, de una velocidad única de 50 y 60 Hz.
- Que tengan de 2 a 6 polos.
- Que se alimente de una tensión nominal de hasta 1000 V.
- Con un tipo de carga S1 (servicio continuo) o S3 (servicio periódico intermitente) con un factor de duración cíclico del 80% o superior.
- Recomendaciones de la CEI, que no hayan sido cubiertas por las anteriores.

3.29.2 Ejecución de las obras

3.29.2.1 Condiciones generales

La instalación eléctrica de fuerza y alumbrado se conectará a una red de corriente alterna trifásica con neutro, tensión 380 V. entre fases y 220 V. entre fase y neutro, y frecuencia 50 Hz.

La fuente de corriente alterna puede ser:

- Un grupo electrógeno formado por un motor Diesel y un alternador.
- La red de la Compañía suministradora de Energía Eléctrica.

3.29.2.2 Reglamentos y normas aplicables

El diseño, materiales, fabricación, inspecciones, montaje, pruebas y licenciamiento de la instalación y sus correspondientes equipos y componentes satisfarán las ordenanzas de las Administraciones del Estado, de la Comunidad Autónoma y del Municipio, y en particular:

- El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones complementarias MIBT.
- Las normas tecnológicas de la edificación relativas a alumbrado, baja tensión, fuerza y puesta a tierra.
- Normas UNE requeridas en los reglamentos, instrucciones y normas tecnológicas antes citadas.
- Normas de la Compañía Suministradora de Energía Eléctrica.



3.29.2.3 Instalación de fuerza a motores

Se emplearán cajas de conexión en todas y cada una de las derivaciones.

Las acometidas a los equipos en instalación superficial se realizarán bajo tubo flexo.

Los motores tienen que ser de fácil accesibilidad para todos los trabajos de mantenimiento. El aire de refrigeración no debe tener impedimentos físicos en su circulación.

Si después del montaje del motor no fuera bien legible la placa de características, hay que ponerle una segunda placa en una zona que permita su fácil lectura.

Si un sentido de giro falso pudiera conducir a un perjuicio, se tendrá que marcar de forma claramente visible el sentido nominal de giro en el motor.

El arranque de los motores se podrá efectuar de forma manual desde conmutador ubicado en cuadro eléctrico o cuando estos se ubiquen remotamente desde botonera situada al pie del motor.

La botonera a pie de motor será de tipo de caja estanca de fundición de Al, con un grado de protección IP65. Tendrá selector O (parada), M (manual), A (automático) para instalaciones de tratamiento y EBAR, y selector O (parada), L (local), R (remoto) para elevadoras de agua potable y regenerada, así como pulsador de parada de emergencia y serán instaladas sobre soportes del tipo Consorcio de Aguas.

3.29.3 Tolerancias

Los criterios para la recepción y validación del material serán los establecidos en las respectivas UNE-EN citadas en este pliego de prescripciones relativo a motores eléctricos (capítulos 2 y 3) junto al P.P.T.P del proyecto...

3.29.4 Medición y abono

Las unidades se abonarán por unidad ejecutada según el cuadro de precios nº1 entendiéndose incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta instalación.

Además, en el precio estará incluido el suministro, montaje, pruebas y demás materiales necesarios.

El abono de esta unidad se realizará, de acuerdo con el régimen de pagos excepcional establecido en el capítulo 3.1 apartado 3.1.5.5 del presente Pliego de prescripciones Técnicas, o, en su caso, de acuerdo al régimen que se detalle, de manera específica para el contrato, en el Apartado “Régimen de pagos” del Pliego de Prescripciones Técnicas de la licitación.

3.30 Filtros

3.30.1 Definición

Los filtros son elementos que comúnmente se instalan en las conducciones, aguas arriba de los mecanismos, para evitar lleguen a estos, elementos extraños (piedras, plásticos, herramientas, etc.) que



los deterioren o impidan su buen funcionamiento. Son de aplicación habitual en redes de distribución de abastecimiento de agua a poblaciones y pueden ser en “Y” o en cesta.

El cuerpo del filtro tendrá su correspondiente tapa que permita la retirada de la malla para su inspección, limpieza y/o sustitución, así como purgador de fondo y manómetros delante y detrás del filtro.

3.30.2 Ejecución de las obras

El Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante debiendo seguir, en cuanto no sean contradictorias, las indicadas en este Pliego o en el P.P.T.P del Proyecto. El aseguramiento de la calidad se realizará en los términos establecidos en capítulo 2 de este pliego.

3.30.3 Tolerancias

Para este apartado se seguirá lo indicado en UNE-EN 545:2011: Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.

Para tubos y accesorios, normalizadas según DIN 2462 / DIN 2463.

3.30.4 Medición y abono

Las unidades se abonarán por unidad ejecutada según el cuadro de precios nº1 entendiéndose incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta instalación.

Además, en el precio estará incluido el suministro, montaje, pruebas y demás materiales necesarios, como juntas, pintura, medios auxiliares tornillería, perfilería, y arandelas en AISI 316L.

El abono de esta unidad se realizará, de acuerdo con el régimen de pagos excepcional establecido en el capítulo 3.1 apartado 3.1.5.5 del presente Pliego de prescripciones Técnicas, o, en su caso, de acuerdo al régimen que se detalle, de manera específica para el contrato, en el Apartado “Régimen de pagos” del Pliego de Prescripciones Técnicas de la licitación.

Los precios a emplear serán: U420110N, U420303, U420307.

3.31 **Acumuladores hidroneumaticos-antiarietes**

3.31.1 Montaje e instalación

El Contratista procederá al montaje de los mecanismos de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante debiendo observarse, en cuanto no sean contradictorias, las indicadas en el apartado 3.22 de este Pliego.



3.31.2 Medición y abono

El abono se realizará por unidades (Ud.) realmente colocadas, de acuerdo con las características (P.T. y capacidad) requeridas en Proyecto.

Se considera incluido en el precio de aplicación el suministro, transporte, montaje, pintura u otro tipo de protección, juntas de estanqueidad, tornillería y todos los medios auxiliares y personales necesarios incluyendo la realización de las pruebas tanto en fábrica como con la tubería instalada.

El precio a emplear será: U430009N y U430007.

3.32 Polipastos y puentes grúa

3.32.1 Definición

Son mecanismos de elevación a instalar en salas donde sea necesario efectuar trabajos de desplazamiento lineal, los polipastos, y bien de barrido superficial, los puentes grúas.

Los siguientes apartados tienen por objeto informar al Contratista sobre el tipo, características generales, bases de cálculo y ejecución material sin eximirle en modo alguno de la obligación de cumplir con lo prescrito en la normativa vigente.

3.32.2 Ejecución de las obras

3.32.2.1 Envío a obra

El transporte debe ser realizado por transportistas cualificados. No se debe situar ninguna otra mercancía encima de los polipastos que están siendo enviadas en sus jaulas o cajas correspondientes. Durante el transporte las mercancías deben ser cuidadosamente protegidas contra la lluvia. Cuando el transporte sea por barco las mercancías deben estar fuera del alcance de salpicaduras de agua. Si hay que transportar vigas largas usando camiones articulados se recomienda que las vigas no sean colocadas bajo tensión transversal o lateral durante el transporte.

3.32.2.2 Embalaje/desembalaje

Para evitar pérdidas de aceite o averías en los componentes eléctricos durante el transporte se deben respetar las señales de posición marcadas en las cajas.

Abrir cuidadosamente por la parte superior de la caja y elevar las mercancías verticalmente con gran cuidado después de haberlas sujetado con los ganchos cuidadosamente.

3.32.2.3 Instrucciones de montaje

El polipasto será fijado a la estructura que lo soportará mediante tornillos de calidad, grado 8.8, apretados con el par de apriete indicado en la tabla.

Polipasto	M 8.8 Ø mm	Par mN
B; C	14	135
DB	16	210
DB; E	18	290

3.32.2.4 Instalación eléctrica

Comprobar que el polipasto está conexionado a la misma tensión y frecuencia que la red eléctrica a la cual se va a conectar.

Para el buen funcionamiento eléctrico, la caída de tensión (e) debe ser menor que el 5% de la tensión de la red. La sección del conductor de protección (Sp) debe ser como mínimo igual a la sección del conductor de alimentación (S) si S<16mm, o Sp=16mm si 16<S<35 mm. También puede realizar la determinación de la sección del conductor utilizando la siguiente formula:

$$s = \frac{\sqrt{3}}{\gamma * e} * l * I * \cos \varphi$$

e = caída de tensión máxima (3% U), en V

I = 5 * In motor elevación + ΣIn resto de motores

l = longitud sencilla de la línea, en m

μ= conductividad: 56 para Cu, 35 para Al s= sección del conductor, en mm²

3.32.2.5 Riesgos que deben ser evitados en la instalación

- Nunca instalar el polipasto en soportes improvisados o caminos de rodadura inadecuados.
- Nunca colocar conexiones eléctricas provisionales que no aseguran ni un equilibrado de las fases ni una correcta puesta a tierra de la misma.
- Nunca usar el polipasto con líneas eléctricas que no estén en debidas condiciones; cables empalmados o reparados.



- Si los carritos portacables no deslizan correctamente pueden producirse cortocircuitos que son siempre no deseados.
- Nunca usar el polipasto con cables que estén retorcidos, aplastados o con hilos rotos.
- Nunca usar ganchos estropeados, abiertos o sin lengüeta de seguridad que aseguren la eslinga o que no estén bien sujetos con su tuerca o sistema de fijación.
- Nunca usar el polipasto con frenos desgastados o estropeados.
- Nunca usar el polipasto con botoneras rajadas, rotas, cajas de aparellaje abiertas o con la puerta estropeada.
- En épocas de heladas, verificar que no se ha formado hielo ni en el cursor ni en el cable de elevación. Si hubiese hielo hay que deshacerlo antes de poner en marcha el polipasto. Conviene hacer alguna maniobra en vacío antes de realizarlas con carga.

3.32.2.6 Uso del polipasto y medidas de seguridad

Después de que el polipasto ha sido colocado y probado se recomienda actuar de acuerdo con las siguientes instrucciones:

- El polipasto nunca será utilizado para levantar cargas superiores a las indicadas en la placa de características.
- Las cargas serán siempre levantadas verticalmente, nunca en ángulo
- Nunca deje cargas suspendidas por un tiempo superior al estrictamente necesario para las operaciones o sin atención del operador.
- Apriete los botones de la botonera firmemente y evite impulsos repetidos que lo único que hacen es estropear los contactores del equipo eléctrico, desgastar el freno y envejecer el motor.
- Nunca permanezca o camine alrededor de cargas suspendidas y especialmente bajo ellas.
- Ninguna inspección, reparación o mantenimiento será llevada a cabo sin desconectar el interruptor principal de la corriente para dejar a la grúa completa y eléctricamente aislada.
- Los finales de carrera deben ser usados como emergencia, no de forma habitual. Deben estar aproximadamente a 0.3 o 0.5 metros de la parte más saliente del polipasto y el final de carrera inferior se ajustará para que el gancho se separe de 0.2 a 0.3 metros del suelo, cuando el gancho esté en su posición más baja, y por lo menos deberán quedar tres espiras de cable arrollados en el tambor.

3.32.2.7 Comprobaciones durante la puesta en marcha

- Verificar que las características del interruptor automático y el diferencial son las apropiadas para la potencia instalada del equipo.
- Verificar sección de hilo conductor y la del de protección son las adecuadas para la potencia instalada del equipo.
- Comprobar que las fases se han conexionado en la secuencia correcta.

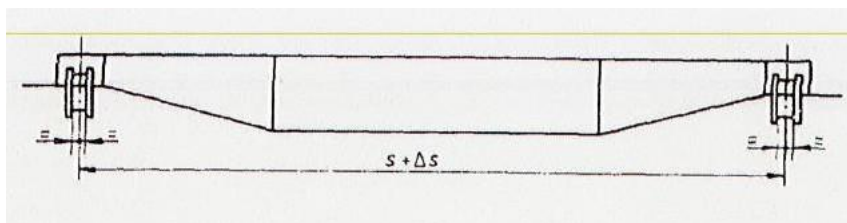
- Verificar que el camino de rodadura está perfectamente soldado sin desviaciones.
- Comprobar tolerancias en luz, paralelismo y cotas.
- Comprobar que no hay obstáculos en el camino de rodadura estando este limpio sin pintura o engrase. Topes colocados y finales de carrera conectados.

3.32.3 Tolerancias

Se comprobará el cumplimiento de UNE 58128:1987 Aparatos de elevación. Grúas puente y pórtico. Tolerancias de los caminos de rodadura.

Las tolerancias aplicadas en este capítulo responden a un aparato de elevación nuevo. Si en el curso de la utilización, estas tolerancias son superadas en un 20% se deberá proceder a una realineación de la vía. Si el comportamiento durante la traslación queda notablemente afectado, puede ser necesario realinear la vía, aún sin haber sobrepasado el citado 20%.

- La tolerancia máxima, s , de la luz s , expresada en metros es la siguiente:
 - Para $s < 10$ m: $s = \pm 3$ mm
 - Para $s > 10$ m: $s = \pm (3 + 0.25 \times (s - 10))$ mm, con un máximo de ± 15 mm.

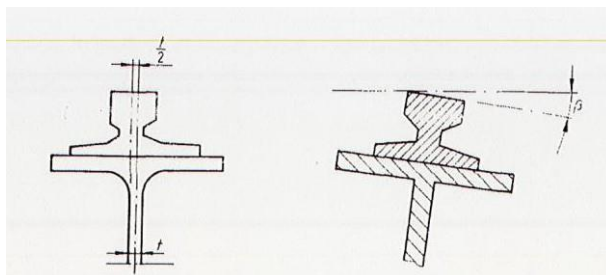


- Se supone que cuando el carro está situado en el centro de la luz, la deformación de las dos vías es prácticamente igual.
- La tolerancia máxima admisible de la parte superior del carril es de ± 10 mm con relación a su altura teórica. La altura teórica es, bien la posición horizontal a la curva teórica de la contraflecha, caso de haber sido aplicada. La posición en altura de los dos carriles puede presentar una diferencia de 10 mm.
- La curvatura, en sentido longitudinal, en cualquier punto del tramo de un tramo de 2 m de longitud no debe superar 2 mm.
- En la longitud total del carril la tolerancia máxima con relación a una recta es de ± 10 mm. La desviación máxima del eje longitudinal de carril es de 1 mm cada 2 m.

Las tolerancias que se indican a continuación son de aplicación tanto al camino de rodadura del carro como al del aparato de elevación:

- El eje del carril no deberá separarse del eje del alma de la viga carrilera en más de la mitad del espesor de alta de esta. Una tolerancia mayor podría admitirse en el caso de que pudiera garantizarse la Resistencia necesaria del alma de la viga.
- La inclinación de la superficie de rodadura del carril no debe superar los valores dados a continuación, con relación a la posición teórica.

- Longitudinalmente $\tan\beta < 0,003$
- Transversalmente $\tan\beta < 0.005$



3.32.4 Medición y abono

Las unidades se abonarán por unidad ejecutada según el cuadro de precios nº1 entendiéndose incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta instalación.

Además, en el precio estará incluido el suministro, montaje, pruebas y demás materiales necesarios para su completo montaje.

El abono de esta unidad se realizará, de acuerdo al régimen de pagos excepcional establecido en el capítulo 3.1 apartado 3.1.5.5 del presente Pliego de prescripciones Técnicas, o, en su caso, de acuerdo al régimen que se detalle, de manera específica para el contrato, en el Apartado “Régimen de pagos” del Pliego de Prescripciones Técnicas de la licitación.

El precio a emplear será: U4340002N y U440005.

3.33 **Sistemas de aire comprimido**

3.33.1 Definición

El aire comprimido es un elemento habitual en instalaciones industriales. Normalmente se emplea para obtener trabajo mecánico lineal o rotativo, asociado al desplazamiento de un pistón o de un motor neumático. En otras ocasiones, se emplea para atomizar barnices, pinturas u otros residuos que de otra forma son difíciles de movilizar.

Estos equipos tienen una función característica en el control de procesos más que de potencia debido a la precisión en el accionamiento de sus componentes. Por otra parte, el aire comprimido usado en ellos ha de tener unos requisitos mínimos de calidad por lo que se disponen elementos adicionales para bajar el contenido de humedad en cualquier lugar de la red con el fin de evitar la presencia de condensados. Además, las impurezas del aire deberán ser menores que 0.1g/Nm³ y hasta un tamaño de 3 g/Nm³ siendo necesarios filtros a la entrada y salida de compresores y puntos de consumo.

3.33.2 Ejecución de las obras

Las condiciones de ejecución serán las establecidas por cada fabricante cumpliendo las prescripciones establecidas en este pliego (capítulos 2 y 3) y en el P.P.T.P del proyecto.



3.33.3 Tolerancias

Los criterios para la recepción y validación del material serán los establecidos en los citados reales decretos 2060/2008 y 709/2015 y las normas UNE-EN respectivas que en ellos se citan.

3.33.4 Medición y abono

Las unidades se abonarán tal y como se establezca en cuadro de precios nº1 entendiéndose incluidas todas las operaciones necesarias para su correcta instalación, puesta en marcha y pruebas.

El precio a emplear será: U440006N.

3.34 Señalización

3.34.1 Señalización vial

3.34.1.1 Tipos/clasificación

- Marcas viales:

Se define como marca vial, a aquella guía óptica situada sobre la superficie del pavimento, formando líneas o signos, con fines informativos y reguladores del tráfico.

- Señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes

Se definen como señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes, el conjunto de elementos destinados a informar, ordenar o regular la circulación del tráfico por carretera, en los que se encuentran inscritos leyendas o pictogramas. La eficacia de esta información visual dependerá además de que su diseño facilite la comprensión del mensaje y de su distancia de visibilidad, tanto diurna como nocturna.

- Captafaros retrorreflectantes de señalización horizontal

Se define como captafaro retrorreflectante aquel elemento de guía horizontal que refleja la luz incidente por medio de retrorreflectores para advertir, guiar o informar a los usuarios de la carretera.

- Elementos de balizamiento retrorreflectantes

Los elementos de balizamiento retrorreflectantes son los dispositivos de guía óptica para los usuarios de las carreteras, capaces de reflejar por medio de reflectores, la mayor parte de la luz incidente, procedente generalmente de los faros de los vehículos.

Dichos elementos, que pueden tener distinta forma, color y tamaño, se instalan con carácter permanente sobre la calzada o fuera de la plataforma, sobre otros elementos adyacentes a la misma,



como muros o paramentos de túneles, así como sobre otros equipamientos viales, como pretilos y barreras de seguridad.

- Barreras de seguridad

Se definen como barreras de seguridad a los sistemas de contención de vehículos que se instalan en las márgenes de las carreteras. Su finalidad es proporcionar un cierto nivel de contención a un vehículo fuera de control.

3.34.1.2 Ejecución

En este apartado regirá lo dispuesto en Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes PG3.

3.34.1.3 Medición y abono

En este apartado regirá lo dispuesto en Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes PG3.

El precio a emplear será: U460107.

3.34.2 Señalización de conducciones

3.34.2.1 Descripción

Deberá señalizarse todas las conducciones que queden enterradas tras las obras tanto aquellas que contengan fluidos como las compuestas por cables eléctricos con objeto de alertar sobre su existencia y prevenir accidentes provocados por afecciones posteriores a otras obras.

3.34.2.2 Ejecución

La banda de señalización se colocará en toda la longitud de la tubería de forma que la lectura de la información transmitida no tenga lugar a dudas.

3.34.2.3 Medición y abono

El precio a emplear será: U104101.



3.34.3 Señalización de salas y riesgos de la instalación

3.34.3.1 Descripción

El contratista debe señalar las diferentes salas que componen las instalaciones construidas para su identificación.

Si alguna de las mencionadas salas presentara en su interior riesgos para los trabajadores encargados de los trabajos de su explotación y/o mantenimiento recogidos en el Plan de Seguridad y Salud, deberá incluir en la señalización estos riesgos, así como las medidas preventivas correspondientes para evitarlos o atenuarlos.

La señalización a colocar deberá estar de acuerdo con las recomendaciones dadas por el promotor atendiendo a las costumbres de la Entidad.

3.34.3.2 Ejecución

Las señales de riesgos de la instalación se colocarán siempre en sitios de buena visibilidad generalmente a la entrada del recinto para evitar la exposición de los trabajadores en todo momento.

El lugar de ubicación de las señales será indicado y/o aprobadas por la dirección de las obras.

3.34.3.3 Medición y abono

El abono de esta constituirá una unidad específica dentro del capítulo del Estudio de Seguridad y Salud de la obra.

