

## DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES

---

## ÍNDICE

1	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....	1
1.1	OBJETO DE ESTE PLIEGO .....	1
1.2	SITUACIÓN DE LAS OBRAS.....	1
1.3	OBRAS QUE COMPRENDE .....	1
1.4	DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS .....	2
1.5	RÓTULOS INDICATIVOS.....	3
2	NORMATIVA APLICABLE .....	3
3	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS: MATERIALES .....	8
3.1	PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES.....	8
3.2	EXAMEN Y PRUEBA DE LOS MATERIALES .....	8
3.2.1	PRESENTACIÓN PREVIA DE MUESTRAS .....	8
3.2.2	ENSAYOS.....	9
3.2.3	GASTOS DE LOS ENSAYOS.....	9
3.3	MATERIAL PARA CAMA DE ASIENTO DE TUBERÍAS Y RELLENO SELECCIONADO DE ZANJAS DE TUBERÍAS	10
3.4	MATERIAL ORDINARIO PARA RELLENO DE ZANJAS DE TUBERÍAS.....	10
3.5	MATERIAL PARA DOTAR AL TERRENO DE CAPACIDAD PORTANTE .....	11
3.6	COMPONENTES DE HORMIGONES .....	11
3.6.1	ÁRIDOS .....	11
3.6.2	AGUA .....	12
3.6.3	ADITIVOS .....	13
3.6.4	ADICIONES .....	13
3.6.5	CEMENTO .....	13
3.6.6	HORMIGÓN .....	14
3.7	ACERO EN REDONDOS PARA ARMADURAS.....	15
3.7.1	CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	15
3.7.2	CONTROL DE CALIDAD .....	17
3.8	BANDAS PARA LA ESTANQUEIDAD DE JUNTAS DE DILATACIÓN .....	18
3.9	JUNTAS DE PERFIL HIDROEXPANSIVO .....	19
3.10	PIEDRA PARA ESCOLLERA .....	20
3.11	IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS ENTERRADOS .....	21
3.12	LÁMINA GEODRENANTE .....	22
3.13	TUBERÍAS DE PVC ORIENTADO (PVC-O) .....	24
3.13.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	24
3.13.2	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS .....	26

3.13.3	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS .....	27
3.13.4	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS.....	28
3.13.5	UNIONES.....	28
3.13.6	MARCADO .....	29
3.13.7	ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD.....	29
3.13.8	DOCUMENTACIÓN A APORTAR ANTES DE RECIBIR EN OBRA LA TUBERÍA .....	32
3.13.9	EMBALAJE.....	32
3.13.9.1	Embalaje .....	33
3.13.9.2	Transporte.....	33
3.13.9.3	Almacenamiento .....	33
3.13.10	MONTAJE.....	34
3.13.11	PRUEBA DE PRESIÓN DE LA TUBERÍA INSTALADA .....	36
3.14	TUBERÍAS DE PVC CORRUGADO.....	38
3.14.1	TÉRMINOS Y DEFINICIONES .....	39
3.14.2	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS .....	40
3.14.3	SISTEMAS DE UNIÓN .....	42
3.14.4	MARCADO .....	43
3.14.5	EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE.....	44
3.14.6	PIEZAS ESPECIALES .....	44
3.15	TUBERÍAS DE HORMIGÓN ARMADO PARA SERVICIOS .....	45
3.15.1	MATERIALES .....	46
3.15.2	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y ASPECTO.....	46
3.15.3	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS .....	47
3.16	TUBERÍAS DE HORMIGÓN POSTESADO CON CAMISA DE CHAPA Y PIEZAS ESPECIALES.....	47
3.16.1	DEFINICIONES.....	47
3.16.2	MATERIALES .....	50
3.16.3	FABRICACIÓN.....	54
3.16.4	ESPEORES Y RECUBRIMIENTOS.....	57
3.16.5	TOLERANCIAS .....	58
3.16.6	CALCULO MECÁNICO DE LA TUBERÍA.....	61
3.16.7	PIEZAS ESPECIALES .....	63
3.16.8	CONTROL DE MATERIALES.....	65
3.16.9	CONTROL DE LA FABRICACIÓN .....	68
3.16.10	TRANSPORTE Y MANIPULACIÓN.....	70
3.16.11	PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD DE LOS TUBOS EN FÁBRICA.....	76
3.16.12	ENSAYOS DE LAS CONDUCCIONES EN OBRA .....	77
3.17	TUBERÍAS METÁLICAS PARA RANURAR.....	82
3.18	TUBERÍAS, RACORES Y ACCESORIOS DE FUNDICIÓN DÚCTIL.....	84
3.18.1	CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES.....	84
3.18.2	DEFINICIONES.....	85