3.34.4 Identificación de tuberías

3.34.4.1 Descripción

Deberán señalizarse todas las conducciones aéreas que contengan fluidos con objeto de alertar sobre su existencia y naturaleza y prevenir accidentes.

La identificación se realizará mediante el pintado de la misma en el RAL normalizado en las instalaciones de la Entidad que el Director de las obras proporcionará cuando sea necesario.



3.34.4.2 Ejecución

Se colocará mediante pegatinas de color también normalizado el nombre del fluido que la tubería transporta, el sentido del flujo y si es posible el destino del mismo.

Se colocará una pegatina cada vez que la tubería cambie de habitáculo y en cada bifurcación.

3.34.4.3 Medición y abono

El abono de esta unidad estará incluido en el precio de la colocación de la tubería.

3.34.5 Identificación de máquinas

3.34.5.1 Descripción

Deberán identificarse todas las máquinas colocadas con el objeto de facilitar las labores de mantenimiento y explotación.

3.34.5.2 Ejecución

La identificación de cada máquina se realizará mediante etiquetado en una parte claramente legible adecuada en cada caso.

El nombre de la máquina que aparezca en la etiqueta de identificación deberá coincidir con aquel que aparezca en la protección del CCM correspondiente y en todos los documentos generados durante las obras (memoria de funcionamiento, etc.)

3.34.5.3 Medición y abono

El abono de esta unidad estará incluido en el precio de la colocación de la máquina.



3.35 Cables de alta tensión

3.35.1 Condiciones de suministro y almacenaje

Todos los cables se enviarán a obra en bobinas normalizadas y debidamente protegidas con duelas. Las bobinas serán transportadas al lugar del tendido, cuidando que no sufran deterioros, ni sea dañado el cable contenido en las mismas. En las bobinas especiales que contengan longitudes >1100 m, la protección de los cables en las mismas se realizará de forma adecuada de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

En caso de tener que almacenar las bobinas, no se apilarán de forma que las alas/platos de unas puedan clavarse en las duelas de las otras.

No se quitarán las duelas de protección o las protecciones especiales hasta el momento en que vaya a realizarse el tendido.

Las duelas se quitarán extrayendo las fijaciones del ala/plato de la bobina.

3.35.2 Condiciones de tendido

Antes de iniciar el tendido de un cable se comprobará la limpieza de las proximidades de la bobina y puntos por donde debe transcurrir el cable, con el fin de evitar posibles daños.

Antes de tender los cables por las canalizaciones, el Contratista procederá a la limpieza de los tubos, pasando cepillos de cerdas duras de forma que se garantice que no queden en el interior de estos, sustancias extrañas. Una vez realizada la limpieza se pasarán testigos o mandrinos para asegurar que los tubos no se encuentran aplastados.

Los cables se desenrollarán de la bobina estando estas sobre útiles apropiados que le permitan girar sobre su eje.

Se situará el personal necesario a lo largo del tendido, especialmente en las zonas más difíciles, como son las arquetas de cambio de dirección, con objeto de comprobar el correcto desplazamiento del cable.

Con objeto de facilitar el desplazamiento del cable dentro del tubo se permitirá el uso de productos como polvo de talco, siempre y cuando éstos no ataquen o dañen la cubierta exterior del cable.

El tendido de los cables se hará con sumo cuidado, con medios adecuados al tipo de cable, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces perjudiciales que pudieran deteriorar la cubierta de protección y las tracciones exageradas.

El cable no estará sometido a radios de curvatura inferiores a los que se indican a continuación:



- Durante la operación de tendido, el radio de curvatura será, al menos, de 15 veces el diámetro exterior del cable.
- Una vez colocado, el radio de mínimo de curvatura será de 10 veces el diámetro exterior del cable más el diámetro del conductor.

Durante la operación de tendido se empleará un dinamómetro de tiro continuo, con objeto de no superar la tensión de tiraje máxima: 3 kg/mm² para conductores de aluminio.

Los cambios de dirección en las arquetas o cámaras se producirán sobre rodillos, con objeto de evitar radios de curvatura inferiores a los admisibles. Además, se garantizará el empleo del número suficiente de rodillos para que la presión radial sobre el cable no sea superior a la máxima admisible y recomendada por el fabricante.

No se colocarán cables durante las heladas, ni estando éstos demasiado fríos, debiendo, por lo menos, permanecer doce horas en almacén a 20 grados centígrados antes de su colocación, sin dejarlos a la intemperie más que el tiempo preciso para su instalación.

Los conductores de cada circuito estarán convenientemente identificados en todo su recorrido, incluyendo: a la entrada/salida de las celdas de media/alta tensión, en el interior de las celdas, debajo de los conectores acodados, en los pasos de muro y en todas las arquetas. Esta identificación se realizará con manguitos termoretráctiles de los siguientes colores: verde para la fase R, amarillo para la fase S y marrón para la fase T.

Los cables se instalarán en los conductos utilizando guías adecuadas y no sometiendo los cables a tensiones ni rozaduras que puedan perjudicar el aislamiento y cubierta de los mismos.

En las canalizaciones entubadas, una vez terminado el tendido de los cables, se procederá al taponamiento de todos y cada uno de los tubos ocupados que constituyen la canalización, de forma que se evite la entrada de roedores, aguas fangosas o materias extrañas por el interior de los mismos. El taponamiento se realizará con espuma de poliuretano tipo EP-750 y aplicador AMEP.

Durante el tendido de los cables sobre las bandejas se verificará que los tornillos de unión de bandejas y soportes estos tienen la cabeza hacia el interior, (cabeza gota de sebo), con objeto de evitar el dañado de las cubiertas de los cables.

Una vez tendidos los cables por las canalizaciones enterradas, bandejas en locales técnicos, tubos DIN2440 desde la arqueta a pie de torre y fijación mediante grapas adecuadas a la torre final de línea se protegerán las puntas de los cables con capuchones termoretráctiles hasta la ejecución de los terminales acodados en las celdas y Elasticfit de exterior en las torres final de línea.

Los cables de un mismo circuito se montarán sobre la bandeja formando una terna, en contacto mutuo, y estarán sujetas entre sí y a la bandeja mediante bridas. Las bridas se montarán a una interdistancia aproximada de 70 cm.



Cada una de las ternas que forman los circuitos de acometida estará separada en la bandeja, de otros circuitos o conductores, el espacio de un diámetro equivalente de la terna.

La realización de empalmes requerirá la aprobación expresa del Director de Obra o cuando la longitud del cable supere los 1.150 metros.

Las pantallas de los cables serán puestas a tierra en ambos extremos en cada celda de MT y cuando la longitud del cable supere los 2.000 metros.

Los conductores de cada circuito estarán identificados a la entrada de las celdas, en el interior de las celdas debajo de los conectores acodados y en las arquetas. Esta identificación se realizará con manguitos termoretráctiles de los siguientes colores: verde para la fase R, amarillo para la fase S y marrón para la fase T.

Para la confección de kit terminales de MT se seguirán las instrucciones de montaje que facilita el fabricante con cada kit terminal.

La instalación y conexionado de los terminales de MT será realizada utilizando las herramientas y medios auxiliares, como cintas, recomendados por el fabricante de los terminales.

3.35.3 Ensayos

Una vez terminado el tendido e instalación de los empalmes y terminales, el cable será sometido a un ensayo de rigidez dieléctrica.

Antes de empezar la prueba, se asegurará que ambos extremos de los cables estén sueltos y aislados, de forma que la tensión aplicada no dañe al personal y a los aparatos.

La prueba será efectuada a la temperatura ambiente con corriente alterna y una curva sinusoidal de 25 a 100 ciclos ambos inclusive.

El valor de la tensión aplicada será el doble de la tensión nominal del sistema más 1000 voltios. La tensión irá aumentando gradualmente y mantenida al valor máximo durante 1 minuto.

Después de aplicada la tensión de prueba, se medirá la resistencia de aislamiento entre conductores y entre éstos y la pantalla. El valor mínimo de la resistencia de aislamiento será de 12 MΩ como mínimo.

Una vez finalizada la prueba, y conectado el cable, se comprobará la adecuada conexión a tierra de las pantallas.

Se inspeccionará la cubierta de los cables, los posibles daños mecánicos, en los puntos donde los cables salen de los tubos.

Estarán identificadas además con colores:

- (1) Fase R o U o "0" Verde
- (2) Fase S o V o "4" Amarillo



(3) Fase T o W o “8” Marrón.

Ensayos individuales:

- Medida de la resistencia eléctrica del conductor.
- Ensayo de tensión del aislamiento.
- Ensayo de descargas parciales.
- Ensayo de tensión de la cubierta exterior Spark-Test. Ensayos especiales (Sobre una muestra)
- Examen del conductor
- Control dimensional

Una vez terminado el tendido e instalación de los empalmes y terminales, el cable será sometido a un ensayo de rigidez dieléctrica (ensayo único para terminal y cables).

Antes de empezar la prueba, se asegurará que ambos extremos de los cables estén sueltos y aislados, de forma que la tensión aplicada no dañe al personal y a los aparatos.

La prueba será efectuada a la temperatura ambiente con corriente alterna y una curva sinusoidal de 25 a 100 ciclos ambos inclusive.

El valor de la tensión aplicada será el doble de la tensión nominal del sistema más 1000 voltios. La tensión irá aumentando gradualmente y mantenida al valor máximo durante 1 minuto.

Después de aplicada la tensión de prueba, se medirá la resistencia de aislamiento entre conductores y entre éstos y la pantalla. El valor mínimo de la resistencia de aislamiento será de 12 MΩ como mínimo.

Una vez finalizada la prueba, y conectado el cable, se comprobará la adecuada conexión a tierra de la pantalla.

Se inspeccionará la cubierta de los cables, los posibles daños mecánicos, en los puntos donde los cables salen de los tubos.

3.35.4 Medición y abono

Los cables eléctricos se medirán por metro lineal, totalmente instalado, incluyendo accesorios de fijación y montaje, inspecciones y pruebas. El precio incluye el suministro, bobinas de transporte, medios auxiliares de tendido, transporte a obra, limpieza y acondicionamiento de canalizaciones existentes, tendido, fijación de cables en ternas cuando corresponda mediante bridas, inspecciones y pruebas, retirada de bobinas a fábrica y restos de montaje y en general todos aquellos trabajos no indicados que sean necesarios para la correcta ejecución y terminación de esta unidad de obra.

Los cables eléctricos se abonarán por metro lineal, según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto, incluyendo la parte proporcional de tendido, pequeño material y conexionado.



En cuanto a los terminales de los cables de media tensión, se medirán en unidades por cada extremo del cable, siempre totalmente instalados y en funcionamiento, incluyendo todos los accesorios, mano de obra y pruebas necesarias.

Los precios a emplear serán: U470149;



3.36 Cables de baja tensión

3.36.1 Condiciones de suministro y almacenaje

Todos los cables se enviarán a obra en bobinas normalizadas y debidamente protegidas con duelas.

- 4 veces su diámetro para diámetros exteriores <25mm,
- 5 veces su diámetro para diámetros exteriores entre 25mm y 50mm,
- 6 veces su diámetro para diámetros exteriores >50mm.

Tampoco se enrollarán con diámetros más pequeños que el de la capa inferior asentada sobre bobina de fábrica.

No se colocarán cables durante las heladas, ni estando éstos demasiado fríos, debiendo, por lo menos, permanecer doce horas en almacén a 20 grados centígrados antes de su colocación, sin dejarlos a la intemperie más que el tiempo preciso para su instalación.

Se deberán etiquetar las mangueras, indicando el circuito al cual pertenecen. La identificación de los conductores se realizará de acuerdo con la norma UNE 21.089.

3.36.2 Condiciones de tendido

Las líneas tendidas a los distintos receptores serán de una sola pieza, no permitiéndose empalme alguno.

Para realizar el tendido de los cables, se emplearán útiles para el desenrollado de las bobinas, las cuales estarán instalados sobre dichos útiles que le permitan girar sobre su eje, en cualquier caso, se seguirán las indicaciones de los fabricantes para realizar el tendido.

Se situará el personal necesario a lo largo del tendido, especialmente en las zonas más difíciles, como son las arquetas de cambio de dirección, con objeto de comprobar el correcto desplazamiento del cable.

En caso de que sean necesarias se emplearán cabrestantes y poleas para realizar el tendido de los cables, éstas se emplearán siempre según las recomendaciones del fabricante, de cara a evitar dañar los cables.

Los aislamientos de la instalación deberán ser los reglamentados en función de la tensión del sistema.

Los cables para cada uno de los distintos sistemas de alimentación estarán convenientemente identificados y separados en el trazado, de manera que sean fácilmente localizables.

Los cables estarán canalizados en bandejas o en tubos, según los sistemas previstos en la instalación. No se permitirá más de un nivel de cables en cada bandeja, debiendo ir correctamente peinados uniendo las ternas de cada circuito.

Las secciones serán las indicadas en el Proyecto. Cualquier cambio de sección de conductores deberá ser aprobado por el Director de Obra.



Se utilizarán colores de cubiertas normalizados. Los cables correspondientes a cada circuito se identificarán convenientemente en el inicio del circuito al que corresponde y durante su recorrido, cuando las longitudes sean largas o cuando por los cambios de trazado, sea difícil su identificación. Para ello, se utilizarán cinta aislante de colores (marrón, negro, gris y azul) para identificar las fases en el caso de unipolares de aislamiento 0,6/1kV, y etiquetas y otros elementos de identificación adecuados para identificar el circuito. El marcado de los cables se realizará como máximo cada 2 metros, o en su defecto a la distancia que fije la dirección de obra, en el caso de que el tendido en bandeja y en cada arqueta.

Dicho marcado se realizará indicando el circuito al cual pertenecen, con idéntica nomenclatura a la utilizada en los esquemas eléctricos desarrollados de la instalación.

Todas las puntas de cable serán identificadas de forma clara e indeleble, que no se perderá al desconectar los mismos.

Este marcado de los cables no se perderá al desconectar los mismos y el etiquetado deberá ser realizado de manera informática, a través de impresoras láser o LED ultravioleta, evitando los textos escritos “a mano”, en cualquier caso, el resultado será resistente a la abrasión y altamente indeleble.

Se usarán preferentemente manguitos de señalización en los que se inserta la etiqueta.

Las etiquetas serán de policarbonato (PC), aptas para una temperatura de servicio de -40 hasta 120 °C y no contendrán ni siliconas ni halógenos.

Para las mangueras y cables que salgan de los cuadros se emplearán placas rotuladas amarradas a los cables, éstas estarán formadas por una tira plástica con dos aberturas a través de las cuales se amarrará al cable por medio de 2 bridas, la etiqueta será blanca y de tamaño suficiente para albergar el texto de identificación de cable, en la cual se incluirá el origen y destino del cable, así como un texto identificativo que se le haya dado en los esquemas, dicho texto será de color negro. Todos los componentes serán libres de halógenos o siliconas.

Las bridas empleadas deberán ser de poliamida (material U60X o similar) o de polipropileno en el caso de cámaras húmedas en instalaciones de saneamiento. En cualquier caso serán de alta resistencia a la tracción (conforme a norma EN 62275), rango de temperatura de uso de -40°C a 105°C, de material aislante sin halógenos especiales para ambientes químicos corrosivos.

Todas las puntas de los cables incluirán terminales contráctiles en frío y premoldeados. El aislamiento de los terminales para cables será de material elastómero, resinas sintéticas. Los terminales se deberán suministrar completos con todos sus accesorios de montaje.

Los empalmes y conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones, por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Los conductores de sección superior a 6 mm² deberán conectarse por medio de terminales adecuados, cuidando siempre de que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.



En general, para la instalación de conductores se seguirán las normas indicadas en el reglamento de baja tensión y la norma UNE 211435.

3.36.3 Ensayos

Se comprobará que llevan marcado en el cable el nombre del fabricante, su designación y el año de fabricación.

Todos los materiales utilizados presentarán certificados de conformidad con normas UNE que correspondan a las exigencias del proyecto.

Se realizarán los siguientes ensayos.

- Ensayo de rigidez dieléctrica de los aislamientos.
- Medida de la resistencia del aislamiento.
- Medida de la resistencia eléctrica de los conductores.

La tensión de prueba de los cables 750 V será de 500Vcc - 1 min y los de 0,6/1kV de cable de 1.000Vcc- 1 min.

La resistencia mínima de aislamiento, a la tensión de prueba será de $2M\Omega$ para los cables de 0,6/1 kV y $1 M\Omega$ para los de 750V.

De todos estos ensayos se entregarán como mínimo una copia por ensayo con: la realización de pruebas realizadas, resultados de las mismas, dosieres, elementos de medición y sus calibraciones, y toda la documentación necesaria para acreditar el paso favorable que deberá ser aprobada por la dirección de obra.

3.36.4 Medición y abono

Los cables eléctricos se medirán por metro lineal, totalmente instalado, incluyendo accesorios de fijación, montaje, identificación y conexionado. El precio incluye el suministro, bobinas de transporte, medios auxiliares de tendido, transporte a obra, limpieza y acondicionamiento de canalizaciones existentes, tendido, inspecciones y pruebas, y en general todos aquellos trabajos no indicados que sean necesarios para la correcta ejecución y terminación de esta unidad de obra.

Estarán incluidos también en la partida de metro lineal los terminales necesarios para la correcta instalación del cable, atendiendo a la sección y le método de conexión de este, incluyendo pequeño material y la instalación de terminales termoretráctiles.

Los cables eléctricos se abonarán por metro lineal, según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto para cada tipo y sección de los cables.

Los precios a emplear serán: U480301, U480302, U480304, U480305, U480306, U480308, U480349, U480354, U480360, U491114, U491115, U491116, U491117, U480316, U480317, U480320, U480337, U480370N, U480417, U481501N, U491101, U480336, U491101, U480329.

3.37 Cables de instrumentación y control

3.37.1 Condiciones de suministro y almacenaje

Todos los cables se enviarán a obra en bobinas normalizadas y debidamente protegidas con duelas.

Tampoco se enrollarán con diámetros más pequeños que el de la capa inferior asentada sobre bobina de fábrica.

No se colocarán cables durante las heladas, ni estando éstos demasiado fríos, debiendo, por lo menos, permanecer doce horas en almacén a 20 grados centígrados antes de su colocación, sin dejarlos a la intemperie más que el tiempo preciso para su instalación.

3.37.2 Condiciones de tendido

Para realizar el tendido de los cables, se emplearán útiles para el desenrollado de las bobinas, las cuales estarán instalados sobre dichos útiles que le permitan girar sobre su eje, en cualquier caso, se seguirán las indicaciones de los fabricantes para realizar el tendido.

Se situará el personal necesario a lo largo del tendido, especialmente en las zonas más difíciles, como son las arquetas de cambio de dirección, con objeto de comprobar el correcto desplazamiento del cable.

En caso de que sean necesarias se emplearán cabrestantes y poleas para realizar el tendido de los cables, éstas se emplearán siempre según las recomendaciones del fabricante, de cara a evitar dañar los cables.

Los cables de instrumentación serán multipolares, flexibles, con buenas características de EMC, con tensión nominal de aislamiento 300/500V cumpliendo con la normativa UNE 50288, y se utilizará para el intercambio de señales analógicas y digitales entre los equipos en la planta y los equipos de control.

En la cubierta exterior estará marcada con la identificación del fabricante, rango de tensión, tipo de aislamiento y calidad del conductor. Esta identificación estará repetida sucesivamente a lo largo de la longitud del cable instalado.

Se empleará cable apantallado RC4Z1-k para señales analógicas, mangueras multihilo de tipo de RZ1-k para entradas o salidas digitales o instrumentación. En ningún caso se emplearán hilos de una misma manguera para señales de entradas y salidas digitales, siempre se emplearán mangueras separadas.

Las mangueras multihilo serán específicas para el control, siendo los hilos del interior de color negro e identificados con números.

En el caso de los variadores, arrancadores u otros equipos que generen ruido electromagnético, para el cableado de sus señales de entradas y salidas se emplearán mangueras multihilo apantalladas tipo VC4V-K.



3.37.3 Ensayos

Se requerirá la presentación de certificados de cumplimiento de la normativa referenciada en este pliego de prescripciones

3.37.4 Medición y abono

Los cables de control e instrumentación se medirán por metro lineal, totalmente instalado, incluyendo accesorios de fijación, montaje, identificación y conexionado. El precio incluye el suministro, bobinas de transporte, transporte a obra, limpieza y acondicionamiento de canalizaciones existentes, tendido, inspecciones y pruebas, y en general todos aquellos trabajos no indicados que sean necesarios para la correcta ejecución y terminación de esta unidad de obra.