3.18.3	PRESIONES.....	87
3.18.4	CONTROLES Y ENSAYOS.....	88
3.18.5	INSTALACIÓN.....	93
3.19	UNIONES DE INSTALACIÓN Y UNIONES DE REPARACIÓN.....	97
3.19.1	CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	97
3.19.2	CONTROL DE CALIDAD.....	98
3.19.3	MARCADO.....	98
3.20	UNIONES DE GIBAULT.....	99
3.21	TOMA DE FONDO DE LA Balsa DE REGULACIÓN.....	100
3.21.1	CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	100
3.21.2	CONTROL DE CALIDAD.....	100
3.22	BANDAS DE NEOPRENO CON TACOS PARA HINCA.....	101
3.23	SOLDADURA EN PIEZAS METÁLICAS.....	102
3.24	REVESTIDO EN PIEZAS METÁLICAS.....	102
3.25	RANURADO EN PIEZAS METÁLICAS.....	103
3.25.1	RANURADO REALIZADO POR LAMINACIÓN.....	103
3.25.2	RANURADO REALIZADO POR MECANIZADO.....	105
3.26	TORNILLERÍA.....	107
3.27	PIEZAS ESPECIALES DE CALDERERÍA METÁLICA.....	109
3.27.1	CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	109
3.27.2	NORMATIVA.....	109
3.27.3	DISEÑO.....	112
3.27.4	GARRAS.....	119
3.27.5	DEFINICIÓN DE PIEZAS.....	120
3.27.6	FABRICACIÓN.....	120
3.27.6.1	Tuberías de acero sin soldadura.....	120
3.27.6.2	Tuberías de acero helicoidal.....	121
3.27.6.3	Bridas.....	122
3.27.6.4	Piezas especiales.....	122
3.27.6.5	Juntas.....	123
3.27.7	DIMENSIONES.....	124
3.27.7.1	Tuberías de acero sin soldadura.....	124
3.27.7.2	Tuberías de acero helicoidal.....	125
3.27.7.3	Piezas especiales.....	127
3.27.8	TRATAMIENTOS PARA LA PROTECCIÓN.....	128
3.27.8.1	Pintura en polvo.....	128
3.27.8.2	Líquido.....	128
3.27.8.3	Galvanizado.....	129
3.27.8.4	Encintado.....	129
3.27.9	ENSAYOS.....	130

3.27.9.1	Tuberías de acero sin soldadura .....	130
3.27.9.2	Tuberías de acero helicoidal .....	130
3.27.9.3	Soldaduras.....	130
3.27.10	CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	133
3.27.10.1	TRANSPORTE .....	133
3.27.10.2	ALMACENAMIENTO .....	133
3.27.10.3	ENSAYOS Y PRUEBAS DE RECEPCIÓN DEL PRODUCTO .....	134
3.27.10.4	INSTALACIÓN .....	135
3.27.10.5	PRUEBA DE INSTALACIÓN .....	136
3.27.10.6	OTRAS CONSIDERACIONES (ARQUETAS).....	136
3.27.11	CONTROL, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS .....	136
3.28	PASAMUROS METÁLICOS .....	137
3.29	ARQUETAS PREFABRICADAS .....	138
3.29.1.1	AIREACIÓN MEDIANTE REJILLA .....	138
3.29.2	ARQUETAS DE HIDRANTES .....	139
3.29.2.1	HIDRANTES DE 3" Y 4" .....	139
3.29.2.2	HIDRANTES DE 6" .....	140
3.29.2.3	ARQUETA DE VENTOSAS Y VÁLVULAS.....	141
3.29.2.4	CONTROL DE CALIDAD .....	144
3.29.2.5	MARCADO .....	144
3.30	TAPAS DE ARQUETAS PREFABRICADAS.....	144
3.30.1	DISEÑO .....	144
3.30.2	MATERIAL .....	144
3.30.3	CANDADOS .....	145
3.30.4	CARRETES DE ENTRADA Y SALIDA DE HIDRANTES.....	146
3.31	MARCOS, PASOS EN LOSA Y LOSAS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO .....	147
3.31.1	MARCOS .....	147
3.31.2	LOSAS PREFABRICADAS PARA PROTECCIÓN DE TUBERÍAS.....	150
3.31.3	LOSAS PREFABRICADAS O EJECUTADAS IN SITU PARA CORONACIÓN DE Balsa .....	153
3.32	ELEMENTOS RANURADOS .....	155
3.32.1	DISEÑO .....	155
3.32.2	MATERIALES Y REVESTIDO.....	159
3.32.3	CONTROL DE CALIDAD.....	159
3.33	VENTOSAS TRIFUNCIONALES.....	160
3.34	VÁLVULAS DE MARIPOSA RANURADAS .....	177
3.34.1	MATERIALES Y REVESTIDO.....	177
3.34.2	VÁLVULAS DE 4" a 12" .....	177
3.34.3	VÁLVULAS DE 14" a 20" .....	179
3.34.4	ENSAYOS.....	181
3.34.5	MARCADO .....	181

3.35	VÁLVULAS DE ESFERA .....	182
3.36	TES DE 1".....	183
3.37	MANGUITO DE 1/8" .....	183
3.38	MANGUITO DE ROSCA INTERIOR DE 1" .....	183
3.39	TUBO DE ROSCA INTERIOR DE 1" .....	183
3.40	SOLENOIDE .....	183
3.41	FILTRO CAZAPIEDRAS.....	184
3.42	VÁLVULAS HIDRÁULICAS .....	190
3.42.1	Materiales y revestido .....	190
3.42.2	Indicador de posición .....	191
3.42.3	Sistema de limitación de caudal interno .....	191
3.42.4	Pilotos.....	192
3.42.5	Control de calidad .....	192
3.42.6	Pruebas del regulador de presión .....	194
3.42.7	Pruebas del limitador de caudal .....	194
3.43	VÁLVULAS DE COMPUERTA .....	195
3.43.1	MATERIALES Y REVESTIDO.....	195
3.44	VÁLVULAS DE MARIPOSA EMBRIDADAS .....	197
3.45	DESMULTIPLICADORES .....	199
3.46	ACTUADORES.....	200
3.47	JUNTAS DE NEOPRENO .....	202
3.48	JUNTAS DE ESTIRENO-BUTADIENO .....	203
3.49	JUNTAS DE EPDM.....	203
3.50	CONTADORES .....	204
3.50.1	Materiales y revestido .....	204
3.50.2	Control de calidad .....	206
3.50.3	Pruebas de fábrica.....	206
3.51	FILTRO DE CADENAS .....	208
3.52	TORNILLOS SIN FÍN .....	210
3.53	COMPUERTAS.....	210
3.53.1	Compuertas .....	210
3.53.2	Desmultiplicadores.....	211
3.53.3	Control de calidad .....	211
3.54	COMPUERTAS CON MEDIDOR DE CAUDAL Y MEDIDOR DE NIVEL .....	212
3.54.1	Compuerta mural .....	212
3.54.2	Medición de caudal .....	213
3.54.3	Medición de nivel hídrico .....	213
3.54.4	Pedestal de control local .....	214
3.54.5	Energía solar fotovoltaica.....	214
3.54.6	Accionamiento eléctrico.....	214

3.54.7	Objetivos de control .....	215
3.55	COLECTORES .....	215
3.56	ESTRUCTURA METÁLICA .....	216
3.56.1	MATERIALES Y REVESTIDO .....	216
3.56.2	FABRICACIÓN .....	217
3.57	ESCALERAS Y ACCESOS .....	218
3.57.1	MATERIALES Y REVESTIDO .....	218
3.57.2	CONTROL DE CALIDAD .....	219
3.58	CUBIERTA Y CERRAMIENTO INTERIOR .....	219
3.59	CERRAMIENTO EXTERIOR .....	221
3.59.1	MATERIALES .....	221
3.59.2	FABRICACIÓN Y COMPROBACIONES .....	221
3.60	REJAS PARA VENTILACIÓN .....	222
3.61	PUERTAS METÁLICAS .....	223
3.62	VALLADO .....	224
3.63	URBANIZACIÓN .....	226
3.63.1	BASE .....	226
3.63.2	LÁMINA DE POLIETILENO PARA SOLERAS Y HORMIGONES .....	227
3.63.3	PAVIMENTO DE HORMIGÓN .....	228
3.64	ACERA .....	228
3.65	TERRAPLÉN DE LA Balsa .....	229
3.66	CAMINO DE CORONACIÓN DE LA Balsa .....	230
3.66.1	BASE .....	230
3.66.2	AGLOMERADO EN CALIENTE .....	231
3.67	LÁMINA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD .....	233
3.68	GEOTEXTIL .....	236
3.69	GESTIÓN INTEGRADA DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CONTEMPLADA EN EL PROYECTO .....	238
3.69.1	PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA GESTIÓN MODERNA DE UNA COMUNIDAD DE REGANTES .....	240
3.69.2	REQUISITOS TÉCNICOS APLICABLES PARA LAS APLICACIONES DE GESTIÓN INTEGRADA .....	241
3.69.2.1	Características técnicas generales de las aplicaciones para gestión integrada .....	241
3.69.3	REQUISITOS TÉCNICOS APLICABLES PARA EL ENTORNO HARDWARE Y DE COMUNICACIONES .....	243
3.69.3.1	Servidores y sistema de almacenamiento .....	243
3.69.3.2	Software de uso general .....	245
3.69.4	FUNCIONALIDAD REQUERIDA PARA LAS APLICACIONES DE GESTIÓN .....	245
3.69.4.1	Función Base o Común .....	245
3.69.4.2	Funciones web .....	247
3.69.4.3	Función Sede Electrónica .....	247
3.69.4.4	Apps (Control campo, PERSONAL, regantes, etc.) .....	248
3.70	MADERAS .....	249

3.71	MATERIALES CUYAS CONDICIONES NO ESTÁN ESPECIFICADAS EN ESTE PLIEGO .....	249
4	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS: EJECUCIÓN .....	250
4.1	PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA.....	250
4.2	REPLANTEO.....	250
4.3	APORTACIÓN DE EQUIPO Y MAQUINARIA .....	252
4.4	MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	252
4.4.1	DESPEJE Y DESBROCE .....	252
4.4.1.1	Retirada de la capa vegetal .....	252
4.4.1.2	Desarbolado y destocoado.....	252
4.4.1.3	Remoción de los materiales de desbroce .....	252
4.4.1.4	Retirada de los materiales objeto de desbroce.....	252
4.4.1.5	Vertederos y escombreras .....	253
4.4.2	ACCESO A LAS OBRAS .....	253
4.4.3	DESMONTE Y TRANSPORTE .....	254
4.4.4	EXCAVACIONES.....	254
4.4.4.1	Excavaciones en desmonte .....	255
4.4.4.2	Excavación en zanja o pozo.....	256
4.4.4.3	Entibaciones.....	257
4.4.5	TERRAPLENES .....	257
4.4.5.1	Condiciones que han de cumplir los materiales.....	257
4.4.5.2	Control de calidad de los materiales.....	258
4.4.5.3	Ejecución de las obras.....	258
4.4.5.4	Control de calidad en la ejecución de las obras .....	259
4.4.6	SUPERFICIE DE LA EXPLANACIÓN .....	260
4.4.6.1	Ejecución de las obras.....	260
4.4.6.2	Control de calidad .....	260
4.5	HORMIGONES.....	261
4.5.1	DEFINICIÓN DE MATERIALES .....	261
4.5.2	TRANSPORTE .....	261
4.5.3	DOCUMENTACIÓN.....	262
4.5.4	RECEPCIÓN .....	263
4.5.5	LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN .....	264
4.5.5.1	Hormigonado en tiempo frío .....	264
4.5.5.2	Hormigonado en tiempo caluroso: .....	265
4.5.6	VIBRADO DEL HORMIGÓN.....	265
4.5.7	CURADO DE HORMIGÓN .....	265
4.6	ENCOFRADOS Y CIMBRAS .....	267
4.7	ARMADURAS .....	269
4.7.1	CALIDAD DE LA EJECUCIÓN .....	269
4.7.2	CONTROL DE CALIDAD.....	269