Los cables de control se abonarán por metro lineal, según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto para cada tipo y sección de los cables.

Los precios a emplear serán: U38409N, U38411N, U38400N

3.38 **Canalizaciones eléctricas enterradas**

3.38.1 Condiciones generales de ejecución

Estarán constituidos por tubos de Polietileno (PE) de doble capa corrugada exterior, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de los tubos serán las indicadas en el apartado de tubos.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de la tubular. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no. Deberán respetarse de igual manera los radios mínimos de curvatura especificados por el fabricante conforme a la Norma 50086-2-4. Los ángulos en los cambios de dirección serán de apertura mayor que 120º.

Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias cada aproximadamente 35 metros atendiendo a la norma Iberdrola MT 2.03.21. En la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad y además deberá permitir las operaciones de tendido de los tubos y cumplir con las condiciones de paralelismo, cuando la haya. La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,60 m en acera o tierra, ni de 0,80 m en calzada. Si la canalización se realizara con medios manuales, debe aplicarse la normativa vigente sobre riesgos laborales para permitir desarrollar el trabajo de las personas en el interior de la zanja.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. Sobre esta capa de arena y a 0,10 m del firme se instalará una cinta de polietileno a todo lo largo del trazado del cable, para la señalización de la existencia de cables eléctricos subterráneos. Cuando el número de líneas sea mayor se colocarán más cintas señalización de tal manera que se cubra la proyección en planta de los tubos.

Los cables de control, red multimedia, etc. se tenderán en un ducto (multitubo con designación MTT 4x40). Este se instalará por encima de los tubos, mediante un conjunto abrazadera /soporte, ambos fabricados en material plástico. A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control incluido en paso por las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

El relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará todo-uno, zahorra o arena. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón no estructural H 125 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. Al objeto de impedir la entrada de agua, suciedad y material orgánico, los extremos de los tubos deberán estar sellados. Los tubos que se coloquen como reserva deberán estar provistos de los tapones que les correspondan.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

Las canalizaciones a realizar constarán de tantos tubos como sean necesarios para satisfacer el diámetro exterior marcado en la tabla 9 del apartado 1.2.4 de la ITC-BT 21 del reglamento de baja tensión.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	< 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	--

Para más de 10 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección ocupada por los conductores.



El recorrido de la canalización, los detalles de las secciones y arquetas se recoge en sus respectivos planos.

Conversiones aéreo-subterráneas

Las tres fases del cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irán protegidas con un tubo de acero galvanizado, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas. El interior del tubo será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable averiado.

El tubo de acero galvanizado se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua, y se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo por encima del nivel del terreno 2,5 m mínimo. El diámetro del tubo será como mínimo de 1,5 veces el diámetro de la terna de cables.

Derivaciones

No se admitirán derivaciones en T ni en Y.

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

Cruzamientos

Calles, caminos y carreteras

En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc., deberán seguirse las instrucciones fijadas en el apartado anterior relativas a la disposición, anchura y profundidad para canalizaciones entubadas. Los tubos de la canalización deberán estar hormigonados en toda su longitud.

Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Con otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurren por debajo de los de baja tensión.

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica será de 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esa distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubos de resistencia a la compresión de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 200 mm, un impacto de energía de 40 J.

La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 m.

Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia



a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 200mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1 m.

Con conducciones de alcantarillado

Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior, aunque si se puede incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos) siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 200 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

Con depósitos de carburante

Los cables se dispondrán dentro de tubos de suficiente resistencia siempre que cumplan con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten para un diámetro de 200 mm, un impacto de energía de 40 J y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo.

Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos de A.T. deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

Otros cables de energía

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 200mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

Canalizaciones de agua

La distancia tanto en plano vertical como en horizontal entre las canalizaciones eléctricas y de agua será la definida por el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia atendiendo a las características de cada obra, pudiéndose exigir distancias mínimas superiores y criterios más exigentes que los definidos en el reglamento, en cualquier caso, siempre se respetará los mínimos definidos en el reglamento.

Esta distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que



se tienda en último lugar se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 200mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

Depósitos de carburantes

Los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo.

Arquetas y Marcos para canalizaciones subterráneas

Las arquetas serán realizadas de acuerdo al Anexo 5 de la norma MT 2.03.21 de Iberdrola.

3.38.2 Ensayos

Una vez terminada la ejecución de la canalización y se haya procedido a la limpieza interior de los tubos, se procederá al paso de testigos o mandrinos para asegurar que los tubos no se encuentran aplastados u obstruidos.

Estos testigos serán acordes a la sección interior del tubo o sistema equivalente y deberán de pasarse por todos los tubos que formen el prisma, el paso deberá de producirse sin atascos ni tirones.

En caso de no pasar, correrá a cargo del contratista el realizar las catas y reparaciones oportunas hasta conseguir que pase el testigo.

Se realizará un informe que será entregado a la dirección de obra para acreditar el paso favorable de las pruebas de paso de testigo, dicho informe deberá de ser aprobado por la dirección de obra.

3.39 **Bandejas**

3.39.1 Condiciones de suministro y almacenaje

Cada caja llevará marcados, de forma indeleble y bien visible, los datos siguientes:

- Marca comercial.
- Referencia.
- Cantidad.
- Dimensiones.
- Código de fabricación.
- Referencia de las marcas de calidad.



Almacenaje: En lugar protegido contra los impactos, la lluvia, la humedad y los rayos del sol y sin contacto directo con el suelo.

3.39.2 Condiciones de instalación

Las canalizaciones se instalarán siguiendo los planos de canalizaciones del proyecto. Antes de la instalación de las canalizaciones, se deberán presentar para su aprobación por la Dirección de Obra los planos necesarios para definir correctamente la situación y formación de todos los puntos de apoyo de la bandeja, anclajes de tubos, así como las piezas especiales que sean necesarias. Nunca las bandejas deben ser ocupadas por más del 80% de su capacidad.

Los empalmes de bandeja nunca deben estar separados de los soportes más de 1/10 de la longitud o separación de dichos soportes.

Una vez instaladas las bandejas y antes de colocar los cables, la Dirección de obra podrá pedir una prueba de carga de estas para comprobar su seguridad. Para admitir el peso de acuerdo con la capacidad de cada bandeja, las flechas anteriormente indicadas pueden alcanzar valores superiores, aunque nunca deberán superar los 10 mm.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de 3 cm, por lo menos.

El montaje de las bandejas se realizará nivelándolas convenientemente y enrasándolas de forma que la disposición longitudinal de un conjunto de bandejas quede al mismo nivel y en línea recta, utilizándose soportes adecuados para montaje vertical u horizontal.

Las bandejas metálicas se pondrán a tierra en los extremos conectándose a las mallas de tierra enterradas y se garantizará la continuidad entre las diferentes secciones de las bandejas.

3.39.3 Ensayos

La Dirección de Obra comprobará que los materiales son de fabricante conocido, realizando una inspección visual, para comprobar que se trata de material de nuevo uso. El material será suministrado acompañado de los documentos que acrediten al menos el ensayo de espesor en micras del galvanizado en el caso de las bandejas.

La recepción de las canalizaciones se hará comprobando que cumplen las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las especificaciones técnicas del CABB, en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en las correspondientes normas u disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.



3.39.4 Medición y abono

Las bandejas se medirán por metro lineal, totalmente instalado, incluyendo accesorios, estructura de fijación y montaje.

Las bandejas se abonarán por metro lineal, según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto para cada tipo y anchura.

Los precios a emplear serán: U4901999N, U480516.

3.40 **Tubos para conducciones eléctricas**

3.40.1 Condiciones de montaje

Las canalizaciones entubadas se instalarán siguiendo los planos de canalizaciones del proyecto. Antes de la instalación de las canalizaciones, se deberán presentar para su aprobación por la Dirección de Obra, los planos necesarios para definir correctamente la situación y formación de todos los anclajes de tubos, así como las piezas especiales que sean necesarias. Los tubos nunca deben estar ocupados por más del 50% de su capacidad interior cuando lleven un circuito, 33% cuando lleven 2, 40% cuando lleven 3-4, y 33% cuando lleven 5 o más circuitos.

Separación con otros servicios

Las instalaciones de cables subterráneos de AT deben cumplir las condiciones que puedan imponer otros Organismos Competentes afectados, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de AT.

- **Paralelismo.** Es el caso cuando la canalización discurre sensiblemente paralela a la de otros servicios, pudiendo ser tanto en sentido horizontal como vertical. La separación mínima requerida será la siguiente:
 - Líneas de alta o baja tensión: 25 cm. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales resistentes a la propagación de la llama, con una resistencia a la compresión de 450 N y una energía de impacto para uso normal según se establece en la norma UNE 61386. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1m.
 - Cables de telecomunicaciones: 25 cm. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales resistentes a la propagación de la llama, con una resistencia a la compresión de 450 N y una energía de impacto para uso normal según se establece en la norma UNE 61386.
 - Canalizaciones de agua, gas, etc.: 25 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, la canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias, constituidos por materiales resistentes a la propagación



de la llama, con una resistencia a la compresión de 450 N y una energía de impacto para uso normal según se establece en la norma UNE 61386.

- Canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar): 100 cm. g)
- Cruces. La separación mínima requerida será la siguiente:
 - Calles y carreteras: Los cables se colocarán en el interior de tubos hormigonados en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,50 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial
 - Líneas de alta o baja tensión: 25 cm. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales resistentes a la propagación de la llama, con una resistencia a la compresión de 450 N y una energía de impacto para uso normal según se establece en la norma UNE 61386. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1m.
 - Con cables de telecomunicación: 25 cm. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales resistentes a la propagación de la llama, con una resistencia a la compresión de 450 N y una energía de impacto para uso normal según se establece en la norma UNE 61386. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1m.
 - Canalizaciones de agua, gas, etc.: 25 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otras a una distancia superior a 1 m del punto de cruce.
 - Conducciones de alcantarillado: Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas.
 - No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de una adecuada resistencia mecánica.
 - Depósitos de carburante: Los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo.

3.40.2 Condiciones de suministro y almacenaje

Todas las partidas de tubos deberán presentar certificados de cumplimiento de la normativa vigente que les afecta y especificada en las características técnicas. El material no presentará ningún tipo de defecto de fabricación.

Rígidos

Se comprobará que todos los tubos, curvas, etc. lleguen a obra roscados y con las especificaciones que se le han exigido en el tubo, así como las correspondientes tuercas y contratueras.

Flexibles

El material no presentará ningún tipo de síntomas de rigidez o fragilidad. Llegarán a obra en rollos.



3.40.3 Ensayos

La Dirección de Obra comprobará que los materiales son de fabricante conocido, realizando una inspección visual, para comprobar que se trata de material de nuevo uso.

La recepción de las canalizaciones se hará comprobando que cumplen las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las Especificaciones técnicas del CABB, en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en las correspondientes normas u disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

3.40.4 Medición y abono

Los tubos se medirán por metro lineal totalmente instalado, incluyendo accesorios de fijación y montaje. Los tubos se abonarán por metro lineal, según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto para cada tipo y diámetro de tubo.

Los precios a emplear serán: U100403, U470910N

3.41 **Puesta en servicio de las instalaciones**

3.41.1 Introducción

La Puesta en Servicio es la fase comprendida por la Etapa Documental y de Legalización, Etapa de Puesta en Marcha y Pruebas de rendimiento, donde se detallan las diferentes fases del proceso, una vez finalizado el montaje mecánico, eléctrico, electrónico, así como concluida la etapa de introducción de los programas de software en todos los sistemas, incluido redes de comunicación.

Las diferentes fases detalladas anteriormente deberán ser realizadas por el Contratista, previa entrega de la instalación al Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia (CABB), siendo el objetivo de esta fase la entrega de una instalación operacional, teniendo en cuenta la seguridad de las personas, así como de los sistemas en los que se va a operar.

Las pruebas se deberán de realizar de acuerdo a las instrucciones individuales incluidas en los manuales de los fabricantes, pruebas realizadas en fábrica y certificados de cumplimiento.

Aquellos equipos que, por su complejidad, vinculación con garantías y/o cumplimiento de cualquier tipo de legislación, o función crítica en los procesos en los que se han instalado, serán probados conjuntamente con el representante designado por el fabricante, de acuerdo a sus propios protocolos. Estos equipos deben ser identificados con la suficiente antelación, al objeto de planificar la asistencia de los recursos apropiados y verificar los protocolos de pruebas a aplicar.



Si por cualquier causa imputable al Contratista, no procediese a realizar la recepción de la obra, se suspenderá ésta y se señalará un plazo prudencial para subsanar y corregir los defectos o fallos en el caso de que fueran fácilmente corregibles. Si los defectos o fallos fueran graves y/o de trascendencia, se elaborará el informe preceptivo correspondiente que se comunicará al Contratista para su cumplimiento obligatorio o, en su caso, para la rescisión del contrato.

Durante dicho periodo, la Dirección de Obra (DO) del CABB solicitará las exigencias de pruebas necesarias. Se deberá de tener durante la realización de estas el apoyo del personal de explotación a la vigilancia de maniobras y verificaciones, sin ninguna responsabilidad y siempre bajo la tutela del Contratista, quien estará obligado a enseñar a utilizar directa o indirectamente el modo de explotación de la instalación al personal del Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia por un periodo de tiempo acordado con éste durante la realización de las Pruebas.

3.41.2 Etapas documental y de legalización

Un mes antes de la finalización del periodo de construcción y montaje, el Contratista deberá de entregar el Programa de Puesta en Servicio, en el cual se deberá de indicar las fechas de entrega de los diferentes documentos que comprende el Programa. Éste deberá de contemplar al menos los siguientes puntos:

Programa de Puesta en Servicio

- Legalización de las instalaciones.
- Conexión del suministro de energía.
- Solicitud de Testigo para la integración en el sistema de control central.
- Presentación de la Documentación de Explotación y Mantenimiento.
- Acta de Inicio de los Trabajos de Puesta en Marcha.
- Integración en el sistema de control central.
- Acta de Finalización de los Trabajos de Puesta en Marcha.
- Plan de Pruebas de Rendimiento.
- Acta de Inicio de Pruebas de Rendimiento.
- Acta de Finalización de Pruebas de Rendimiento.

Una vez entregado el Programa de Puesta en servicio, se dará paso a la firma del “Acta de Finalización del periodo de construcción y montaje”.

A continuación, se tramitará por parte del Contratista la Legalización de las instalaciones y la conexión del suministro de energía, además de la Energización de los sistemas eléctricos tanto de alta como de baja tensión, verificando los circuitos de control, enclavamientos y dispositivo de disparo, así como de la eficacia de la instalación a tierra.

Por último, el Contratista solicitará a la DO la “Solicitud testigo para la integración en sistema de control”.

A continuación, se indica la Documentación necesaria a presentar por el Contratista previa a la Etapa de Puesta en marcha:



- Características técnicas de las obras
 - Descripción técnica
 - Memoria de funcionamiento
 - Diagramas de flujo
 - Planos descriptivos generales
- Equipamiento electromecánico
 - Listado y fichas de equipos mecánicos y de instrumentación
 - Manuales de instrucciones de máquinas, equipos de trabajo e instrumentación.
 - Mecanismos
 - Instalaciones especiales
- Instalación eléctrica y de control
 - Baja tensión
 - Alta tensión
 - Esquemas eléctricos
 - Cuaderno de tareas
 - Programación PLC
- Delimitación de redes e incorporaciones
 - Planos de planta generales
 - Fichas de inspección de los pozos de registro
- Legalización de las instalaciones
 - Plan de mantenimiento
 - Planos

3.41.3 Etapas de puesta en marcha

Comprende las operaciones necesarias para conseguir el funcionamiento estable de la instalación, entendiendo como aquel en el cual todos los elementos funcionan en la forma prevista. Para ello se realizarán las pruebas necesarias con el objeto de verificar el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el Proyecto.

Esta Etapa comienza con la firma del “Acta de Inicio de los Trabajos de Puesta en Marcha”.

La Etapa de la Puesta en Marcha deberá de comprender al menos las siguientes fases:

- Verificación de construcción:

Verificación y comprobación de las condiciones de instalación, así como del montaje de los equipos electromecánicos.



- Pruebas preoperacionales en vacío

Actividad a realizar en aquellos equipos donde no se haya podido aplicar o no se disponga de fluido de proceso.

Éstas incluyen:

- Pruebas en vacío de los motores.
- Pruebas y ajustes de los componentes individuales instalados en los equipos e instrumentos, así como la verificación contra el SCADA del sistema de control.

- Puesta en carga

Su función es probar los equipos con agua limpia, fluidos de proceso o gases, con el objeto de realizar una Puesta en marcha en carga de los equipos. Para ello:

- Realizar una correcta limpieza y llenado de tuberías, evitando en la medida de lo posible la utilización de reactivos de proceso sustituyéndolos por agua como fluido seguro.
- Operación de los equipos en un modo cercano a su punto de diseño, comprobando su correcto funcionamiento y cumplimiento de puntos de trabajo garantizados.
- Comprobación de ausencia de problemas durante las fases de arranque y paradas, así como durante un periodo largo de trabajo.

Una vez concluida esta Etapa, la Dirección de Obra del CABB, solicitará las pruebas necesarias de comprobación de la Puesta en Marcha, con la ayuda del personal de explotación, los cuales apoyarán la vigilancia de maniobras y verificaciones, sin ninguna responsabilidad y bajo la tutela del Contratista, quien estará obligado a enseñar a utilizar directa o indirectamente el modo de explotación de la instalación al personal del CABB.

3.41.3.1 Control de modificaciones temporales

Se entiende por modificación temporal una alteración o incorporación de componentes en disposiciones diferentes a las previstas en proyecto como disposición final y necesaria para realizar las actividades programadas de pruebas.

Las modificaciones temporales de los componentes de la instalación son necesarias para facilitar las pruebas durante el periodo de Puesta en Marcha. Estas modificaciones deben ser claramente identificadas, documentadas y controladas para asegurar el adecuado restablecimiento del sistema a su configuración prevista y para notificar al personal su existencia.

Estas modificaciones pueden ser:

- Cambios en la configuración de la instalación.
- Alteración de la lógica de operación de componentes incluyendo puentes eléctricos y protecciones quitadas, tanto con soporte físico como con soporte lógico.



- Instalación temporal de material o partes de un componente.
- Intercambios de piezas de componentes intercambiables, siempre que sea temporal.
- Otras modificaciones.

La Dirección de Obra será la única autorizada para iniciar o restablecer una modificación temporal. Para alteraciones que puedan afectar a garantías, deberán ser aprobadas por el Contratista, previa aprobación de la Dirección de Obra.

Ni la Dirección de Obra, ni el Contratista podrán autorizar modificaciones temporales que pudieran:

- Amenazar la seguridad del personal.
- Deformar o alterar componentes de modo permanente.
- Operar equipos más allá de sus límites operacionales del diseño.
- Afectar a garantías sin las aprobaciones oportunas.

Una modificación temporal se considerará restablecida cuando esté de acuerdo con la última revisión de planos o documentos del proyecto. Lo cual puede cumplirse en ambos sentidos, bien ajustando la modificación física a los planos o viceversa.

Las modificaciones temporales deberán quedar perfectamente señalizadas y etiquetadas, así como registradas en el Acta de Finalización de los Trabajos de Puesta en Marcha.

La Etapa de Puesta en Marcha finalizará, con la firma del “Acta de Finalización de los Trabajos de Puesta en Marcha”.

3.41.4 Etapa de pruebas de rendimiento

Esta Etapa consiste en la validación final de las variables de diseño fijadas en el proyecto con respecto a automatismos, consumos eléctricos, presiones, rendimientos del proceso de depuración (gas, líquido y sólido), caudales de agua residual y de aire entre otros, con los fluidos de diseño y/o sus correspondientes productos químicos. El personal de la explotación del CABB apoyará la vigilancia de maniobras y verificaciones, sin ninguna responsabilidad y siempre bajo la tutela del Contratista.

El Contratista previo al inicio de las Pruebas de Rendimiento deberá de entregar el Plan de Pruebas de Rendimiento, en el cual deberán de quedar perfectamente registrados los parámetros de operación y funcionamiento de los diferentes procesos de tratamiento implementados, así como la verificación de los rendimientos y garantías conforme al diseño de la instalación y de los documentos contractuales asociados.

Para poder realizar adecuadamente esta fase el Contratista deberá de disponer de:

- Permisos necesarios.
- Procedimientos.
- Registro de toma de datos y control de proceso.
- Repuestos.
- Consumibles.



A continuación, se indica una serie de parámetros mínimos que se han de incluir en el Plan de Pruebas de Rendimiento. Estos parámetros podrán sufrir modificaciones si así lo considera la Dirección de Obra.