4.8	BANDAS PARA LA ESTANQUEIDAD DE JUNTAS DE DILATACIÓN .....	270
4.8.1	MARCOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN .....	271
4.8.1.1	Recepción y descarga .....	271
4.8.1.2	Ejecución de las obras .....	272
4.9	IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS ENTERRADOS .....	273
4.9.1	MANIPULACIÓN, ALMACENAJE Y CONSERVACIÓN .....	273
4.9.2	MODO DE EMPLEO .....	273
4.10	TUBERÍAS .....	274
4.10.1	ZANJAS .....	274
4.10.2	ANCLAJES DE PIEZAS ESPECIALES Y VÁLVULAS EN TUBERÍAS .....	275
4.10.3	TRANSPORTE A OBRA .....	276
4.10.4	SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO .....	276
4.10.5	MANIPULACIÓN .....	277
4.10.6	COLOCACIÓN .....	278
4.10.7	PRUEBA DE LAS TUBERÍAS .....	279
4.10.7.1	Etapa preliminar .....	281
4.10.7.2	Etapa principal o de puesta en carga .....	282
4.11	HINCAS .....	283
4.12	VÁLVULAS Y VENTOSAS .....	283
4.13	ESTRUCTURA METÁLICA .....	284
4.14	EJECUCIÓN DE CERRAMIENTOS DE PANEL PREFABRICADO .....	284
4.15	CARPINTERÍA METÁLICA .....	285
4.15.1	INSTALACIÓN DE PUERTAS Y MARCOS METÁLICOS .....	285
4.15.2	CARPINTERÍA METÁLICA EN ALUMINIO .....	285
4.16	ENLUCIDOS .....	285
4.17	PASOS PROVISIONALES .....	286
4.18	URBANIZACIÓN .....	286
4.18.1	PLANO DE FUNDACIÓN .....	286
4.18.2	BASE .....	286
4.18.3	LÁMINA DE POLIETILENO PARA SOLERAS Y HORMIGONES .....	287
4.18.4	PAVIMENTO DE HORMIGÓN .....	287
4.19	TERRAPLÉN DE LA Balsa .....	288
4.20	CAMINO DE CORONACIÓN DE LA Balsa .....	289
4.21	LÁMINA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD .....	289
4.21.1	TIPOS DE ANCLAJES .....	290
4.21.2	SOLDADURAS .....	291
4.21.3	INSTALACIÓN Y MANIPULACIÓN .....	291
4.21.4	COMPROBACIONES Y ENSAYOS .....	292
4.21.5	DOCUMENTACIÓN A APORTAR .....	295
4.22	TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO GENERALES .....	296

4.23	EJECUCIONES GENERALES .....	296
4.24	ENSAYOS Y PRUEBAS DE LOS MATERIALES.....	296
4.25	CASO EN QUE LOS MATERIALES NO SEAN DE RECIBO .....	296
4.26	ORDEN DE LOS TRABAJOS.....	296
4.27	CARTEL DE OBRA.....	297
4.28	GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN .....	297
5	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES FACULTATIVAS .....	301
5.1	OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA.....	301
5.1.1	REMISIÓN DE SOLICITUD DE OFERTAS .....	301
5.1.2	RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE DIRECCIÓN .....	301
5.1.3	DESPIDO POR INSUBORDINACIÓN, INCAPACIDAD Y MALA FE .....	301
5.1.4	INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DE LOS TRABAJOS .....	301
5.1.5	INDEMNIZACIÓN POR DAÑOS DE CAUSA MAYOR AL CONTRATISTA TRABAJOS .....	302
5.1.6	COPIA DE LOS DOCUMENTOS.....	302
5.2	TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES .....	302
5.2.1	LIBRO DE ÓRDENES.....	302
5.2.2	COMIENZO DE LOS TRABAJOS Y PLAZO DE EJECUCIÓN.....	303
5.2.3	CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN .....	303
5.2.4	TRABAJOS DEFECTUOSOS.....	303
5.2.5	OBRAS Y VICIOS OCULTOS.....	304
5.2.6	ABONO DE LAS OBRAS.....	304
5.2.6.1	NORMAS GENERALES.....	304
5.2.6.2	VALORACIÓN DE LA OBRA.....	304
5.2.6.3	MEDICIONES PARCIALES Y FINALES.....	305
5.2.6.4	EQUIVOCACIONES EN EL PRESUPUESTO .....	305
5.2.6.5	VALORACIÓN DE OBRA INCOMPLETAS .....	305
5.2.6.6	CERTIFICACIONES.....	305
5.2.6.7	PRECIOS UNITARIOS.....	306
5.2.6.8	TOLERANCIAS.....	306
5.2.6.9	EXCAVACIONES DE LA RED DE RIEGO.....	306
5.2.6.10	ASIENTO Y RELLENO DE MATERIAL GRANULAR 6/12 MM .....	307
5.2.6.11	TERRAPLENES, RELLENOS Y TAPADOS.....	307
5.2.6.12	TUBOS DE HORMIGÓN POSTESADO CAMISA DE CHAPA, FUNDICIÓN DÚCTIL Y PVC ORIENTADO 307	
5.2.6.13	PIEZAS ESPECIALES DE LA RED DE RIEGO .....	308
5.2.6.14	ANCLAJES DE PIEZAS ESPECIALES.....	308
5.2.6.15	OTROS HORMIGONES .....	309
5.2.6.16	OTROS ENCOFRADOS.....	309
5.2.6.17	OTRAS ARMADURAS .....	309
5.2.6.18	HINCAS.....	309