- ALTERNADOR
- Intensidad nominal
- Tensión de alimentación
- Frecuencia de trabajo
- Potencia
- Máximo de RPM
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

ARRANCADOR ESTÁTICO

- Tensión nominal eficaz
- Tensión en continuo máxima.
- Tensión inicial
- Rampa aceleración
- Rampa deceleración
- Potencia nominal
- Intensidad nominal
- Intensidad máxima en 60 s.
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro BOMBAS
- Presión de trabajo
- Caudal nominal
- Rendimiento volumétrico
- Temperatura de fluido máxima
- Altura de elevación máxima
- Potencia absorbida
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

COMPRESOR

- Presión nominal
- Potencia motor
- Caudal nominal
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

CAUDALÍMETRO



- Caudal máximo
- Caudal mínimo
- Temperatura de trabajo
- Precisión
- Presión nominal
- Consumo eléctrico

FILTROS

- Caudal nominal
- Pérdida de carga inicial
- Pérdida de carga final
- Temperatura de trabajo máxima
- Presión de trabajo
- Velocidad de filtración
- Consumo aire comprimido
- Presión aire de limpieza
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

GRUPO HIDRÁULICO

- Caudal máximo
- Presión de trabajo máxima
- Potencia del motor
- Caudal mínimo
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

MOTOR

- Potencia
- Tensión de alimentación
- Revoluciones
- Rendimiento
- Temperatura de ambiente máxima
- Intensidad nominal
- Consumo eléctrico
- Nivel presión sonoro

VÁLVULAS

- Presión de trabajo
- Temperatura de trabajo



- Caudal

Mediante la firma del “Acta de Inicio de Pruebas de Rendimiento”, se dará paso a esta Etapa.

El resultado negativo de algunas de las pruebas dará lugar a la reiteración de la misma prueba tantas veces cuantas considere necesaria la Dirección de Obra, y en los lugares elegidos por ésta, hasta comprobar si la prueba negativa afectaba a una zona parcial susceptible de reparación, o reflejaba defecto de conjunto que motivase la no admisión en su totalidad de la instalación comprobada. En el supuesto caso de que las pruebas dieran negativas, no se procedería a la firma del acta de Finalización de Pruebas de Rendimiento ni a la recepción de las obras.

En caso de avería o parada de algún elemento de la Instalación, la Dirección de Obra decidirá, en función del tipo de circunstancia, si el plazo de comprobación del rendimiento debería comenzar desde el principio o pudiera ser acumulado.

El CABB tendrá acceso a la información técnica y podrá realizar cuantos ensayos e hipótesis de funcionamiento estime oportunos, como verificación de un correcto funcionamiento de la instalación.

El Contratista repondrá o modificará, a su costa, aquellos equipos o piezas necesarias para superar las pruebas citadas.

Una vez finalizada las Pruebas de rendimiento de la instalación, el Contratista deberá entregar a la Dirección de Obra una serie de documentos que puedan justificar las pruebas realizadas, y de esta forma transferir la obra a la Dirección de Explotación y Gestión de activos del CABB, así como la siguiente documentación técnica:

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

- Control de calidad Obra civil

- Control de Calidad del Hormigón
- Control de Calidad de barras de acero corrugado
- Control de Calidad de tuberías de hormigón
- Control de Calidad de tuberías de PE
- Control de Calidad de tuberías de fundición
- Pruebas de estanqueidad e inspecciones con cámara
- Control de Calidad de materiales de relleno
- Certificados de Calidad de elementos de acero inoxidable
- Fichas de inspección de pozos de registro

- Control de calidad del equipamiento Mecánico y Eléctrico

- CCM
- PLC
- Equipos electromecánicos
- Instrumentación



- Mecanismos
- Instalaciones especiales

Mediante la firma del “Acta de Finalización de las Pruebas de Rendimiento” se dará por concluida esta Etapa.

3.41.5 Medición y abono

El periodo de Puesta en Servicio será variable en función del tipo de instalación. Durante estas pruebas, Explotación como Gestión de Activos del CABB, podrán estar presentes recibiendo la información necesaria, para su posterior explotación y mantenimiento de la Planta.

La Puesta en Servicio, la cual comprende, entrega de la Documentación y Legalización de la instalación, así como la Puesta en marcha y Pruebas de Rendimiento, se abonará en unidades independientes dentro del capítulo denominado Puesta en Servicio del presupuesto del proyecto, salvo contradicción del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

El abono completo del equipamiento de las instalaciones puede estar pendiente de los resultados obtenidos en esta fase según lo dispuesto en cada caso por los subcapítulos correspondientes del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales y por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

3.42 **Carpintería metálica y cerrajería**

3.42.1 Carpintería metálica

3.42.1.1 **Condiciones generales de ejecución**

Las piezas, perfiles, etc., antes de ser colocadas recibirán la aprobación del Director de Obra. Las tolerancias admisibles en la colocación de elementos son las siguientes:

- Aplomo de elementos verticales:
 - ± 2 mm para altura máxima de 3 m.
 - ± 3 mm para altura superior a 3 m.
- Nivel de los elementos horizontales:
 - $\pm 1,5$ mm hasta 3 m. de longitud
 - ± 2 mm hasta 5 m. de longitud
 - $\pm 2,5$ mm hasta 5 m. de longitud en adelante
- Holgura máxima entre elementos fijos y elementos móviles 10 mm. No se empleará yeso para recibir los elementos de anclaje.

En todo lo no indicado expresamente en el presente Pliego o P.P.T.P. se seguirá CTE.



3.42.1.2 Medición y Abono

Salvo indicación en contrario en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, los elementos objeto del presente apartado se medirán en metros cuadrados (m²) de superficie realmente cerrada.

El abono se realizará mediante aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios.

En dichos precios se consideran incluidos todos los materiales, medios auxiliares y trabajos necesarios para la completa finalización de las unidades de obra correspondientes.

Los precios a emplear serán: U540010, U540014.

3.43 Protección e integración ambiental

3.43.1 Medidas de protección-prevención

3.43.1.1 Jalonado temporal de protección

3.43.1.1.1 Definición y condiciones generales Definición

Esta unidad tiene por objeto delimitar el perímetro de actividad de obra mediante un jalonamiento temporal, de forma que el tráfico de maquinaria, las instalaciones auxiliares y caminos de obra se ciñan obligatoriamente al interior de la zona acotada.

Condiciones generales

La ejecución de la unidad de obra incluye las operaciones siguientes:

- Replanteo del jalonamiento
- Suministro y transporte a la obra de los materiales necesarios
- Colocación de los soportes y cinta de señalización
- Revisión y reposición sistemática del jalonamiento deteriorado
- Retirada del mismo a la terminación de las obras

El jalonamiento temporal de protección estará constituido por soportes de angular metálico de treinta milímetros (30 mm) y un metro de longitud, estando los veinte centímetros (20 cm) superiores cubiertos por una pintura roja y los treinta centímetros (30 cm) inferiores clavados en el terreno. Estos soportes, colocados cada ocho metros (8 m), se unirán entre sí mediante una cinta de señalización de obra, atada bajo la zona pintada del angular metálico.

El jalonamiento temporal reforzado estará constituido por soportes metálicos de cuarenta milímetros (40 mm) y dos metros de longitud, anclados a bases de hormigón. Estos soportes se colocarán cada tres



metros y medio, se unirán entre sí mediante malla electrosoldada de un metro y ochenta y cinco centímetros de altura.

3.43.1.1.2 Ejecución

El jalonamiento se instalará siguiendo el límite de expropiación para el trazado y reposiciones de servidumbres, así como en el límite de las zonas de ocupación temporal, incluyendo préstamos, vertederos, instalaciones y caminos de acceso. Siguiendo las indicaciones del Técnico de Seguimiento Ambiental en Obra, se jalonarán asimismo las zonas a proteger, tales como las de vegetación de mayor valor, yacimientos arqueológicos, etc.

Será competencia de la Dirección de Obra la determinación de zonas nuevas que deban jalonarse, a fin de señalar la prohibición de acceso por parte de la maquinaria o incluso del personal que intervenga en la ejecución de las obras.

El jalonamiento deberá estar totalmente instalado antes de que se inicien las tareas de desbroce o de cualquier otro movimiento de tierras. El contratista será responsable del adecuado mantenimiento del mismo hasta la emisión del Acta de recepción de las obras, y de su desmantelamiento y retirada posterior.

3.43.1.1.3 Medición y abono

Estas unidades se medirán y abonarán al precio indicado en el cuadro de precios para las unidades correspondientes. Se medirán y abonarán por metros lineales (ml), realmente ejecutados.

Los precios incluyen, el suministro de los materiales, el replanteo y ejecución del jalonamiento, su mantenimiento y retirada al finalizar las obras.

Los precios a emplear serán: U550203, U990202.

3.43.1.2 Gestión de residuos

3.43.1.2.1 Definición

Residuo de construcción y demolición: cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de «Residuo» incluida en el artículo 3.a) de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, se genere en una obra de construcción o demolición.



3.43.1.2.2 Gestión

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

El contratista deberá establecer en obra los medios necesarios para garantizar la ausencia de mezcla de estos materiales con residuos peligrosos; así como la inaccesibilidad pública a estos depósitos, en caso de que no pueda garantizarse la no-utilización de estos contenedores por parte del público, deberán trasladarse diariamente a gestor autorizado de residuos.

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

En cualquier caso, la actividad del contratista debe garantizar el cumplimiento de la legislación en materia de residuos, dando cumplimiento a lo establecido en el *DECRETO 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición*.

3.43.1.2.3 Medición y abono

Estas unidades se medirán y abonarán al precio indicado en el cuadro de precios para las unidades correspondientes. Se medirán y abonarán por metros cúbicos(m³) o toneladas (tn), realmente gestionados.

Los precios de aplicación en la Gestión de Residuos serán los definidos en el Cuadro de Precios Nº1 del proyecto.

Los precios a emplear serán: U980032N, U980017, U980018, U980022, U980023, U980009, U980015, U980010, U980020, U980011, U980012, U980026N, U980013, U980027N, U980016, U980021, U980019, U980077N, U980001N, U980004N.

3.43.1.3 Punto limpio

3.43.1.3.1 Definición y alcance

El objeto del Punto Limpio es adecuar una zona señalizada dentro de la obra para el acopio y almacenamiento temporal de los distintos tipos de residuos generados en la obra y gestionados por el contratista, que deberá incluir un tejado, cubeto retentor de fugas, y depósitos estancos y abiertos en numero suficiente para los distintos tipos de residuos previstos.



Se trata de un emplazamiento aislado de las aguas de lluvia y las aguas de escorrentía, y con capacidad de contención de forma que cualquier vertido que se produzca en su interior pueda ser recogido con seguridad para el medioambiente, sin que se transmita al suelo o a las aguas.

3.43.1.3.2 Ejecución de las obras

El punto limpio deberá ejecutarse considerando el plan de obra en el que se establezcan los parques de maquinaria, áreas de acopio, zonas de paso y otras instalaciones auxiliares, proponiéndose su localización de acuerdo con el estudio de impacto ambiental, y la mejor accesibilidad para su utilización desde las zonas de posible generación de los residuos.

Esta instalación se ejecutará íntegramente en el primer mes desde la emisión del acta de replanteo, debiéndose mantener en adecuadas condiciones a lo largo de toda la duración de la obra: en esto se incluirá su limpieza, la integridad del aislamiento, la integridad del cierre, y cualquier otro aspecto que influya en su funcionalidad.

Finalmente se desmontará antes de la entrega de la obra, tras la autorización por escrito del Técnico de Seguimiento Ambiental en Obra, reutilizándose los postes, el vallado, los depósitos y los carteles, y gestionando como residuos los materiales de hormigón demolido.

Finalmente se reintegrará la zona en el entorno, aportando tierra vegetal y realizando las siembras y plantaciones que sean precisas.

3.43.1.3.3 Control de calidad

Se comprobará antes de la ejecución del punto limpio:

- La idoneidad de la propuesta de localización; Se comprobará durante su ejecución:
- La solidez de los elementos que la forman,
- La accesibilidad,
- Otras características establecidas en este artículo (contenido, protección y señalización) Se comprobará tras su ejecución:
- El mantenimiento de su funcionalidad,
- El mantenimiento de la correcta señalización exigible,
- El estado de limpieza,
- La presencia de todos los elementos que la integran, Se comprobará antes de la entrega de la obra:
- La demolición efectiva de los materiales de hormigón y la gestión de sus constituyentes residuales
- La no permanencia de los elementos constituyentes o residuos en la parcela.
- La integración ambiental mediante tierra vegetal, siembras y plantaciones en el área afectada.



3.43.1.3.4 Medición y abono

La medición se hará por unidad (ud.) realmente ejecutada en obra.

Los precios a emplear serán: U980024.

3.43.1.4 Barrera de retención de sedimentos

3.43.1.4.1 Definición

El principal objetivo de esta medida consiste en reducir la carga de finos de las aguas de escorrentía previa a su incorporación a cauce o sistema de saneamiento, y así evitar afecciones a la calidad de las aguas por aporte de sólidos en suspensión.

Esta medida consiste en la colocación de barreras de retención de sedimentos provisionales, que se mantendrán durante el tiempo que duren las obras en el entorno del cauce.

Para la colocación de estas barreras se deberá tener en cuenta la morfología del terreno, de tal modo que toda el agua de escorrentía que se genere durante el trascurso de la obra en dirección a cauce o sistema de saneamiento sea filtrada previamente por la barrera.

Las barreras de retención de sedimentos pueden ser de dos tipos:

- Barreras formadas por una lámina de geotextil,
- Barreras formadas por una lámina de geotextil y balas de paja.

En ambos casos, estas deberán colocarse de forma que se cree una barrera longitudinal continua, la cual deberá quedar perfectamente fijada al terreno.

3.43.1.4.2 Materiales

En el caso de las barreras formadas por láminas de geotextil, los materiales necesarios serán;

- Estacas de madera u otro material resistente con dimensiones 10 x 10 cm y 2 m de alto o al menos 50 cm más altas que la lámina de geotextil.
- Lámina de polipropileno (no tejido) de una anchura mínima de 50 cm y densidad 200g/m².
- Grapas de cable de acero de al menos 1,6 mm de grosos y de al menos 4,5 cm de longitud.
- Cable de diámetro de 3,1 mm.

En el caso de barreras formadas por láminas de geotextil y balas de paja, adicionalmente serán necesarios los siguientes materiales:



- Balas de paja de 0,40 x 0,50 x 1 m,
- Estacas de madera u otro material resistente con dimensiones 10 x 10 cm y 2 m de alto.

3.43.1.4.3 Ejecución

La instalación de las barreras de retención se realizará preferentemente de manera paralela al cauce. En cualquier caso, las barreras se colocarán interceptando el flujo de tierras hacia el cauce o sistema de saneamiento.

En primer lugar será necesario nivelar la zona posterior donde se pretende instalar la barrera, para evitar pendientes hacia el elemento que se pretende proteger. De esta manera se provee un área amplia donde almacenar sedimentos y escorrentías.

La barrera deberá ir enterrada los primeros 20 cm, para resistir el empuje de las aguas para lo que es necesario excavar una zanja.

Es necesario prever un acceso suficiente para realizar las tareas de limpieza y mantenimiento de las zonas donde se acumulen los sedimentos.

Los pasos de ejecución de las barreras compuesta por láminas de geotextil son:

- Cavar una zanja a lo largo de toda la zona donde se instalará el geotextil. Esta zanja deberá tener una sección de 10 cm de ancho por 25 cm de alto.
- Colocar las estacas de madera, separadas entre si por una distancia máxima de 2 m y enterradas un mínimo de 30 cm.
- Instalar el geotextil y sujetarlo a las estacas de madera mediante grapas (o amarrarlo si las estacas son metálicas).
- Minimizar el número de empalmes. Si los empalmes son necesarios, sujetar firmemente a los postes y superponerlo hasta el siguiente poste, de acuerdo con los planos.
- Rellenar la zanja con suelo compactado.

Los pasos de ejecución de las barreras compuesta por láminas de geotextil y balas de paja son:

- En primer lugar, se deberá ejecutar la instalación de la lámina de geotextil atendiendo a los pasos antes comentados.
- Para la colocación de las balas de paja se deberá realizar previamente un explanamiento del terreno, con el objetivo de que estas queden al menos 5 cm enterradas en el terreno.
- Las balas de paja deberán ser colocadas de manera longitudinal, formando una barrera continua y deberán colocarse en la parte anterior (según la dirección del flujo del agua de escorrentía) de la lámina de geotextil.
- Las balas de paja deberán quedar fijadas al terreno mediante estacas de madera. Se usarán dos estacas de madera por bala de paja, una de ellas deberá perforar la bala de paja de manera perpendicular y enterrada al menos 50 cm. La otra estaca deberá colocarse inclinada hacia la bala de



paja adyacente, de esta manera, se conseguirá que las balas de paja queden fijadas unas a otras y al mismo tiempo al terreno.

Tras la finalización de las obras, se retirarán los materiales y la zona afectada por la instalación de la barrera será reintegrada en el medio, de manera acorde con el resto del proyecto. Al menos se realizará la descompactación de los materiales, el aporte de la tierra vegetal que sea precisa, y una siembra.

La instalación de las barreras de retención se realizará preferentemente de manera paralela al cauce. En cualquier caso, las barreras se colocarán interceptando el flujo de tierras hacia el cauce o sistema de saneamiento.

En primer lugar, será necesario nivelar la zona posterior donde se pretende instalar la barrera, para evitar pendientes hacia el elemento que se pretende proteger. De esta manera se provee un área amplia donde almacenar sedimentos y escorrentías.

La barrera deberá ir enterrada los primeros 20 cm, para resistir el empuje de las aguas para lo que es necesario excavar una zanja.

Es necesario prever un acceso suficiente para realizar las tareas de limpieza y mantenimiento de las zonas donde se acumulen los sedimentos.

La ejecución de la unidad de obra incluye las operaciones siguientes:

- Replanteo de la alineación de la barrera
- Excavación y adecuación del terreno previas a la colocación, si fuese necesario
- Colocación de balas de paja necesarias para proteger los cauces
- Colocación de estacas de sujeción de la bala de paja al terreno
- Reposiciones mensuales durante el tiempo que duren las obras
- Cualquier otra operación, maquinaria o material necesario para su correcta instalación o mantenimiento.

3.43.1.4.4 Medición y Abono

La ejecución de las barreras de retención de sólidos a base de balas de paja se medirá por unidad de longitud (m) realmente ejecutada.

Se abonará aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios.

Los precios a emplear serán: U550205.



3.43.1.4.5 Control y supervisión

Control de la correcta ejecución de la zanja en consonancia con la anchura de las balas de paja, y control del correcto anclaje de las balas con el fin de que la propia escorrentía superficial no las arrastre

3.43.1.5 Balsa de decantación

3.43.1.5.1 Definición

Se define como balsa de decantación, aquel dispositivo capaz de retener los sólidos en suspensión arrastrados por las aguas de obra, tanto de escorrentía, como de agotamiento o de ejecución de hincas o pantallas, de manera que no lleguen a los cauces próximos o a redes del CABB cercanas.

3.43.1.5.2 Materiales

La presente unidad comprende:

- Replanteo.
- Excavación y refino del fondo.
- Extendido de lámina de arcilla.
- Instalación de lámina PEAD.
- Instalación de arqueta de control.
- Conexión a la red de drenaje o cauce próximo.
- Cualquier otra operación necesaria para el correcto mantenimiento y funcionamiento de la balsa durante las obras.

3.43.1.5.3 Ejecución

Al objeto de evitar la obturación de las redes de drenaje existentes y la contaminación de los cauces públicos por la llegada a ellos de residuos sólidos provenientes de los trabajos de movimiento de tierras, se hade proyectar una serie de medidas con el fin de evitar la citada situación.

En general consisten en:

- Construcción de una balsa de decantación temporal previa a la anterior zona de vertido definitivo.
- Realización de zanjas o conducciones provisionales de recogida de aguas que conduzcan las aguas de escorrentía interior a la balsa.



3.43.1.5.4 Medición y Abono

El abono de las balsas de decantación se realizará por Unidad totalmente ejecutada, con los precios incluidos en el Cuadro de Precios Nº1.

Los precios a emplear serán: U550207.

3.43.1.5.5 Control y supervisión

Todo el material será de primera calidad y adecuados a la función que desarrollen. Cada componente deberá contar con su correspondiente sello de calidad oficial.

El adjudicatario, antes de instalar los materiales, los someterá a la aprobación del Técnico de Seguimiento Ambiental en Obra.