5.2.6.19	EQUIPAMIENTOS (VÁLVULAS, VENTOSAS, ETC.).....	310
5.2.6.20	OTRAS FÁBRICAS Y TRABAJOS.....	310
5.2.6.21	ACERO EN PERFILES LAMINADOS, COLOCADO .....	310
5.2.6.22	ACERO EN PERFILES ANGULARES Y EN CHAPA.....	311
5.2.7	MATERIALES NO UTILIZABLES O DEFECTUOSOS.....	311
5.2.8	SEGURO DE LOS TRABAJOS.....	311
5.2.9	MEDIOS AUXILIARES.....	312
5.2.10	OBRAS QUE NO SON DE ABONO .....	312
5.2.11	OTROS GASTOS DE CUENTA DEL CONTRATISTA.....	313
5.3	RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN .....	314
5.3.1	RECEPCIONES PROVISIONALES.....	314
5.3.2	PLAZO DE GARANTÍA .....	314
5.3.3	CONSERVACIÓN DE TRABAJOS RECIBIDOS PROVISIONALMENTE .....	315
5.3.4	RECEPCIÓN DEFINITIVA .....	316
5.3.5	LIQUIDACIÓN FINAL.....	316
5.3.6	LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN.....	316
5.4	FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS.....	317

# 1 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

## 1.1 OBJETO DE ESTE PLIEGO

El objeto de este pliego es definir las obras, fijar las condiciones técnicas de entrega de los materiales y de su ejecución, medición y abono, así como las condiciones generales que han de regir en la ejecución de las obras del “PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO EN LA COMUNIDAD DE REGANTES DEL CANAL DE VELILLA (LEÓN). FASE SEIASA.”

## 1.2 SITUACIÓN DE LAS OBRAS

La superficie regable de la Comunidad de Regantes del Canal de Velilla, es de 812,25 hectáreas, que se divide por términos municipales tal y como se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 1. Superficie Total Actuación (ha)

MUNICIPIO - PROVINCIA DE LEÓN	% superficie regable/T.M.
Cimanes del Tejar	67,70%
Carrizo de la Ribera	27,90%
Villadangos del Páramo	4,40%
	100,00%

La Comunidad de Regantes del Canal de Velilla se localiza al oeste de la provincia de León, a unos 25 km de Astorga.

## 1.3 OBRAS QUE COMPRENDE

El proyecto de modernización del regadío contempla las siguientes actuaciones:

- Balsa de regulación del Canal de Velilla
- Tubería de abastecimiento a la estación de bombeo
- Estación de Bombeo
- Red de riego presurizada
- Telecontrol de la red
- Línea eléctrica para alimentación de la estación de bombeo

- Retirada de infraestructuras de riego actuales de la zona regable, una vez puesta en servicio la nueva red de riego.

La **división del proyecto general PARA MODERNIZAR EL REGADÍO EN LA COMUNIDAD DE REGANTES DEL CANAL DE VELILLA (LEÓN)** y el reparto de obras queda distribuido en los siguientes **proyectos constructivos:**

**ACTUACIÓN SEIASA**

**“PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO EN LA COMUNIDAD DE REGANTES DEL CANAL DE VELILLA (LEÓN). FASE SEIASA.”**

Las obras englobadas en este proyecto están, reguladas según el convenio firmado entre Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias S.A. (SEIASA) y la Comunidad de Regantes del Canal de Velilla se corresponden con:

- Obra de toma y balsa de regulación. Conducción de desagüe de la balsa.
- Sistema de filtrado
- Red de riego
- Sistema de telecontrol
- Retirada de infraestructuras de riego existentes coincidentes con la red de riego proyectada

## **1.4 DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS**

Los documentos que definen las obras objeto del Proyecto son, enumeradas por orden de prioridad: Cuadro de Precios, Pliego de Condiciones, Planos, Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, Mediciones y Memoria. La memoria, pliego y planos de las separatas de baja tensión definen el objeto del proyecto al entenderse que forman parte del mismo y son igualmente de obligado cumplimiento.

A estos documentos iniciales hay que añadir:

- Los planos de obra complementarios o sustitutivos de los planos que hayan sido debidamente aprobados por la Dirección Facultativa.
- Las órdenes escritas emanadas de la Dirección Facultativa y reflejadas en el Libro de órdenes, que debe existir obligatoriamente en la obra.

- Lo mencionado en el Pliego y omitido en los Planos o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo previsto en este último.
- Las omisiones en Planos y Pliego de Condiciones, o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en ellos, o que por su uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no exime al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliego de Condiciones. Dicho incremento de obra no supondrá modificación alguna en el Presupuesto ofertado por el Contratista en su oferta.

Ante cualquier ausencia en la definición será la Dirección Facultativa la que completará y será de obligado cumplimiento.

## 1.5 RÓTULOS INDICATIVOS

La constructora encargada de ejecutar la obra deberá de colocar rótulos informativos de la obra de acuerdo con las instrucciones que a tal efecto curse el Promotor hasta un máximo de cuatro, entendiéndose que su importe está incluido dentro del presupuesto de la obra.

## 2 NORMATIVA APLICABLE

Además del presente Pliego de Condiciones, serán de aplicación las normas y disposiciones vigentes:

- Ley 9/2017, de 8 noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE de 26 de febrero de 2014 (BOE número 272 de 9 de noviembre de 2017).
- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

- Sistema de fiscalización previa de contratos. Resolución de 25 de marzo de 1986 de la Secretaría de Estado de Hacienda. (B.O.E. 16-04-1988).
- Normas sobre la aplicación de la revisión a los contratos a las obras de ministerio de las obras públicas y urbanismo. Orden de 13 de marzo de 1979. (B.O.E. 17-04-1979). Punto 1.1 modificado por la Orden 20 de abril de 1981.
- Pliego de cláusulas administrativas generales para la contratación de Obras del Estado. Decreto 3854/1970 de 31 de diciembre.
- Orden ARM 1312-2009 publicada en el BOE 27-05-09 por la que se regulan los sistemas para realizar el control efectivo de los volúmenes de agua utilizados por los aprovechamientos de agua del dominio público hidráulico, de los retornos al citado dominio público hidráulico y de los vertidos al mismo.
- Decreto legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Decreto 159/1994, de 14 de Julio, (Castilla y León). Reglamento para la aplicación de la Ley de Actividades Clasificadas. Modificado por el Decreto 66/1998, de 26 de marzo.
- Reglamento de Actividades Molestas, Nocivas, Insalubres y Peligrosas, R.D. 2414/1961. Modificado por el R.D. 374/2001 del 6 de abril. Corrección de erratas B.O.E. nº 129, de 30 de mayo 2001 y B.O.E. nº 149, 22 de junio de 2001.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido, R.D. 286/2006 de 10 de marzo (B.O.E. nº 60 de 11-03-06). Corrección de erratas en B.O.E. nº 62, de 14 de marzo de 2006 y nº 71 de 24 de marzo de 2006.
- Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, Real Decreto 614/2001, de 8 de junio.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, R.D. 1267/1997 de 24 de octubre (B.O.E. 25-10-97). Modificación del anexo IV, por el R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre. Se añade disposición adicional única por R.D. 604/2006, de 19 de mayo. Se modifican arts. 13.4 y 18.2 por R.D. 1109/2007, de 24 de agosto.

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de Equipos de Trabajo, R. D. 1215/1997, de 18 de Julio. Modificación de los anexos I y II por el R.D. 2177/2004 de 12 de noviembre.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo. Corrección de erratas B.O.E. nº 171 de 18-07-97. Corrección de erratas B.O.E. nº 171, de 18 de julio 1997.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo, R.D. 485/1997 de 14 de abril.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales, Ley 31/1995. (B.O.E. 10 de noviembre). Modificado por la Ley 50/1998 de 30 de diciembre, Ley 39/1999 de 5 de noviembre, Real Decreto Legislativo 5/2000 de 4 de agosto, Ley 54/2003 de 12 de Diciembre, Ley 30/2005 de 29 de Diciembre, Ley 31/2006 de 18 de octubre, Ley Orgánica 3/2007 de 22 de marzo. Se dicta conformidad con: Real Decreto 286/2006 de 10 de marzo y Real Decreto 396/2006 de 31 de marzo.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Notificación de accidentes de trabajo, Orden TAS/2926/2002 de 19 de noviembre.
- Modelo de Libro de Incidencias, Orden del Ministerio de Trabajo del 20-09-1986. Corrección de errores B.O.E. nº261 31-09-86.
- Cuadro de Enfermedades Profesionales en el sistema de la Seguridad Social, R.D. 1299/2006 de 10 de noviembre. B.O.E. de 19 de diciembre de 2006.
- Relación entre Jurados de Empresa y Comités de Seguridad e Higiene en el Trabajo, O.M de 9 de diciembre de 1975. Corrección de errores B.O.E. nº 88, 12 de abril de 2002.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa, O.M. 21-11-59 (B.O.E. 27-11-1959). Modificación por la Orden 21 de noviembre de 1979.

- Emisiones sonoras en el entorno debidas a las máquinas de uso al aire libre, Directiva 2000/14/CE de 8 de mayo. Se modifica por la Directiva 2005/88/CE del 14 de diciembre.
- Instrucción Técnica complementaria MIE-AEM2 del Reglamento de Aparatos de elevación y manutención referente a grúas torre desmontables para obras, R. D. 836/2003 (B.O.E. 170 de 17 -07-03). Corrección de errores B.O.E. 20 del 23-01-04. Corrección de errores B.O.E. nº 20, de 23 de enero de 2004.
- Instrucción Técnica complementaria MIE-AEM3 del Reglamento de Aparatos de elevación y manutención referente a carretillas automotoras de manutención, Orden de 26 de mayo de 1989. (B.O.E. de 9 de junio de 1989).
- Instrucción Técnica complementaria MIE-AEM 1 del Reglamento de Aparatos de elevación y manutención referente a ascensores electromecánicos, Orden de 23 de septiembre de 1987 y su corrección de errores (B.O.E. nº 14 del 12 de mayo de 1988). Derogado por el R.D. 1314/1997 con excepción de los artículos de 10 al 15, 19 y 24. Se modifica por la Orden de 12 de septiembre de 1991. B.O.E nº 223 de 17 de septiembre de 1991, el R.D. 57/2005 de 21 de enero y el R.D. 1644/2008 de 10 de octubre.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión (Decreto 842/2002 de 2 de agosto) e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51. Se anula inciso 4.2.c.2 de la ITC-BT-03 anexa al reglamento por sentencia de la Sala Tercera del Tribunal Supremo de 17 de febrero de 2004.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas en alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 y su corrección de errores B.O.E. nº 120 de 19 de mayo de 2008 y B.O.E. nº 174 de 19 de julio de 2008.
- Código técnico de edificación, R.D. 314/2006, de 17 de marzo (B.O.E. 28-03-06). Se modifica por R.D. 1371/2007, de 19 de octubre y Orden VIV/984/2009, de 15 de abril.
- Instrucción para la recepción de cementos (RC-16), R.D. 256/2016, de 10 de junio.