3.43.1.6 Balsa de limpieza de hormigoneras

3.43.1.6.1 Definición

Se entiende por punto de limpieza de hormigoneras aquella zona habilitada para que las hormigoneras realicen la limpieza de las canaletas, a fin de evitar vertidos indiscriminados por la obra y poder controlar y gestionar las aguas de limpieza, que poseen pH elevado.

3.43.1.6.2 Materiales

Comprende:

- La excavación de una fosa.
- Recubrimiento con lámina de PEAD aislante.
- La gestión de las aguas de limpieza por gestor autorizado.
- Picado.
- Tratamiento por gestor autorizado, del residuo y desmantelamiento o reutilización del material extraído en la propia obra, y recuperación del área afectada.



3.43.1.6.3 Ejecución

- Consistirá en una balsa excavada en tierras, el dimensionamiento quedará en función del espacio libre disponible en la obra y la frecuencia de lavado de hormigoneras máximo que se prevea, de fácil acceso para las hormigoneras.
- Las aguas de limpieza se recogerán periódicamente y se gestionarán por gestor autorizado.
- También periódicamente se retirará el hormigón acumulado en la balsa, que será gestionado así mismo por un gestor autorizado o se procederá a su reutilización en la propia obra.

3.43.1.6.4 Medición y Abono

El abono de las balsas de limpieza de hormigoneras se realizará por Unidad totalmente ejecutada, con los precios incluidos en el Cuadro de Precios Nº1.

Los precios a emplear serán: U550201.

3.43.1.6.5 Control y supervisión

Todo el material será de primera calidad y adecuados a la función que desarrollen. Cada componente deberá contar con su correspondiente sello de calidad oficial.

No existirán plastas de hormigón a lo largo de la obra fuera de las zonas habilitadas al efecto. En el caso de localizar una hormigonera realizando un lavado fuera de la fosa, se procederá a la toma de sus datos para realizar un aviso, y si se repite el hecho para proceder a multar a la subcontrata.

Se deberá proceder a la demolición de las instalaciones y a la posterior restauración de las condiciones del terreno previas a la instalación de la misma.

Se determinarán puntos de limpieza debidamente establecidos para la limpieza de las canaletas de las hormigoneras. Estos puntos de limpieza deben de estar controlados, de manera que no exista afección alguna al dominio público hidráulico

El adjudicatario, antes de instalar los materiales, los someterá a la aprobación del Técnico de Seguimiento Ambiental en Obra.



3.43.1.7 Lavarruedas

3.43.1.7.1 Definición

En todas las salidas/entradas, de la zona de obras a la red viaria de uso general se dispondrán sistemas de lavado de ruedas que permitan la eliminación de los residuos adheridos a las ruedas de los vehículos.

La unidad comprende la instalación completa terminada y funcionando del dispositivo lavarruedas, disponiendo el mismo de las siguientes características:

- Ser dispositivos automáticos, dotados de un depósito de agua reciclable, y un sistema de conducciones que conduzcan el agua a presión.
- Que pueda ser utilizado por todos los vehículos de la obra.
- Que estén conectados a sistemas de captación o de sedimentación de sólidos para evitar el vertido directo a los cauces del territorio. Estos sistemas de captación deben ser accesibles y los lodos eliminados de forma periódica.
- Que tenga un dispositivo de concentración de las grasas y aceites, para que puedan ser gestionados de forma independiente como residuos peligrosos.
- Debe tener un tamaño suficiente para permitir el paso de cualquier vehículo o maquinaria a la obra.
- Debe contar con dispositivos para evacuación del agua si fuese necesario.

Esta unidad incluye toda obra civil necesaria para la instalación, las acometidas de energía y agua que se precisen, así como la adecuada retirada periódica y gestión tanto de los lodos que se generen en el proceso de lavado, como de los aceites y grasas que puedan recogerse.

Se incluyen todas las operaciones de mantenimiento necesarias, así como el desmantelamiento posterior y la recuperación del área afectada para devolverla al estado.

3.43.1.7.2 Materiales

- Ud. de dispositivo lavarruedas automático,
- Depósito de agua reciclable.
- Dispositivos de decantación de sólidos.
- Captación independiente de grasas y aceites, gestión completa de residuos y lodos.
- Totalmente instalado y funcionando.
- Incluso montaje y obra civil.
- Acometidas de energía y agua.
- Mantenimiento durante el periodo de las obras.
- Desmantelamiento y recuperación de la zona afectada a la conclusión de éstas.
- Cualquier otra operación adicional necesaria.



3.43.1.7.3 Ejecución

Dado que la componente principal de esta unidad de obra es la instalación industrial, el resto de la obra deberá ajustarse a ella, basándose en el diseño indicado en planos.

3.43.1.7.4 Medición y Abono

El abono de los lavaruedas se realizará por Unidad totalmente ejecutada, con los precios incluidos en el Cuadro de Precios Nº1.

Los precios a emplear serán: U550251N.

3.43.1.7.5 Control y supervisión

Cada componente deberá tener su correspondiente sello o certificado de calidad oficial. Se comprobará por parte del Técnico de Seguimiento Ambiental en Obra los siguientes aspectos:

Tras su ejecución:

- Ejecución adecuada del lavadero de ruedas de acuerdo con el plano de detalle.
- Colocación del balizamiento y orientación del lavadero para garantizar su uso por parte de los vehículos.
- Señalización de la obligación del uso por parte de vehículos y maquinaria móvil.
- Mantenimiento del lavadero y limpieza periódica del fondo. Tras la finalización de su uso, antes de la recepción de la obra
- Completa retirada y relleno del hueco.
- Integración ambiental de la zona afectada mediante aporte de tierra vegetal y siembras.

3.43.1.8 Sistema de tratamiento de aguas de obra (STAO)

3.43.1.8.1 Definición

El sistema de tratamiento de aguas de obra (STAO) es un sistema temporal de obra, cuyo principal objetivo es el tratamiento de las aguas, provenientes de las obras con alto contenido en partículas finas en suspensión. El fin último es reducir o evitar afecciones a la calidad de las aguas por aporte de sólidos en suspensión.



Su funcionamiento se basa en procesos de filtración y sedimentación de las partículas presentes en el agua. Para facilitar ambos procesos, se pueden añadir sustancias floculantes que facilitan la agregación de las partículas formando flóculos de mayor tamaño.

El sistema está compuesto por un conjunto de elementos, cuya configuración debe adaptarse a las condiciones particulares de cada obra; particularmente a la carga de finos prevista, y al caudal de agua que se prevé tratar.

El STAO es un sistema modular, que puede tener las siguientes configuraciones:

- Configuración 1: Zanja de tratamiento (ZT).
- Configuración 2: Zanja de tratamiento (ZT)+ Sistema activo de tratamiento (SAT). Zanja de tratamiento

La zanja de tratamiento permite tratar el agua, mediante decantación y filtración, antes de su vertido, cuando las cantidades de agua y su contenido en sedimentos no son muy elevados, y no es necesario el sistema activo de tratamiento.

El agua se incorporará a la zanja mediante bomba de achique procedente de la zona de trabajo, o en su caso, del sistema de tratamiento activo.

La zanja de tratamiento consiste en una zanja con una pendiente hacia el cauce que está dividida transversalmente por septos fabricados con rollos de fibra, que generan estanques de decantación sucesivos.

El agua pasa de un estanque al siguiente hasta llegar al río a través de los rollos de fibra (agua clarificada por filtración), o sobre estos (agua clarificada por sedimentación) cuando el flujo del agua supera la capacidad del estanque.

La zanja tendrá sección trapezoidal de dimensiones similares en toda su longitud. Los taludes laterales de la zanja tendrán pendiente 2H:1V, y la máxima pendiente longitudinal será del 2%. Dependiendo del caudal esperado, se ajustarán las dimensiones de la zanja de acuerdo con el plano de detalle.

La longitud de la zanja deberá prolongarse, o incorporarse módulos de Sistema Activo de Tratamiento si no se consigue alcanzar los niveles de clarificación suficientes (<50NTU). En previsión de necesidades posibles durante la ejecución de los trabajos, se dispondrá de terrenos adicionales para prolongar la longitud de la zanja.

La zanja incorporará en la superficie del primer tramo (la zona de llegada de las aguas) de 5 m de longitud de lámina impermeable de 5 mm, anti-punzonamiento. En el resto de la superficie, se colocará una doble capa de malla de tejido 100% natural (fibra de coco o fibra de yute), con una densidad mínima de 700 gr/m². Este tejido estará sujeto a la superficie de la zanja con piquetas en U (4 Ud./m²) que deberá espolvorearse previamente a su puesta en funcionamiento con floculante en polvo. El tipo de floculante deberá seleccionarse atendiendo a las características del agua, y tipología del suelo del que derivan los sólidos en suspensión.



Los rollos de fibra con los que se separan las presas, tienen el objetivo de separar y retener las partículas floculadas en suspensión, y reducir al mínimo la cantidad de sólidos en suspensión el agua. Los rollos de fibra serán de 40 cm de diámetro, y estarán formados por tejido natural (fibra de coco o fibra de yute). Los rollos estarán hincados 10 cm en el terreno, y fijados mediante redondos de acero o estacas de madera no tratada, de forma que puedan soportar velocidades de flujo de agua superiores a 2,5 m/s, y pendientes superiores a 2H:1V.

Los rollos de fibra contendrán, bien en su interior o ancladas en su parte posterior, pastillas de floculante de rápida reacción y específico para el tipo de suelo y aplicación.

Sistema activo de tratamiento (SAT)

Si la zanja de tratamiento es insuficiente para reducir el contenido en sólidos del agua, se podrá añadir un sistema activo de tratamiento (SAT). El sistema activo de tratamiento está compuesto a su vez por dos sistemas:

- Sistemas de dosificación,
- Sistema de agitación.

El agua de obra es bombeada al sistema de dosificación, donde el agua entrará en contacto con el floculante. Este sistema impulsará el agua hasta el sistema de agitación, donde el agua y floculante se mezclarán y homogenizarán.

El sistema de dosificación tiene el objetivo de captar el agua a tratar y dirigirlo, después de un tratamiento previo, al sistema de agitación. El sistema de dosificación está compuesto por unidades; cada una de estas unidades consiste en un tubo de PVC 200 mm diámetro y 1800 mm de longitud, con capacidad de tratar hasta 10 l/s de caudal. Cada unidad de dosificación estará equipada con una parrilla interior preparada para incorporar hasta 4 bloques de polímero sólido de lenta disolución y con acoples tipo *camlock* para una fácil y rápida apertura y acceso a su interior.

Las unidades de dosificación deben estar conectadas mediante manguera, tanto con la zona de captación del agua a tratar, como con el sistema de agitación y entre las propias unidades. Para esto, las unidades deben estar equipadas con conexión de manguera flexible 80/100 mm de diámetro y con capacidad de trabajar con una presión máxima de 6 bar.

El objetivo del sistema de agitación es la homogenización y mezcla del floculante con las aguas turbias mediante giros y constricciones. Esto se consigue mediante ampliaciones del tamaño de la tubería, las cuales provocan turbulencias y alteran los gradientes de velocidad y flujo, proporcionando mezclas radiales y axiales.

Este sistema deberá estar compuesto por un bastidor de acero inoxidable y tubo floculador, de PVC, de flujo forzado. Dependiendo del caudal, se incorporará una o varias unidades. Cada unidad tendrá dimensiones 2500 x 500 x 1000 mm, y tendrá una capacidad de caudal de entre 4-6 l/s. Estará conectado en línea con el sistema de dosificación, ser compacto y, sin partes móviles ni requerimientos de energía externa. También deberá estar equipado con 3 puntos de inyección y 2 válvulas de muestreo.



3.43.1.8.2 Materiales

Los materiales necesarios para la aplicación del presente sistema son: Sistema activo de tratamiento

- Sistema de impulsión: conformado por una bomba de impulsión de 5 cv para alimentación del sistema con el agua residual a tratar. Incluye guarda motor, botonera para funcionamiento manual y automático, sistema de boya y 20 metros de cable eléctrico.
- Mangueras de conexión: manguera flexible de 80/100 mm de diámetro, capacidad de trabajo a una presión máxima de 6 bar y caudal de hasta 10 l/s.
- Unidades de dosificación de 200 mm de diámetro y 1800 mm de longitud: diseñados para introducir floculante en la línea de impulsión, con capacidad para albergar 4 pastillas de floculante. Cada unidad deberá tener una capacidad de tratamiento de entre 4 – 15 l/s.
- Sistema de agitación; compuesto por bastidor de acero inoxidable y tubo floculador de flujo forzado de PVC, con capacidad de caudal de entre 4 – 6 l/s. Equipado con 3 puntos de inyección y dos válvulas de muestreo.
- Pastillas floculantes de lenta disolución de 4,5 kg la unidad, formadas por polímero aniónico en forma sólida. Cada pastilla deberá poseer certificados, bajo norma ANSI/NSF, de no peligrosidad y toxicidad para el medioambiente. El tiempo de reacción deberá ser inferior a 20 segundos y deberá producir un sobrenadante casi transparente. Para la selección del floculante, también se deberá tener en cuenta las características del agua a tratar y la tipología del suelo.

Zanja de tratamiento

- Lámina impermeable, resistente a punzamiento y de al menos 5 mm de espesor, para recubrir la primera zona de la zanja de tratamiento.
- Malla de tejido natural: de al menos 700 gr/m², tamaño de cuadrícula de 20 mm x 20 mm y 8-10 mm de espesor, fijado al terreno mediante grapas.
- Dique natural filtrante: Compuesto por rollo de fibra orgánica fabricado 100% en fibras naturales muy compactado de 3 m de longitud, 40 cm de diámetro y 11,5 kg/ml de relleno de fibras.
- Dique natural filtrante: compuesto por rollos de fibra fabricado 100% de fibras naturales (fibra de yute o fibra de coco), de 3 m de longitud, 30 cm de diámetro y 6 kg/ml de relleno de fibras o compost.
- Polímero en polvo, de rápida reacción, seleccionado atendiendo a las características del agua a tratar y tipología del suelo, con certificados de no peligrosidad y toxicidad para el medioambiente, bajo norma ANSI/NSF.
- Polímero en bloque. Pastilla, de 4,5 kg, de polímero aniónico, de rápida reacción, seleccionado atendiendo a las características del agua a tratar y tipología del suelo. Con certificado de no peligrosidad y toxicidad para el medioambiente, bajo norma ANSI/NSF. Cada pastilla debe tener capacidad para tratar entre 700 y 1.800 m³ de agua.
- Redondo de acero, con dimensiones 19 mm de sección y 1.5 metros de longitud.



3.43.1.8.3 Ejecución

La instalación del sistema de tratamiento de aguas de obra se realizará respetando la vegetación de ribera y otros valores naturales que puedan estar presentes en la zona, y ocupando el mínimo espacio necesario.

Previo a la ejecución del presente sistema, el contratista deberá revisar tanto los cálculos como la información del proyecto, con el objetivo de optimizar al máximo el sistema. Esta revisión deberá ser aprobada por la Dirección Facultativa.

La selección de los polímeros se hará mediante la realización de pruebas de sedimentación de aguas y suelos de la zona con diferentes polímeros.

Es necesario que el sistema sea fácilmente accesible para poder realizar las labores de mantenimiento que sean necesarias.

Los pasos para la ejecución del presente sistema son:

Sistema activo de tratamiento

- Suministro e instalación de las unidades de dosificación, incluyendo la incorporación en su interior de las pastillas de floculante. Es recomendable que las unidades se instalen sobre un terreno llano.
- Conexión de las unidades de dosificación entre sí y con la zona de achique de agua a tratar.
- Suministro e instalación de sistema de agitación. Es recomendable que el sistema de agitación se instale sobre un terreno llano.
- Conexión del sistema de agitación, mediante manguera, con unidad de dosificación.
- Instalación de zona de incorporación del sistema a la zanja de tratamiento. Zanja de tratamiento
- La zanja de tratamiento se ejecutará preferentemente de forma perpendicular al cauce, puesto que la parte posterior de la zanja deberá incorporar el agua tratada a cauce.
- Excavación de la zanja, con sección trapezoidal con una anchura de 3 metros, taludes 2H:1V y pendiente no superior a 2%.
- Instalación de la lámina impermeable, recubriendo los primeros metros de la zanja.
- Instalación de doble capa de manta de fibra natural, que recubirá la total longitud de zanja que no ha sido cubierta por la lámina permeable. La manta deberá quedar perfectamente estirada, sin presentar arrugas, y anclada al terreno mediante grapas.
- Dosificación homogénea de polímero en polvo sobre la manta de fibra natural.
- Colocación de diques naturales (rollos de fibra) cada 2-5 metros, perfectamente fijados al terreno, de manera que el todo el agua fluya a través del dique. La fijación al terreno se realizará mediante estacas de madera no tratada, que perforarán los rollos de fibra de manera perpendicular y enterrada al menos 1 metro en el terreno natural. Los extremos del rollo de fibra deberán situarse, al menos, a 20 cm de sobre el vertedero del rollo de fibra, para evitar que el agua no fluya por los laterales de los rollos de fibra hacia el siguiente estanque.



- En caso de que los rollos no contengan los floculantes en su interior, se deberán colocar en la parte posterior de los diques.
- Instalación de zona de incorporación de agua a cauce, compuesta por elementos que eviten la erosión del terreno.

3.43.1.8.4 Medición y abono

La medición y abono se realizarán por mes completo en el que el sistema de tratamiento y sus instalaciones auxiliares hayan estado en funcionamiento. El pliego de prescripciones particulares y los cuadros de precios deberán especificar la capacidad de tratamiento y/o número de unidades de tratamiento a disponer en cada caso.

3.43.2 Actuaciones encaminadas a la integración ambiental

3.43.2.1 Revegetación

3.43.2.1.1 Preparación del terreno

3.43.2.1.1.1 Definición

Una vez realizada la actuación previa de creación de un mejor estrato de acogida para la revegetación se procederá a la preparación del terreno, para las labores de plantación, mediante operaciones de apertura de hoyos de forma mecanizada, subsolado lineal por curvas de nivel con posterior formación de rellanos y, por apertura de hoyos de forma manual.

A continuación, se describen la forma de realizar las diferentes preparaciones del terreno y con que tipo de unidad de actuación se corresponde

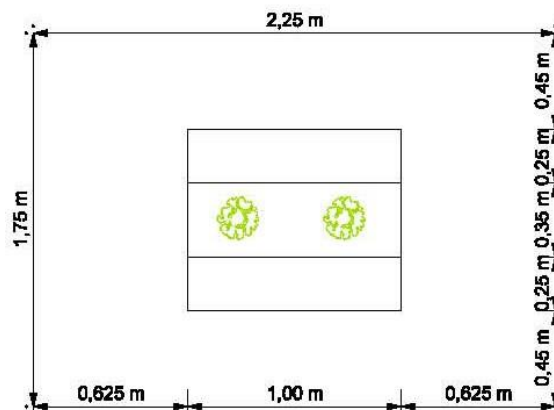
3.43.2.1.1.2 Ejecución de las obras Apertura manual de hoyos

La apertura manual puede llegar a constar de dos fases, en el caso de requerirse un acondicionamiento previo de banquetas y posterior formación de hoyo

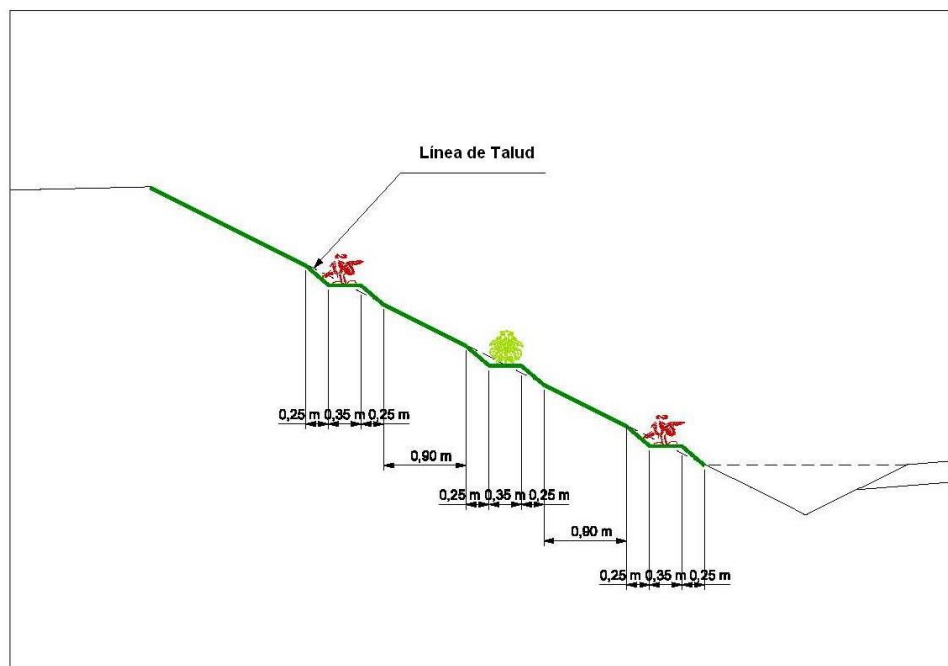
Acondicionamiento de banquetas en Talud

Esta operación se realizará en taludes (tanto terraplenes como desmontes) según las pendientes establecidas, con las indicaciones que se marcan en los tres gráficos siguientes:

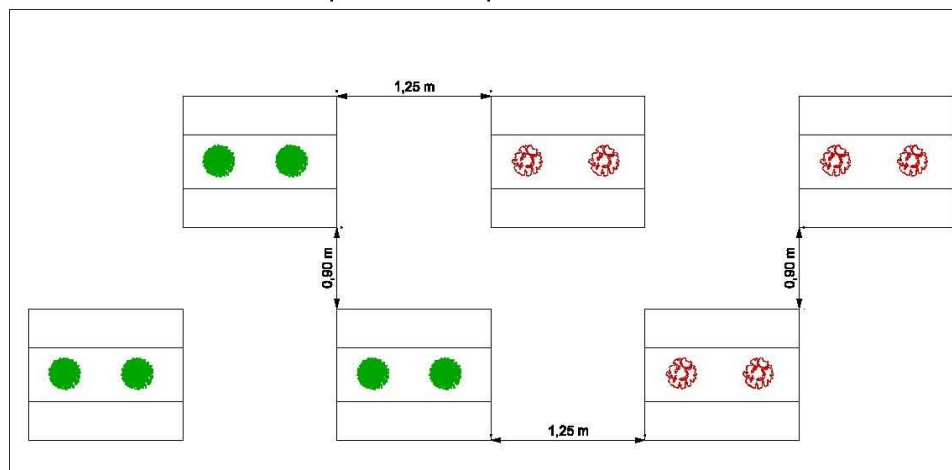
Dimensiones de Banqueta y su marco



Tratamiento en Talud formado por la excavación de la conducción



Disposición de las banquetas



De este modo, la creación de banquetas consta de 2 fases:



- Creación del Marco de Banqueta: base de 1m x 0,35m en contrapendiente, con pequeño desmontado de 0,25m en la parte superior de la banqueta y terraplenado de 0,25 m en la parte inferior.
- Disposición de banquetas: al tresbolillo, separadas 1,25 m en línea y 0,90 m entre líneas.

Considerando los dos puntos anteriores, la superficie de ocupación por banqueta será de 1,75m x 2,25m, es decir 3,935 m².

Estableciendo el marco de ocupación de banqueta en 4m² (3,935m²), determinamos el número de banquetas por Ha: 10.000/4 = 2.500 banquetas, de forma que considerando la plantación de dos (2) plantas por banqueta, tenemos 5.000 plantas/Ha.

Hoyos

La creación de hoyos de forma manual se llevará a cabo en las banquetas formadas en superficies de desmonte y terraplenes y, de forma complementaria para especies arbustivas y subarbustivas en otras superficies afectadas por la actuación. Consta de 2 fases:

- Apertura de hoyos de 40x40x40 para especies arbóreas y arbustivas y 30x30x30 cm. para especies subarbustivas.
- Tapado de hoyos respetando los perfiles del horizonte del suelo al proceder a esta fase y con al menos 15 días de margen desde la apertura de los mismos, para una correcta meteorización del volumen abierto.

Subsolado lineal

Se trata de una preparación mecanizada del suelo, que se realizará con un máquina tipo bulldozer de unos 270 CV, dotada de cadenas y de 1 a 3 rejonos subsoladores (ripper) los cuales dispondrán en su extremo de un desgarrador, con objeto de que no se produzca inversión de horizontes. Se podrá emplear maquinaria pesada en pendientes de hasta el 41%, siendo el destino de esta preparación la banda de ocupación de las obras en aquellos tramos en los que la pendiente sea suave (menor del 41%).

Acabada esta preparación, se realiza un acondicionamiento manual de rellanos sobre los surcos. Se formará así una plataforma o banqueta horizontal o con ligera contrapendiente, con el fin de recoger el agua de escorrentía. Esta operación se realizará manualmente y con azada.

Apertura mecanizada de hoyos

Esta preparación del terreno se realizará exclusivamente para las reimplantaciones de las especies arbóreas de interés encabañadas al inicio de las obras y cuyo porte aconseje la adopción de su reintroducción mediante maquinaria.

Consistirá en la apertura de hoyos con unas dimensiones mínimas de 1,5 m x 1,5 m x 1,5 m, y se abrirán con Retroexcavadora de 70 CV o superior, con apoyo manual en la recepción y ubicación definitiva.



La aplicación de una máquina de las características que se mencionan, aportaría la posibilidad de apertura de unos hoyos con unas dimensiones adecuadas, con el fin de formar un volumen suficiente de recepción, dado el cepellón de gran tamaño del que deben disponer estas unidades para garantizar una buena reserva de humedad y un mínimo shock durante el proceso referido.

3.43.2.1.1.3 Medición y abono

Estas unidades se medirán y abonarán al precio indicado en el cuadro de precios para las unidades correspondientes.

Los precios a emplear serán: U550102, U550105, U550201N.

3.43.2.1.1.4 Control y supervisión

La calidad del agua de la hidrosiembra ha de estar de acuerdo con el tipo de suelo y con las exigencias de las especies a sembrar. En principio se pueden aceptar como apropiadas las aguas destinadas al abastecimiento público.

Cuando no exista bastante información sobre la calidad del agua propuesta para su uso en riegos, se han de tomar las muestras necesarias para su análisis, que se ha de realizar en laboratorios oficiales. Se cumplirán las condiciones especificadas en el artículo relativo a riegos del presente Pliego.

3.43.2.1.2 Plantaciones

3.43.2.1.2.1 Definición

Se entiende por "plantación", el conjunto de operaciones necesarias para el correcto establecimiento y el enraizamiento en el lugar definido en el proyecto de las especies objeto de revegetación procedentes de vivero.

3.43.2.1.2.2 Materiales. Condiciones generales de los materiales

Las especies vegetales autóctonas procederán de viveros cuyas condiciones climáticas, fisiográficas, edáficas, etc. hagan prever una adaptación correcta a la localización en que se realizará la plantación definitiva.

Las plantas se suministrarán etiquetadas por lotes, entendiéndose éstos como los conjuntos de plantas definidos en origen por la Dirección Ambiental de Obra a partir de la similitud en los siguientes



parámetros: especie, variedad, edad, proceso de producción y zona de cultivo en vivero. En cada lote se definirán, como mínimo, los siguientes parámetros:

- Especie
- Variedad
- Tamaño
- Edad
- Procedencia del propágulo
- Número de repicados
- Fecha del último repicado
- Número de plantas
- Nombre del vivero y nombre de registro en el organismo de control

Las plantas suministradas poseerán un sistema radical en el que se hayan desarrollado las radículas suficientes para establecer prontamente un equilibrio con la parte aérea.

Las plantas estarán ramificadas desde la base, cuando éste sea su porte natural; en las coníferas, además, las ramas irán abundantemente provistas de hojas.

Las plantas estarán ramificadas desde la base, cuando éste sea su porte natural; en las coníferas, además, las ramas irán abundantemente provistas de hojas.

Se deben corresponder el porte y desarrollo con la edad de las plantas. La edad de las plantas será la mínima necesaria para obtener el porte exigido, no admitiéndose aquellos ejemplares que, aun cumpliendo la condición de porte, sobrepasen en años la edad necesaria para alcanzarlo.

La planta estará bien conformada y su desarrollo estará en consonancia con la altura.

Los fustes serán derechos y no presentarán torceduras ni abultamientos anormales o antiestéticos.

En todas las plantas habrá equilibrio entre la parte aérea y su sistema radical. Este último estará perfectamente constituido y desarrollado de acuerdo con la edad del ejemplar, presentando de manera ostensible las características de haber sido repicado en vivero.

Serán rechazadas las plantas que:

- En cualquiera de sus órganos o en su madera sufran o puedan ser portadoras de plagas o enfermedades.
- Hayan sido cultivadas sin espaciamiento suficiente.
- Hayan tenido crecimientos desproporcionados por haber sido sometidas a tratamientos especiales o por otras causas.
- Lleven en el cepellón plántulas de otras especies.
- Durante el arranque o el transporte hayan sufrido daños que afecten a estas especificaciones.
- No vengán protegidas por el oportuno embalaje.



- Su parte aérea se halle dañada de forma que el daño no pueda ser remediado por recorte o poda sin caer en pérdidas de simetría.

Si se planta en primavera, se rechazarán las plantas que presenten brotes con avanzado desarrollo.

La Dirección de Obra podrá exigir un certificado que garantice todos estos requisitos, y rechazar las plantas que no los reúnan.

El Contratista vendrá obligado a sustituir todas las plantas rechazadas y correrán a su costa todos los gastos ocasionados por las sustituciones, sin que el posible retraso producido pueda repercutir en el plazo de ejecución de la obra.

Accesorios y materiales complementarios

En las especies arbóreas que se planten con más de un metro de altura podrá ser requerido, a juicio del Director de Obra, la colocación de tutores u otras medidas de soporte, al objeto de anclar y mantener en posición vertical los árboles acabados de plantar, evitando que sean abatidos por el viento o que por ceder el subsuelo en contacto con las raíces falle la plantación. Los tutores se colocarán del lado donde sople el viento dominante y se enterrarán al menos 50 cm de profundidad. Deben colocarse lo más centrado posible con el tronco y a una distancia mínima de unos 20 cm. Mediante un par de fijaciones se enlazará al árbol a la altura de las primeras ramificaciones. Los tutores pueden ser de acero, aluminio o madera y las fijaciones de los tutores sobre el tronco se harán con material elástico y no abrasivo para la corteza.

Tolerancias de acabado y reposición de marras

Transcurridos seis (6) meses desde la finalización de las plantaciones, se tolerará una mortandad máxima del diez por ciento (10%) del número total de individuos de cada especie en cada unidad de actuación. En caso de superarse este porcentaje, el Contratista vendrá obligado a reponer a su costa la totalidad de las marras producidas.

Todas las marras correspondientes a las plantaciones y siembras serán imputables al Contratista, siempre y cuando se constate que las mismas se han debido a la mala ejecución de la obra en su implantación o conservación.

De la misma manera, serán imputables al Contratista, todos aquellos daños producidos al árbol durante el proceso de manipulación que comienza con la carga y transporte desde los viveros de origen y termina al final del período de conservación.

Roces, golpes, heridas, roturas y otros accidentes que sobre la planta puedan producirse, serán motivo de valoración, y deducido su importe al Contratista. De igual forma se procederá con las marras que por cualquier circunstancia el Contratista no haya sustituido por otras totalmente semejantes, cuando la imputabilidad y cargo de las mismas corresponda.

Condiciones particulares de los materiales Plantas

Se entiende por “planta” en este Proyecto toda especie vegetal que habiendo nacido y sido criada en un lugar, es sacada de éste y se sitúa en la ubicación que indica el Proyecto.

La presentación de la planta se realizará en contenedor, cepellón o a raíz desnuda, entendiéndose estos conceptos de la siguiente manera:

- Contenedor, bolsa y maceta: son recipientes pequeños a los cuales se ha trasplantado la planta desde la era o desde otro tiesto. Los dos primeros son de plástico, rígido el correspondiente al contenedor, y el último de material cerámico.
- Cepellón: Se entiende por cepellón el conjunto de sistema radical y tierra que resulta adherida al mismo, al arrancar cuidadosamente las plantas, cortando tierra y raíces con corte limpio y precaución de que no se disgreguen. El cepellón podrá presentarse atado con red plástica o metálica, con paja o rafia, con escayola, etc. En caso de árboles de gran tamaño, el cepellón se presentará atado con red y escayola.
- A raíz desnuda: Planta cultivada en la tierra y extraída sin cepellón. Agua

El agua cumplirá las especificaciones recogidas en el capítulo 3.32.1.4 del presente pliego. Abonos

Los abonos cumplirán las especificaciones recogidas en el capítulo 3.32.1.5 del presente pliego.

3.43.2.1.2.3 Ejecución de las obras

Precauciones previas a las plantaciones Preparación y transporte de las plantas

La preparación de las plantas para su transporte al lugar de plantación debe efectuarse en función de las exigencias de cada especie, edad y sistema de transporte elegido. La extracción de planta se realizará con cuidado, así como su manejo de forma que no se dañe su parte aérea ni su parte radical. No se efectuarán podas ni repicados antes del transporte; ni se permitirá recortar plantas mayores para obtener el porte específico.

Las especies transplantadas a raíz desnuda se protegerán en su zona radicular mediante material orgánico adecuado.

Los árboles con cepellón se prepararán de forma que éste llegue completo al lugar de plantación, de manera que el cepellón no presente roturas ni resquebrajaduras, sino constituyendo un todo compacto.

En caso de sustitución de plantas a raíz desnuda por otras de iguales características en maceta, el transporte se realizará de manera que la maceta quede fija y las plantas estén lo suficientemente separadas unas de otras como para que no se estorben entre sí.

El transporte se realizará de manera que sea lo más rápido posible, tomando medidas protectoras contra los agentes atmosféricos. Si se realiza en vehículos cerrados, éstos deberán tener una ventilación adecuada. En todo caso, la planta deberá estar convenientemente protegida.



El número de plantas transportadas desde el vivero o depósito al lugar de la plantación definitiva no deberá sobrepasar al que diariamente pueda plantarse. Cuando no sea así, se depositarán las plantas sobrantes en lugares adecuados (zanjas) protegidos del viento y de la insolación excesiva. Si el terreno no tuviera tempero, se efectuará un riego de la zanja manteniendo ésta con la suficiente humedad.

Depósito

Cuando la plantación no pueda efectuarse inmediatamente después de recibir las plantas, hay que proceder a depositarlas. El depósito solo afecta a las plantas que se reciban a raíz desnuda o en cepellón cubierto con envoltura porosa (paja, maceta de barro, yeso, etc.); no es necesario, en cambio, cuando se reciban en cepellón cubierto de material impermeable (maceta de plástico, lata, etc.).

La operación de depósito consistirá en colocar las plantas en una zanja u hoyo y en cubrir las raíces con una capa de tierra de diez centímetros al menos, distribuida de modo que no queden intersticios en su interior, para protegerlas de la desecación o de las heladas hasta el momento de su plantación definitiva.

Excepcionalmente, y sólo cuando no sea posible tomar las precauciones antes señaladas, se recurrirá a colocar las plantas en un lugar cubierto, tapando las raíces con un material (hojas, tela, papel, etc.), que las aísle del contacto con el aire.

Poda de plantación

El trasplante, especialmente cuando se trata de ejemplares añosos, origina un fuerte desequilibrio inicial entre las raíces y la parte aérea de la planta; ésta última, por tanto, debe ser reducida de la misma manera que lo ha sido el sistema radical, para establecer la adecuada proporción y evitar pérdidas excesivas de agua por transpiración.

Esta operación puede y debe hacerse con todas las plantas de hoja caduca; sin embargo, las de hoja persistente, y especialmente las coníferas, no suelen soportarla, por lo que esta poda no se realizará en este tipo de plantas. Aunque no es norma generalizada, sería deseable que esta poda se realizase en vivero y antes del suministro.

Desecación y heladas

La plantación no deberá realizarse en épocas de helada y si las plantas se hubiesen recibido en este intervalo, deberán depositarse hasta el cese de las heladas.

Si durante el período de transporte, las plantas hubiesen estado sometidas a temperaturas bajo cero, se mantendrán, sin desembalar, en un lugar bajo cubierta y evitando los locales provistos de calefacción, de manera que puedan deshelarse lentamente.

Si las plantas presentasen síntomas de desecación, se introducirán en recipientes con agua o con un caldo de tierra y agua, durante varios días, hasta que los síntomas desaparezcan, o bien se situarán en una zanja, cubriendo la totalidad de la planta (no sólo las raíces) con tierra húmeda.

Lluvias



Durante la época de lluvias, tanto los trabajos de preparación como los de plantación podrán ser suspendidos por la Dirección de Obra cuando la pesadez del terreno lo justifique, en base a las dificultades surgidas tanto en la labor de preparación como en la de plantación. En sentido contrario, los trabajos de preparación y de plantación podrán ser suspendidos por la Dirección de Obra cuando de la falta de tempero pueda suponer un fracaso de la plantación.

Condiciones de viento

En condiciones de viento muy fuerte deben suspenderse las labores de plantación, ya que estas situaciones son enormemente perjudiciales para las plantas. Caso de ser absolutamente necesaria la colocación de las plantas en los hoyos, se evitará el riego hasta que se establezcan condiciones más favorables.

Capa filtrante

Si la permeabilidad del suelo no es suficientemente alta, conviene colocar una capa filtrante en el fondo de los hoyos o zanjas de plantación de especies de gran tamaño y de coníferas de cualquier desarrollo.

Siempre se tendrá en cuenta el efecto de drenaje producido por la capa del suelo que rellena la parte más inferior del hoyo de plantación. Si se considera que el efecto de drenaje producido por esta capa no es suficiente, por estar formada por elementos muy finos, se colocará una capa filtrante de grava.

Operaciones de plantación Definición

El trabajo de plantación comprende el suministro de la mano de obra, materiales, equipos y accesorios, y la ejecución de todas las operaciones relacionadas con la misma. Todo ello completo, de acuerdo con este capítulo de Prescripciones y los Planos correspondientes.

Durante la plantación se procurará que no se sequen las raíces. Se tomarán las máximas precauciones para evitar magulladuras, roturas y otros daños físicos a las raíces, tallos o ramas de las plantas. Para evitar que se rompan o deterioren los cepellones, todas las plantas que estén dispuestas de esta forma se bajarán del camión con sumo cuidado.

Las plantas nunca se apilarán unas encima de otras, o tan apretadamente que puedan resultar dañadas por la compresión o el calor. Las dañadas serán retiradas, o se dispondrá de ellas según ordene el Director de la Obra.

Normas generales

Los árboles y arbustos deben centrarse, colocarse rectos y orientarse adecuadamente dentro de los hoyos, al nivel adecuado para que, cuando prendan, guarden con la rasante la misma relación que tenían en su anterior ubicación.

La planta se presentará de forma que las raíces no sufran flexiones, especialmente cuando exista una raíz principal bien definida, y se rellenará el hoyo con la tierra adecuada y en cantidad suficiente para que el asentamiento posterior no origine diferencias de nivel.



La Dirección de Obra determinará si las envolturas pueden quedar en el interior del hoyo o deben retirarse. En todo caso, la envoltura de deslizará o separará una vez colocada la planta en el interior del hoyo.

Al rellenar el hoyo e ir apretando la tierra por tongadas, se hará de forma que no se deshaga el cepellón que rodea a las raíces.

Apertura de hoyos

Se definen en este apartado las operaciones necesarias para preparar alojamiento adecuado a las plantas.

La excavación se realizará con la mayor antelación posible sobre la plantación, para favorecer la meteorización de las tierras; en cualquier caso, el plazo entre excavación y plantación no será inferior a una semana. Las rocas y demás obstrucciones del subsuelo serán retiradas cuando se considere necesario, a juicio de la Dirección de Obra.

Tanto en la implantación de árboles como de arbustos se admitirá un error en las dimensiones de los hoyos del 20%.

La creación de hoyos de forma manual se llevará a cabo en las banquetas formadas en superficies de desmonte y terraplenes y, de forma complementaria para especies arbustivas y subarbustivas en otras superficies afectadas por la actuación. Consta de 2 fases:

- Apertura de hoyos de 40x40x40 para especies arbóreas y arbustivas y 30x30x30 cm. para especies subarbustivas.
- Tapado de hoyos respetando los perfiles del horizonte del suelo al proceder a esta fase y con al menos 15 días de margen desde la apertura de estos, para una correcta meteorización del volumen abierto.

Colocación de la planta y rellenos

Los rellenos serán del mismo volumen que la excavación, realizando un alcorque superficial con la tierra sobrante.

Los árboles y arbustos deben centrarse, colocándose rectos y orientándose adecuadamente dentro de los hoyos. Antes de "presentar" la planta, se echará en el hoyo la cantidad precisa de tierra para que el cuello de la raíz quede a nivel del suelo o ligeramente más bajo (5 a 10 cm para permitir el riego). Sobre este particular, que depende de la condición del suelo y de los cuidados que puedan proporcionarse después, se seguirán las indicaciones de la Dirección de Obra, y se tendrá en cuenta el asiento posterior del aporte de tierra que puede establecerse, como término medio, en un quince por ciento.