- Certificación de conformidad a normas en la homologación de cementos, Orden de 17 de enero de 1989 (B.O.E. 25 de enero de 1989).
- Instrucción del Hormigón Estructural EHE 2008, Real Decreto 1247/2008 de 18 de Julio (B.O.E.203 del 22-08-2008).
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico “DB-HR Protección frente al ruido” del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo.
- Homologación obligatoria de los cementos para la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados, R.D. 1313/1988 de 28 de octubre. Modificado por la orden PRE/2829/2002, de 11 de noviembre (B.O.E. 17-12-02), Orden PRE/3796/2006 de 11 de diciembre (B.O.E. nº298 14/12/06).
- Certificados de conformidad de los alambres trefilados lisos y corrugados empleados en la fabricación de mallas electrosoldadas y viguetas semirresistentes de hormigón armado, Real Decreto 2200/1995 de 28 de diciembre. Modificado por R.D. 411/1997 de 21 de marzo.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG3, Orden de 2 de Julio de 1976. Modificaciones de la Orden Ministerial FOM 891/2004, Orden FOM/3818/2007 y B.O.E. 27 de diciembre de 2007.
- Recomendaciones de proyecto y construcción de firmes y pavimentos. Junta de Castilla y León revisión 2004. Corrección de errores B.O.E. nº126 de 25 de mayo de 2004 y Orden FOM/891/2004.
- Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión. CEDEX 2002.
- Pliego de Prescripciones Generales para tuberías de Abastecimiento de Aguas, O.M. de 28-07-1974. (B.O.E. 3 y 30-10-1974). Se amplía por Orden 20 de junio 1975 y se desarrolla por Orden de 23 de diciembre de 1975.

Y toda la disposición legal vigente durante la obra proyectada.

Será responsabilidad del Contratista conocerlas y cumplirlas sin poder alegar en ningún caso que no se haya hecho comunicación explícita.

Las normas del presente Pliego prevalecerán sobre las figuradas en las Normas citadas.

En caso de dualidad tendrá valor preferente, en cada caso, la más restrictiva.

### **3 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS: MATERIALES**

#### **3.1 PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES**

En los anejos a la Memoria y artículos que siguen se indica la procedencia de los materiales. Dicha procedencia se da de orientación para el Contratista, quien no está obligado a utilizarla.

Su utilización no liberará, en ningún caso, al Contratista de la obligación de que los materiales cumplan las condiciones que se especifican en este Pliego, condiciones que habrán de comprobarse siempre mediante los ensayos correspondientes.

La Administración no asume la responsabilidad de asegurar que el Contratista encuentre, en los lugares de procedencia indicados, los materiales adecuados en cantidad suficiente para las obras, en el momento de la ejecución.

Los materiales procederán, exclusivamente, de los lugares, fábricas o marcas propuestas por el Contratista y que hayan sido previamente aprobadas por la Dirección de Obra. Para ello el Contratista presentará como mínimo para cada uno de los elementos a colocar en la obra objeto del presente proyecto, una terna de materiales que cumplan con el presente pliego para su posterior elección y aprobación por la Dirección de Obra.

Los materiales y elementos que formen parte de la obra objeto del presente proyecto deberán transportarse y almacenarse protegidos contra los posibles daños mecánicos y la entrada de sustancias extrañas que pudieran producirse.

Si se produjera la compra y/o instalación en obra de algún elemento sin previa presentación o aceptación por parte de la Dirección de Obra, estas circunstancias no otorgarán derecho alguno al contratista a que dicho elemento permanezca instalado, y correrá a cuenta del mismo su desinstalación.

#### **3.2 EXAMEN Y PRUEBA DE LOS MATERIALES**

##### **3.2.1 PRESENTACIÓN PREVIA DE MUESTRAS**

No se procederá a realizar el acopio ni empleo de ninguna clase de materiales ni elementos, sin que previamente se haya presentado por el Contratista a la Dirección de Obra para su aceptación, lo especificado a continuación:

- Las especificaciones y muestras necesarias para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

- Las pruebas y ensayos necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego, o que sean solicitados por la Dirección de Obra.
- Los manuales de puesta en marcha, mantenimiento y seguridad correspondientes.
- Antes de colocar cualquier elemento en obra se comprobará visualmente para garantizar que no presentan ningún tipo de daños, así como que tienen todos los elementos que lo componen y que cumplen con los requisitos del pedido y del presente pliego.

### 3.2.2 ENSAYOS

Las pruebas y ensayos ordenados se llevarán a cabo bajo el control de la Dirección de Obra, o persona en quién ésta delegue.

Se utilizarán para los ensayos las normas que en los diversos artículos de este Pliego se fijan, y considerando lo establecido en el Anejo nº 21 "Control de Calidad", como mínimo.

El número de ensayos a realizar será fijado por la Dirección de Obra.

Se deberá presentar a la Dirección de Obra una terna de laboratorios de calidad homologados. La Dirección de Obra indicará al contratista, si fuere el caso, la o las empresas que realizarán una labor de inspección en la obra, y aquellos materiales y/o equipos que serán objeto de la misma. El coste de las labores de inspección correrá a cuenta del contratista, y a cargo del 1% de calidad asignado en el Presupuesto de Ejecución Material del presupuesto del proyecto.