A la tierra extraída de las capas superiores del hoyo se le aportarán abonos orgánicos, preferentemente estiércol bien fermentado, y abono inorgánico, en las proporciones que se especifican a continuación. La mezcla se homogeneizará suficientemente de forma natural, evitando gránulos y terrones.



El abono orgánico se incorporará a la tierra de forma que quede en las proximidades de las raíces, pero sin llegar a estar en contacto con ellas. Se evitará, por tanto, la práctica bastante corriente de echar el abono en el fondo del hoyo.

Respecto de la orientación de las especies a plantar, se tendrán en cuenta los criterios siguientes: Los ejemplares de mayor tamaño se colocarán con la misma que tuvieron en origen.

Las partes menos frondosas de ejemplares aislados se dirigirán hacia el sudoeste, para favorecer su crecimiento al recibir la máxima luminosidad.

Sin perjuicio de las indicaciones anteriores, la plantación se hará de modo que el árbol presente su menor sección perpendicularmente a la dirección de los vientos dominantes. Caso de ser estos vientos frecuentes e intensos, se consultará a la Dirección de Obra sobre la conveniencia de efectuar la plantación con una ligera desviación de la vertical en sentido contrario al de la dirección del viento.

Época de plantación

La plantación debe realizarse, en la medida de lo posible, durante el periodo de reposo vegetativo; la plantación no comenzará antes del primero de octubre ni se continuará pasado el mes abril. Únicamente las plantas en maceta o con cepellón podrán sobrepasar estas fechas, a juicio del Director.

El trasplante realizado en otoño presenta ventajas en los climas de largas sequías estivales y de inviernos suaves, porque al llegar el verano la planta ha emitido ya raíces nuevas y está en mejores condiciones para afrontar el calor y la falta de agua. En lugares de inviernos crudos es aconsejable llevar a cabo los trasplantes en los meses de febrero a marzo.

Se evitarán los días de fuertes heladas, por lo que suelen excluirse los meses de diciembre, enero y parte de febrero.

En el caso concreto de las plantas en maceta, el trasplante puede realizarse prácticamente en cualquier momento.

En cualquier caso, estas épocas pueden sufrir modificación en función de la climatología, pero siempre bajo la aprobación de la Dirección de Obra.

Operaciones posteriores a la plantación Acollado

La operación de acollar o aporcar consiste en cubrir con tierra el pie de las plantas, hasta una cierta altura. En las plantas leñosas, tiene como finalidad la protección del sistema radical frente a las heladas y contribuir a mantener la verticalidad.

Se aplicará el acollado cuando así lo indique la Dirección de Obra. Tratamiento de heridas

Las heridas producidas por la poda o por otras causas, deben ser cubiertas por un mastic antiséptico, con la doble finalidad de evitar la penetración de agua y la consiguiente pudrición y de impedir la infección.



Se cuidará de que no quede bajo el mastic ninguna porción de tejido no sano y de que el corte sea limpio, y se evitará usar mastic cicatrizante junto a injertos no consolidados.

Se aplicará el tratamiento cuando así lo indique la Dirección de Obra. Alcorque de riego

Antes de realizar el primer riego, se procederá a la formación del alcorque o cuenca de recepción del agua de riego o lluvia, consistente en un hueco circular, concéntrico con la posición del árbol o arbusto (siempre que la superficie donde se ubiquen sea llana), formando un caballón horizontal alrededor, de unos 25 cm de altura, que permite el almacenamiento de agua.

En caso de que la superficie en la que se vaya a ubicar la planta no sea llana, el alcorque debe localizarse en una situación tal que el agua de implantación afecte de lleno a la zona radical de la planta.

El diámetro del alcorque será proporcional al tamaño de la planta, que a su vez está relacionado con el tamaño del hoyo, de la forma que se indica en la siguiente tabla:

La realización de este trabajo se considerará incluida en la plantación, salvo especificación en contra.
Riego

Los riegos cumplirán las especificaciones recogidas en el capítulo 3.32.1.4 del presente pliego.
Mantenimiento durante el periodo de garantía

Durante el periodo de garantía se debe establecer un mantenimiento que consistirá en

- Riegos:
 - 16 riegos al año distribuidos según las necesidades estacionales
 - Estos riegos serán a razón de 300 litros por especies arbóreas adultas que hubieran sido reimplantadas, 75 litros por cada planta de aproximadamente 1 m. de altura (palmitos), y 15 litros por cada planta de 1 a 2 savias.
- Tratamientos selvícolas:
 - Poda, bina y escarda una vez al año
 - Reposición de marras, siempre atendiendo al tipo de especie para la sustitución en Noviembre– Enero de cada año. En cualquier caso, será total en el cumplimiento del mantenimiento.

Aportes suplementarios:

- Abonado y tratamiento fitosanitario una vez al final del año, en cantidad de 1 gr/m² de abono complejo de lenta liberación.

Incluido en la ejecución de la restauración, en todas las zonas tratadas se contemplará un riego de implantación, reposición de marras y aplicación de las actuaciones de mantenimiento durante el periodo de garantía.

El Programa de Mantenimiento sigue la estructura presentada en la siguiente Tabla:



ACTIVIDAD	UNIDAD
Riego	16 veces
Poda	Una vez/año
Reposición de Marras	100% durante la ejecución y en la época más adecuada durante el periodo de garantía y mantenimiento. Total, al final del periodo de mantenimiento
Tratamiento Fitosanitario	Una vez
Abonado	Una vez
Escardas	Una vez al año, inmediatamente al despunte de gramíneas y leguminosas de la zona según especies
Binas	Una vez al año, inmediatamente al despunte de gramíneas y leguminosas de la zona según especies
Limpieza General	Cuantas veces sea necesaria a juicio del Director Ambiental

3.43.2.1.2.4 Medición y abono

Se medirán por unidad de obra realmente plantada y se abonarán al precio fijado en el cuadro de precios para la unidad correspondiente.

Las unidades de obra a emplear serán: U550105, U550201N.

3.43.2.1.2.5 Control y supervisión Control de calidad a la recepción

A la recepción se verificará el dimensionado de la planta (tamaño de muestra definido por la Dirección Ambiental de Obra) así como las condiciones establecidas en el epígrafe. Condiciones de los materiales. Todo esto quedará reflejado en la correspondiente ficha de Seguimiento y Recepción del Material Vegetal.

Criterio de aceptación y rechazo

Se aceptará el lote de plantas si todas las muestras cumplen las condiciones establecidas en el epígrafe Condiciones de los materiales. En caso de que algunas muestras incumplan las condiciones definidas en el presente Artículo, quedará a criterio de la Dirección Ambiental de Obra el rechazo del lote, sin que en ningún caso las plantas ni las operaciones necesarias para su correcta y total restitución sean objeto de abono.



3.43.2.1.3 Riego

3.43.2.1.3.1 Definición

Se define riego como el aporte de agua, por medios no naturales, a los diferentes vegetales de la obra, dirigido fundamentalmente a su sistema radicular.

Se efectuarán esporádicamente, en base a las condiciones edafoclimáticas existentes, de forma que se evite el agostamiento.

El Contratista queda obligado a proponer su aplicación, que deberá ser autorizada en todos los casos por la Dirección de Obra.

A efectos del presente Pliego se distinguen tres tipos de riegos:

- Riego de árbol.
- Riego de arbusto.
- Riego de césped.
- El riego comprende, además de los materiales, las operaciones de:
- Bombeo.
- Transporte.
- Aplicación.

3.43.2.1.3.2 Materiales Agua

El agua actúa como vehículo en la mezcla de los materiales a proyectar en la hidrosiembra.

El agua que se utilice en riego o en hidrosiembra tendrá que cumplir las siguientes especificaciones:

- El pH estará comprendido entre 6 y 8.
- El oxígeno disuelto será superior a 3 mg/l.
- El contenido en sales solubles debe ser inferior a 2 g/l.
- El contenido de sulfatos (SO₄) debe ser menor de 0,9 g/l., el de cloruro (Cl) estar por debajo de 0,29 g/l. y el de boro no sobrepasar 2 mg/l.
- No debe contener bicarbonato ferroso, ácido sulfhídrico, plomo, selenio, arsénico, cromatos ni cianuros.

Se podrán admitir para este uso todas las aguas que estén calificadas como potables.



3.43.2.1.3.3 Ejecución

En la ejecución de los riegos se tendrá especial cuidado en no dificultar la seguridad vial por lo que, en el caso de que el vehículo-cisterna deba ocupar la calzada o arcenes, deberá procederse a una señalización suficiente que alerte a los usuarios de la vía de que se están realizando trabajos en la misma. Se evitará en todo momento que el agua de riego moje la calzada.

Salvo en aquellas zonas provistas de bocas de riego o cualquier sistema de riego por aspersión, goteo, etc., el agua de riego se aplicará mediante manguera por impulsión desde cisterna.

La aplicación con manguera ha de realizarse de modo que:

- No se origine un lavado del suelo.
- No se produzcan erosiones en el terreno.
- No se hagan aflorar a la superficie los fertilizantes.
- No se descalcen las plantas ni se deteriore su alcorque.

Para todo lo cual se ajustarán convenientemente la presión, caudal, dirección del chorro y distancia de la boca de la manguera a la superficie a regar.

Los daños causados por una aplicación indebida del agua de riego serán a cuenta del Contratista y deberán ser subsanados seguidamente por él. De modo particular, el deterioro del alcorque de las plantas como consecuencia del riego exige su inmediata reposición a las correctas condiciones de forma.

Corresponde exclusivamente al Contratista conseguir el lugar y condiciones de suministro del agua para riego, así como el pago de esta.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especificará la frecuencia de riegos y dosis de cada tipo que se establecen por el Proyecto durante el período de garantía, formando parte de los trabajos de mantenimiento, para las diferentes siembras y plantaciones.

La época y frecuencia de los riegos depende de las condiciones de suelo y clima, y de las especies vegetales existentes. En función de estas circunstancias, la Dirección de Obra y el Contratista establecerán al inicio de la primavera un calendario previo de riegos o las condiciones en que éste debe aplicarse. Este calendario podrá ser alterado si las circunstancias reales así lo aconsejan por parte del Contratista, siempre salvaguardando la obligatoriedad de informar con anterioridad a la Dirección de Obra y de recabar su autorización.

Si una sequía prolongada hace peligrar la supervivencia de las siembras o plantaciones y si el número de riegos necesarios no ha sido previsto en el Proyecto, el Contratista debe informar de dicha situación al Director de las Obras a fin de que éste ponga en marcha el procedimiento necesario para asumir el exceso de gasto consecuencia de la sequía.

Los riegos se realizarán a primera hora de la mañana o al atardecer. No se regará en días de fuerte viento.



3.43.2.1.3.4 Medición y Abono

El riego de plantas se medirá por unidades regadas.

El riego de superficies sembradas se medirá por metros cuadrados realmente ejecutados.

En ambos casos se excluyen expresamente de la medición los riegos cuya ejecución queda prevista en las unidades de siembra o plantación recogidas en el Proyecto.

Se abonarán aplicando a la medición los precios unitarios que constan en el Cuadro de Precios nº 1.

3.43.2.1.3.5 Control y supervisión

Los controles se dirigirán a comprobar la cantidad de superficie regada por cisterna de riego de capacidad conocida, la producción de erosiones del terreno y descalces de plantas, así como afloramiento de fertilizantes.

Los daños producidos por falta de observancia de las precauciones recomendadas en el apartado anterior habrán de ser subsanados por el Contratista, no dando lugar a nuevo abono.

En el caso de árboles, el agua de riego deberá atravesar el cepellón donde se encuentran las raíces, no perdiéndose por la tierra más mullida que lo rodea

3.43.2.1.4 Abonado

3.43.2.1.4.1 Definición

Se define abonado como la aportación de cualquier tipo de fertilizante que incorpore nutrientes minerales al volumen de suelo explorado por las raíces de las plantas.

Los abonados que aquí se definen son los que corresponde realizar en las superficies sembradas o a los vegetales plantados formando parte de los trabajos de mantenimiento a llevar a cabo durante el período de garantía. Quedan, por tanto, excluidos los abonados que se realicen en la preparación del terreno y las incorporaciones de fertilizantes previstas en las siembras o a los hoyos de plantación, los cuales forman parte de la unidad correspondiente.



Se pueden distinguir diferentes tipos de abonado según que sean plantas o superficies sembradas, que el abono sea un compuesto NPK 15-15-15, 14-14-14 o de liberación controlada y para el caso de plantas que la aplicación sea bajo placas de acolchado o no.

El abonado comprende, además de los materiales, las operaciones de:

- Carga del abono.
- Transporte hasta el lugar de aplicación.
- Distribución o extendido.

3.43.2.1.4.2 Materiales Abonos orgánicos

Se definen como abonos o materias orgánicas las sustancias de origen orgánico de cuya descomposición, causada por los microorganismos del suelo, resulta un aporte de humus y una mejora en la textura y estructura del suelo.

El tipo de abono orgánico que se empleará en las plantaciones será alguno de los expuestos a continuación.

La utilización de abonos distintos de los aquí reseñados podrá hacerse previa autorización de la Dirección de Obra.

Estiércol

El estiércol es el conjunto de las deyecciones sólidas y líquidas del ganado, mezclado con la paja componente de la cama, que han sufrido un proceso de fermentación natural superior a un año de duración, presentado un aspecto de masa húmeda y oscura, sin que se manifieste vestigio alguno de las materias de origen.

El estiércol deberá ser de ganado vacuno, caballar u ovino, siendo en este último caso menores las cantidades usadas, ya que puede quemar las plantas de la plantación.

Las características que debe cumplir el estiércol utilizado como fertilizante deben ser las siguientes:

- Estará desprovisto de cualquier otra materia, como serrín, cortezas, orujo, etc.
- Será condición indispensable que el estiércol haya estado sometido a una completa fermentación anaerobia, con una temperatura en el interior siempre inferior a cuarenta y cinco grados centígrados (45°C) y superior a veinticinco grados (25°C).
- La riqueza mínima de elementos fertilizantes, expresada en tantos por mil será: 5 para el nitrógeno, 3 para el anhídrido fosfórico y 5 para la potasa
- La proporción de materia seca estará comprendida entre el 23 y 33 por ciento.
- Su coeficiente isohúmico estará comprendido entre 0,4 y 0,5.
- La densidad media del estiércol será como mínimo de seiscientos cincuenta kilogramos cada metro cúbico (65 kg/m³).



- El aspecto exterior será el de una masa untuosa negra y ligeramente húmeda.

No se admitirá el estiércol que haya estado expuesto directamente a los agentes atmosféricos, una vez transportado a pie de obra, por un período superior a las 24 horas, sin mezclarse o extenderse con el suelo.

Compost

Procede de la fermentación de restos vegetales, durante un tiempo no inferior a un año, o del tratamiento industrial de las basuras urbanas. Su contenido en materia orgánica será superior al cuarenta por ciento (40%), y en materia orgánica oxidable al quince por ciento (15%).

En el caso de compost elaborado a partir de basuras urbanas, éste no deberá contener sustancias que puedan ser tóxicas para la planta o para el medio en el que sea utilizado.

Turba

Se define la turba como el material originado por la descomposición incompleta, en condiciones anaerobias, de grandes cantidades de restos vegetales. Esto crea un producto fósil rico en sustancias húmicas y compuesto fundamentalmente por materia orgánica. Sus altas edades y estado de descomposición intermedio, las sitúan entre los materiales fósiles tipo lignito o leonardita y los materiales frescos tipo estiércol o compost de residuos vegetales y urbanos. Por tanto, presentan simultáneamente carbohidratos y ligninas, importantes en la mejora de las propiedades físicas del suelo, y elevados contenidos en sustancias húmicas.

Las características de la turba serán las siguientes:

- No contendrá cantidades apreciables de cinc, leña u otras maderas, ni terrones duros.
- Su pH será inferior a siete y medio (7,5) y superior a cuatro (4).
- Su porcentaje mínimo en materia orgánica será del 75%.
- Nitrógeno total > 0,05%
- Humedad máxima 55%
- Tendrá como mínimo, capacidad para absorber el 200% de agua, sobre la base de su peso seco constante.

Mantillo

Se considera mantillo a la mezcla de residuos orgánicos, de origen animal o vegetal, y minerales de procedencia no animal, que han sufrido un acusado proceso de transformación (natural o mecánico) hasta el extremo de no reconocer "de visu" su procedencia. La mezcla tendrá las características siguientes:

- Procederá en un 70% al menos de estiércol de ganado ovino, y el resto de los residuos animales y/o vegetales y/o minerales excepto gallinaza, palomina y materias extrañas como serrín, virutas, etc.
- Será de color oscuro, pulverulento y suelto, untuoso al tacto y con el grado de humedad necesario para facilitar su distribución y evitar apelmazamientos, debiendo pasar al menos un 95% por un



tamiz de malla cuadrada de un centímetro de lado. Su contenido en Nitrógeno será al menos del 14%.

- La densidad media será como mínimo de seiscientos. Corteza compostada

La composición física de este producto debe ser corteza de conífera, generalmente pino, perfectamente compostada y tamizada hasta una granulometría adecuada.

Dentro de las características físicas a cumplir por la corteza compostada se encuentran las siguientes:

- Densidad aparente de 0,25 a 0,30
- pH en agua de 6 a 7,5
- Porcentaje de materia orgánica mayor al 80%
- Debe estar libre de agentes patógenos y tóxicos Abonos inorgánicos

Se definen los abonos inorgánicos o minerales como los productos químicos comerciales, ensacados y etiquetados, cuya finalidad es proporcionar al suelo uno o más elementos fertilizantes.

Deberán ser de casa comercial acreditada, estando precintados y acompañados de su correspondiente certificado de garantía, y carecer de alteraciones por humedad u otros agentes físicos o químicos.

Podrán emplearse abonos químicos en estado sólido o líquido. En cualquier caso, deberán ser solubles y contener los elementos N-P-K en las siguientes proporciones: 15-15-15, pudiendo ser de mayor riqueza previa aprobación por parte de la Dirección de Obra.

El 80% del fósforo (P205) deberá ser soluble en agua, mientras que el nitrógeno será de asimilación lenta.

3.43.2.1.4.3 Ejecución

Si fuera preciso estacionar, ocupando parte de la calzada o arcenes, vehículos o materiales durante la ejecución de los abonados, será obligatorio disponer de señalización consignada en el código de circulación y adoptar las debidas precauciones para garantizar la seguridad de los usuarios de la carretera. Se evitará la dispersión por la calzada de fertilizantes.

En el cuadro siguiente se establece, para cada tipo de planta, la periodicidad, la época de los abonados y la dosis de aplicación. El abono para las plantas será un abono mineral compuesto con N, P, K y microelementos estando parte del nitrógeno en forma de liberación lenta.

CUADRO DE ABONADOS			
TIPO DE PLANTA	DOSIS POR APLICACIÓN	Nº TOTAL DE APLICACIONES	ÉPOCA
* Sin material acolchante en la base			
Árboles mayores:	350 gr/ud	2	Primavera y Otoño



CUADRO DE ABONADOS			
TIPO DE PLANTA	DOSIS POR APLICACIÓN	Nº TOTAL DE APLICACIONES	ÉPOCA
Árboles medianos:	200 gr/ud	2	Primavera y Otoño
Árboles forestales:	50 gr/ud	2	Primavera y Otoño
Arbustos:	50 gr/ud	2	Primavera y Otoño
* Con material acolchante en la base			
Arbustos en macizos y en setos	50 gr/ud	2	Primavera y Otoño

Si modificaciones necesarias en la ejecución del Proyecto o características edáficas o fisiológicas de los vegetales diferentes a las previstas lo hiciesen recomendable, la Dirección de Obra y el Contratista acordarán un nuevo plan de abonados.

En cualquier caso, el Contratista queda obligado a avisar al Director de las Obras con anterioridad a la aplicación de los abonos y a su conclusión.

Como norma general, al menos en las dos primaveras posteriores a la plantación y en la siguiente a las siembras de césped, es conveniente aportar algo de abono a las plantas para facilitar su desarrollo.

Los abonados de las superficies sembradas se podrán aplicar manual o mecánicamente. En el primer caso, que se realizará a voleo, habrá de contarse con operarios expertos capaces de conseguir un reparto de los fertilizantes uniforme y a la dosis establecida.

La aplicación mecánica se hará con abonadora y estando el terreno en tales condiciones de humedad que no queden marcas apreciables del paso de la maquinaria.

El abonado de las plantaciones se hará pie a pie, distribuyendo el abono en un círculo alrededor del tronco separado de éste tres veces el diámetro del tallo, a la altura del cuello y, al menos diez (10) centímetros. En el abonado de árboles bajo acolchados fijados con grapas, éstas habrán de ser colocadas nuevamente al finalizar la operación.

En el abonado de plantas dispuestas formando seto y separadas no más de 40 cm unas de otras en la hilera, la aplicación de abonos puede realizarse en dos franjas continuas, paralelas, separadas cada una de ellas, al menos 10 cm del eje de alineación.

El abonado es preferible realizarlo en tiempo nublado y cuando sean de prever lluvias suaves con posterioridad a la aplicación. En caso contrario, es conveniente efectuar un riego tras el abonado.

3.43.2.1.4.4 Medición y Abono

El abonado de plantas se medirá por unidades abonadas.



El abonado de superficies sembradas se medirá por metros cuadrados realmente ejecutados.

En ambos casos se excluyen expresamente de la medición los abonos aplicados formando parte de las unidades de siembra, plantación o incorporación de fertilizantes inorgánicos.

Se abonarán aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios nº 1.

3.43.2.1.4.5 Control y supervisión

Se controlará la dosis aplicada y la uniformidad del reparto conforme a las instrucciones establecidas en el apartado anterior.

3.43.2.1.5 Siega

3.43.2.1.5.1 Definición

Consiste la siega en la corta de la hierba y retirada, apilado, carga y transporte a vertedero, si es necesario.

Se pueden diferenciar tres tipos de siega:

- Siega mecánica con cortacésped.
- Siega manual con moto desbrozadora de hilo.
- Siega con tractor y brazo articulado.

El establecimiento del calendario de siegas, en función de la estación, y la altura máxima que puede alcanzar la hierba entre dos siegas, serán facultativos de la Dirección de Obra, bien a iniciativa propia o a petición del Contratista.

3.43.2.1.5.2 Ejecución

A excepción de las siegas con tractor y brazo articulado, para el resto de las siegas se prescribe la retirada de residuos de la siega, lo que deberá hacerse inmediatamente de finalizada la operación. A tales efectos, no podrá transcurrir más de un día entre el corte de la hierba y su apilado, ni más de dos días entre su apilado y la retirada. Aun cuando se deja a facultad del Director de las Obras la exigencia de cumplimiento de retirada de restos de siega en función de los casos particulares que pudieran presentarse, la retirada de residuos se llevará a cabo siempre que se trate de la primera siega o cuando la altura de la hierba sobrepase la máxima establecida para su corte.

La recogida y retirada de residuos están incluidos en el precio de la unidad.



En todos los casos, los trabajos comprenden la retirada de plásticos, papeles, troncos y cualesquiera otros objetos extraños de las superficies a segar.

Con carácter general, se establecen las siguientes recomendaciones para la realización de las siegas:

- En las áreas encespedadas se segará cuando la hierba alcance los diez (10) centímetros de altura, aunque no hay inconveniente en hacerlo antes de que alcance esta altura. Sin embargo, la primera siega, una vez que las semillas han nacido, se realizará cuando las plantas tengan cinco (5) centímetros de altura.
- El corte de la hierba será uniforme y limpio, no dejando ondulaciones ni señales del paso de la maquinaria. En el caso de que no se exija la retirada de restos de la siega, éstos deben repartirse uniformemente por el césped.
- Sobre superficies llanas la siega se hará alternativamente en sentidos opuestos.
- En las superficies hidro sembradas, o donde se haya realizado una siembra manual de carácter rústico, se segará cuando el cincuenta por ciento (50 %) de la hierba alcance entre 20 y 25 cm de altura. En ningún caso se segarán las superficies sembradas, en cuya mezcla de semillas se incluyan especies leñosas, una vez que éstas hayan germinado.
- En la siega de superficies plantadas se tendrá especial cuidado de no dañar a las plantas durante la siega, para lo que previamente serán marcadas.

Se darán ocho (8) siegas mecánicas durante el plazo de garantía de la obra en las superficies encespedadas llanas

Se darán ocho (4) operaciones en las de desmontes o terraplenes.

Se deberá informar a la Dirección de Obra de todas las siegas que se ejecutan, tanto de forma previa como a su conclusión.

3.43.2.1.5.3 Medición y Abono

Esta unidad de obra se medirá por metro cuadrado realmente ejecutado.

El abono se efectuará aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios nº 1.

Se excluyen expresamente de la medición las siegas cuya ejecución queda prevista en las unidades de siembra o plantación recogidas en el Proyecto.

3.43.2.1.5.4 Control y supervisión

En las siegas sobre áreas plantadas o sobre áreas encespedadas limitantes con plantaciones se exigirá una notable precisión para no dañar las plantas ni moverlas o desplazar el material acolchante, si lo hubiera.



Se comprobará la retirada del material segado y la altura de corte.

3.43.2.1.6 Retirada de vegetación alóctona

3.43.2.1.6.1 Definición

Se define como eliminación de vegetación alóctona al conjunto de operaciones destinadas a erradicar aquellos individuos de especies alóctonas e invasoras presentes en el área del proyecto.

Por tanto, en la denominación genérica de eliminación de la vegetación dada a esta unidad, se engloban tres tipos de actuaciones complementarias entre sí:

- Desbroce selectivo por medios manuales o mecánicos.
- Tratamiento herbicida.
- Destoconado o eliminación de raíces y ejemplares muertos.

Los tratamientos se efectuarán esporádicamente, atendiendo al desarrollo vegetativo, probabilidad de propagación de la especie y condiciones climáticas, factor este último de especial incidencia tanto en la eficacia del tratamiento como en la aparición de problemas en cultivos cercanos.

Al margen de las previsiones que se determinen en el Proyecto, corresponde al Contratista establecer un sistema de vigilancia de la obra que permita detectar la necesidad de aplicación de algún tratamiento de eliminación, circunstancia que habrá de ponerse en conocimiento de la Dirección de Obra para que actúe en consecuencia.

3.43.2.1.6.2 Materiales

En el caso de los herbicidas, la Dirección de Obra, previo análisis de la especie a eliminar, prescribirá los materiales activos que han de contener los productos de aplicación.

Los productos herbicidas a emplear deberán ser especialmente activos con la vegetación que se deba eliminar, sin que por ello queden excluidos herbicidas selectivos que a tal fin mejor convengan.

Se propondrán preferentemente, a igualdad de acción, las materias activas cuya clasificación toxicológica corresponde a la categoría menos peligrosa, proscribiéndose las incluidas en las categorías C o D.

Los productos comerciales a emplear deberán estar reglamentariamente inscritos en el Registro Oficial Central de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura y no resultan afectados por prohibiciones relativas a su uso.



No se administrarán herbicidas que presenten riesgos para los cultivos colindantes; por lo cual no figurarán, entre los componentes de su formulación, productos tóxicos - tanto para personas como para animales -, combustibles ni comburentes.

Cualquier sustitución de los productos predeterminados, además de contar con la aprobación del Director de las Obras, habrá de hacerse cumpliendo los requisitos anteriormente explicados.

La maquinaria de aplicación para pulverización dispondrá, en todo caso, de grupo motobomba, regulador de presión, agitador mecánico, sistema eficaz de filtrado y boquillas adecuadas. No se admitirán, en ningún caso, aparatos de accionamiento manual ni aquellos otros que produzcan una dispersión inadecuada o incontrolable del caldo.

Los aparatos, máquinas y demás útiles que sean necesarios emplear para la ejecución de los desbroces, tratamientos y arranques estarán en perfectas condiciones para su funcionamiento.

El empleo de maquinaria pesada para el arranque de los ejemplares a eliminar, además de contar con la aprobación del Director de las Obras, debe hacerse de forma limitada, debido a la baja selectividad del trabajo y a la creación de superficies carentes de vegetación, que facilitan la erosión y la penetración de nuevas especies invasoras.

3.43.2.1.6.3 Ejecución

Si fuera preciso estacionar vehículos o materiales durante la ejecución de los tratamientos ocupando parte de algún vial colindante, su calzada o arcenes, será obligatorio disponer la señalización consignada en el código de circulación y adoptar las debidas precauciones para garantizar la seguridad de los usuarios de la vía.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especificará las áreas y tipos de tratamiento previstos, así como las materias activas elegidas, frecuencia y época de aplicación.

Las obras de desbroce se realizarán de forma manual o mecanizada dependiendo de la accesibilidad del terreno y de la selectividad de la operación que se desee.

En el desbroce selectivo estará incluido el corte de todo tipo de vegetación invasora especificada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, de forma tal que la altura máxima de las plantas cortadas con respecto al terreno sea de tres (3) centímetros. En aquellos puntos que los tallos de las plantas tengan diámetros superiores a 3 cm podrán quedar hasta 10 cm de la cota del terreno, así como los tocones de árboles que pudieran existir.

Los tratamientos herbicidas normalmente se aplicarán una vez iniciado el proceso de rebrote de los ejemplares a eliminar.



De no ser así, establecerá los criterios generales que determinarán las condiciones en que sea oportuno efectuar tratamientos, con independencia de la facultad que se reserva a Contratista y Director de las Obras de proponer su aplicación en función de las circunstancias reales que se produzcan.

En todo caso el Contratista comunicará, previamente al tratamiento, a la Dirección de Obra la formulación, método y dosificación de los productos a aplicar.

La aplicación de herbicidas se hará con máquinas pulverizadoras provistas de manguera larga, mojando todas las superficies de las plantas a tratar, bien sean árboles o arbustos. Obligatoriamente se incorporará a las mezclas un mojante. Estas dos últimas normas no son de cumplimiento en los tratamientos de cuello y sistema radicular. Para el tratamiento de los tocones se realizarán taladros o cortes verticales sobre el corte donde depositar el herbicida, de modo que se facilite la absorción por la madera.

La aplicación de los herbicidas se hará de forma selectiva sobre la vegetación invasora existente en la zona a tratar.

Las pulverizaciones se realizarán a bajas presiones, preferentemente con presión en boquilla de 2 kg/cm², que permiten una dispersión y alcance adecuados. Las aplicaciones a presiones distintas requerirán la autorización de la Dirección de Obra y en ningún caso se permitirán presiones en boquilla superiores a 4 kg/cm².

Se suspenderán los tratamientos herbicidas cuando la velocidad del viento sea superior a 1,5 m/seg o las condiciones ambientales de humedad, temperatura, lluvia, etc. no sean favorables para conseguir una buena eficacia de estos o puedan originar daños en zonas distintas a aquellas en que se realiza la aplicación.

Una vez muertos los ejemplares tratados, se procederá a eliminar los sistemas radiculares y los tocones de los árboles (origen de posibles rebrotes) ya sea manual o mecánicamente, en función de la dificultad y la fragilidad del área tratada.

Respecto a las maderas, leñas y restos vegetales procedentes de la ejecución de estas operaciones se procederá de la siguiente manera:

- Se evitará a toda costa el abandono de partes de las plantas eliminadas, especialmente inflorescencias y semillas, que puedan dar lugar a nuevos rebrotes.
- Los productos resultantes de las operaciones de corte anteriores con tamaño superior a cinco (5) cm serán, en principio, transportados a incineradora para su destrucción.
- El resto de los productos, pueden quemarse "in situ" sobre terrenos silíceos, pero no sobre calizos que vayan a ser plantados, previa la obtención de los oportunos permisos y autorizaciones. Se tendrá especial cuidado en no dificultar la seguridad vial, específicamente en el caso de visibilidad. En caso de imposibilidad de quema in situ, los residuos de bajo calibre deberán ser trasladados a incineradora para su destrucción.



Si fuera preciso por la persistencia de las especies a eliminar habrá que repetir el proceso sobre aquellos ejemplares resistentes hasta su completa eliminación.

3.43.2.1.6.4 Medición y Abono

La eliminación de poblaciones invasoras se medirá por unidad de superficie (m²) realmente tratada, estableciéndose tres densidades de referencia: baja, media y alta.

Se abonarán aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios Nº 1.

3.43.2.1.6.5 Control y supervisión

El control de calidad se podrá verificar de forma visual comprobando que ha sido eliminada toda la vegetación indeseable de las superficies contempladas en proyecto, así como retirados y eliminados (ya sea mediante quema in situ o en incineradora) los desperdicios vegetales susceptibles de crear nuevos focos.

Se controlará que los productos a utilizar, mezcla de los mismos, dosificación y regularidad de la aplicación sean los determinados por la Dirección de Obra.

Se comprobará la presencia de daños a bienes o cultivos próximos. Si se produjesen daños por una mala utilización de productos o indebida ejecución de la aplicación, será responsabilidad del Contratista, quien deberá resarcir al propietario de los bienes afectados sin que le corresponda reclamación alguna al C.A.B.B. por tal concepto.

La ineficacia de un tratamiento por su incorrecta aplicación, especialmente si lo ha sido con condiciones ambientales desfavorables, dará lugar a su repetición por el Contratista sin derecho a abono.



3.44 Vidrios y lunas

3.44.1 Definición

Se trata del acristalamiento de huecos de forma rectangular en exteriores o interiores.

3.44.2 Ejecución

Los vidrios, en obra, se almacenarán verticalmente en lugares debidamente protegidos, de manera ordenada y libre de cualquier material ajeno a ellos. Una vez colocados, se señalarán de forma que sean claramente visibles en toda su superficie.

La manipulación del vidrio se efectuará siempre manteniéndolo en posición vertical, utilizando guantes o manoplas que protejan hasta las muñecas y, en caso de vidrios de grandes dimensiones, con la ayuda de ventosas.

Hasta su recibido definitivo, se asegurará la estabilidad de los vidrios con medios auxiliares.

Los fragmentos de los vidrios procedentes de recortes o roturas se recogerán lo antes posible en recipientes destinados a este fin y se transportarán a vertedero reduciendo al mínimo su manipulación.

En la colocación de los vidrios se evitará el contacto directo con partes metálicas o con otros vidrios.

En el caso de utilización de masilla, ésta se extenderá en el perímetro de la carpintería o hueco, antes de la colocación del vidrio. Finalizado el acristalamiento se enrasará todo el perímetro.

Se cuidará especialmente que no existan discontinuidades en la masilla, agrietamiento, o falta de adherencia a los elementos del acristalamiento.

En el caso de utilización de calzos, o perfil continuo, de caucho, éste, o aquéllos, se situarán en el perímetro de la hoja de vidrio antes del acristalamiento.

3.44.3 Medición y abono

Los acristalamientos se medirán y abonarán por metros cuadrados (m²) realmente colocados, medidos en obra, según tipo de vidrio empleado y espesor del mismo.

Se consideran incluidos en los precios, el suministro, transporte, calzos, perfil continuo, masilla, cortes, medios auxiliares y personal necesario para su perfecto acabado.

Los precios a emplear serán: U560003N.

3.45 Cierres y vallas

3.45.1 Retirada y reposición de cierres de fincas

Consistirá en la retirada y posterior reposición de empalizadas, cierres de alambre galvanizado, liso y/o de espino, con postes de madera o de hormigón tal y como sean antes de comenzar las obras.



3.45.2 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.

3.45.3 Colocación de puertas

En la colocación de las puertas se cuidará especialmente su aplomado, así como el perfecto funcionamiento en cierres y aperturas.

Los precios a emplear serán: U800416.

3.45.4 Medición y abono

3.45.4.1.1 **Retirada y reposición de cierres**

La retirada y reposición de cierres se medirán y abonarán por metros lineales (m) que realmente atraviesan la conducción en la zona expropiada o de ocupación temporal.

En los precios se incluye la retirada, almacenamiento, reposición de postes y alambrada, la excavación y recibido de los postes, etc. según la calidad que estaba colocada.

Los precios a emplear serán: U030401N.

3.45.4.2 **Verjas y cierres**

Las verjas y cierres se medirán y abonarán por metros lineales (m) realmente colocados estando incluidos en dichos precios los trabajos previos de preparación del terreno, así como la excavación, relleno y ejecución de las balsas de hormigón y todos los medios necesarios para la perfecta colocación.

Los precios a emplear serán: U590055N, U590005N.

3.45.4.3 **Puertas**

Las puertas se medirán y abonarán por metros cuadrados (m².) totalmente colocadas estando incluidos en el precio materiales, transporte, medios de fijación, cerraduras, chorreado, imprimación, pintura o galvanizado, y colocación en obra, así como todos los trabajos auxiliares necesarios.



Los precios a emplear serán: U540010, U800416.

3.46 Cantería

3.46.1 Aplacados y chapados de piedra

3.46.1.1 Definición

Se define como chapado de piedra todo revestimiento de los paramentos de una obra de fábrica, ejecutado con elementos de piedra en forma de placas o losas, en la que su tizón o espesor, sin exceder de quince centímetros (15 cm.), sea inferior a la quinta parte de la altura de hilada.

3.46.1.2 Materiales

3.46.1.2.1 Mortero

Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el mortero designado como mortero M10

3.46.1.2.2 Piedra

3.46.1.2.2.1 Condiciones Generales.

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

- Ser homogénea, de grano fino y uniforme, de textura compacta; y capaz de soportar, sin desperfectos, una presión de cuatrocientos kilogramos por centímetro cuadrado (400 kg/cm²).
- Carecer de grietas, coqueras, nódulos y restos orgánicos. Dará sonido claro al golpearla con un martillo.
- Ser inalterable al agua y a la intemperie, y resistente al fuego.
- Tener suficiente adherencia a los morteros.

3.46.1.2.3 Forma y dimensiones

Las dimensiones de las chapas de piedra serán las señaladas en los planos, P.P.T.P. o las que indique en su caso el Director de Obra.



3.46.1.2.4 Absorción de agua

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

3.46.1.3 Ejecución de las obras

Las piezas de piedra se mojarán previamente a su colocación, así como el paramento de la fábrica que se reviste. Se asentarán sobre baño flotante de mortero, en las juntas y en el trasdós, para unirlos con la fábrica. Las placas se fijarán con grapa de latón de cinco milímetros (5 mm) de diámetro, de forma que resulten todas las piezas perfectamente unidas y sujetas.

Por excepción, se permitirá el engrapado con redondos de acero galvanizado; pero para su uso será precisa la autorización expresa del Director de las Obras.

Se proscribe en absoluto el empleo de yeso.

3.46.1.4 Medición y Abono

Los chapados de piedra se abonarán por metros cuadrados (m²) de chapado de un determinado espesor, medidos sobre los planos del Proyecto.

Los precios a emplear serán: U610004.



3.47 Unidades de obra no especificadas en el presente pliego

En la ejecución de trabajos para los cuales no existen prescripciones explícitamente consignadas en el presente Pliego ni en el Pliego Particular, el Contratista se atenderá a las instrucciones del Director de Obra y tendrá la obligación de ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y buen aspecto de las obras.

Todo lo que sin apartarse del espíritu general del Proyecto o de las disposiciones especiales que al efecto se dicten, por quien corresponda u ordene el Director de Obra, será ejecutado obligatoriamente por el Contratista, aun cuando esté estipulado expresamente en este Pliego de Prescripciones.

Todas las obras se ejecutarán siempre ateniéndose a las reglas de la buena construcción y con materiales de primera calidad, con sujeción a las especificaciones del presente Pliego. En aquellos casos en que no se detallan en éste las condiciones, tanto de los materiales como de la ejecución de las obras, se atenderá a lo que la costumbre ha sancionado como regla de buena construcción.



4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE EQUIPOS ELÉCTRICOS Y AUTOMATIZACIÓN

Se añade documento actualizado de ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA, DE CONTROL, COMUNICACIONES Y VISUALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL CABB/BBUP actualizado a la fecha de redacción de este documento para aplicación en este proyecto.

Bilbao, octubre de 2023

EL INGENIERO REDACTOR DEL PROYECTO

SAITEC, S.A.

Fdo.: Jose Manuel Herrera Gómez
Ingeniero de C.C. y Puertos

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO
P.A.

**NEREA
LANDABURU
ARANZABAL**

CABB

Fdo.: Francisco Gomez Amigo
Ingeniero de C.C. y Puertos

Digitalki sinatuta
norengandik: NEREA
LANDABURU
ARANZABAL
Data: 2023.09.27
15:39:42 +02'00'

LA SUBDIRECTORA DE PROYECTOS
Y OBRAS DE ABASTECIMIENTO

**NEREA
LANDABURU
ARANZABAL**

CABB

Fdo.: Nerea Landaburu Aranzabal
Ingeniera de C.C. y Puertos

Digitalki sinatuta
norengandik: NEREA
LANDABURU ARANZABAL
Data: 2023.09.27 15:39:58
+02'00'