### 3.2.3 GASTOS DE LOS ENSAYOS

Todos los gastos de pruebas y ensayos no incluidos en Presupuesto, necesarios para definir las cualidades de los materiales de este Pliego serán de cuenta del Contratista y se consideran incluidos en los precios de las unidades de obra, siempre y cuando no se supere el 1 % del Presupuesto de Ejecución Material, destinado a control de calidad.

Las condiciones de ejecución y contratación de los trabajos de control y calidad de la obra se determinan en el pliego de cláusulas administrativas particulares que regirán en la contratación de la obra, conforme a las tablas de valoración de las pruebas y ensayos a realizar, incluidas en el epígrafe 7 VALORACIÓN Y PRESUPUESTO DEL CONTROL DE CALIDAD, del Anejo Nº 21 CONTROL DE CALIDAD.

### 3.3 MATERIAL PARA CAMA DE ASIENTO DE TUBERÍAS Y RELLENO SELECCIONADO DE ZANJAS DE TUBERÍAS

El material empleado para formar la cama de asiento de las tuberías será material granular rodado de tamaño seleccionado comprendido entre 6 y 12 mm, con contenido en finos inferior al 2% en peso.

El espesor de la cama será de 15 cm para todos los tipos de tuberías.

El relleno seleccionado de las zanjás, y su espesor, según el tipo de material de tubería será el siguiente (ver plano nº 11 “Secciones tipo de zanjás de tuberías”):

- **PVC-O (PVC Orientado)**
  - Relleno con material granular idéntico al de la cama. Espesor: hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería.
- **Fundición Dúctil:**
  - Relleno granular 6/12 hasta 15 % diámetro de la tubería y relleno con material seleccionado de la excavación hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería 95 %PM.
- **HPCCH (Hormigón postesado con camisa de chapa):**
  - -Zanjás de profundidad: relleno con material granular idéntico al de la cama. Espesor: hasta riñones de tubería (arco de apoyo a 90º).

En el caso de que el árido de cada una de las zonas de extracción, posea marcado CE conforme la Directiva 93/68/CE no será necesario controlar el árido, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario la empresa ejecutora realizará, en laboratorio debidamente acreditado, sobre una muestra representativa del árido suministrado de cada zona de extracción, un control granulométrico que garantice el cumplimiento del presente pliego.

### 3.4 MATERIAL ORDINARIO PARA RELLENO DE ZANJAS DE TUBERÍAS

El material de relleno ordinario de las zanjás se colocará a continuación del relleno seleccionado, procederá de la propia excavación, estará exento de raíces, tocones y piedras, compactado al 85 % del Próctor Normal.

El espesor será el indicado en los perfiles longitudinales correspondientes del presente proyecto y como mínimo será, de forma general, de 1,0 m para todas las tuberías.

### 3.5 MATERIAL PARA DOTAR AL TERRENO DE CAPACIDAD PORTANTE

En caso de aparición de blandones durante de la ejecución de las zanjas de tubería, se conformará una base de bolo de tamaño adecuado y de espesor suficiente capaz de asentar el terreno para la correcta instalación de la tubería.

### 3.6 COMPONENTES DE HORMIGONES

#### 3.6.1 ÁRIDOS

Los áridos a emplear en los hormigones serán productos obtenidos por la clasificación de arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas suficientemente trituradas, mezclas de ambos materiales u otros productos que, por su naturaleza, resistencia y tamaño cumplan las condiciones exigidas en este artículo y en la norma EHE-08. En todo caso el árido se compondrá de elementos limpios, sólidos, resistentes, de uniformidad razonable, sin exceso de piezas planas, alargadas, blandas o fácilmente desintegrables, polvo suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

Los áridos se designarán por su tamaño mínimo “d” y máximo “D” en mm, de acuerdo con la siguiente expresión: árido d/D.

#### Condiciones físico-químicas:

La cantidad de sustancias perjudiciales que pueden presentar los áridos no excederá de los límites indicados en la siguiente tabla y cumplirán en todos los casos lo indicado en la norma EHE-08. Estos ensayos se realizarán con una periodicidad semestral.

Sustancias perjudiciales	Cantidad máxima en % del peso	
	Árido fino	Árido grueso
Terrones de Arcilla UNE 7133:58	1	0,25
Partículas de bajo peso específico UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013	0,5	1
Compuestos de azufre UNE-EN 1744- 1:2010+A1:2013	1	1
Sulfatos solubles en ácidos UNE-EN 1744- 1:2010+A1:2013	0,8	0,8
Cloruros UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013	HA y HM = 0,05 HP = 0,03	HA y HM = 0,05 HP = 0,03
Materia orgánica UNE-EN 1744- 1:2010+A1:2013	más claro	----
Diferencia entre compuestos de azufre y sulfatos solubles ácidos	≤ 0,25 %	≤ 0,25 %

#### Condiciones físico-mecánicas:

Los áridos cumplirán las limitaciones de la siguiente tabla y de la norma EHE-08. Se ensayarán como mínimo una vez al año.

Condiciones	Árido Fino	Árido Grueso
-------------	------------	--------------

Friabilidad de la arena UNE 83115:1989	<= 40	----
Resistencia a desgaste (Desgaste de los Ángeles) UNE EN 1097-2:99	----	<= 40
Absorción de agua UNE EN 1097-6:2001	<= 50	<= 50

### Granulometría y forma del árido:

La cantidad de finos que pasan por el tamiz 0.063 UNE EN 933-1, expresada en porcentaje del peso total de la muestra, no excederá de los valores indicados en la tabla siguiente, este análisis se realizará semanalmente.

Árido	% máximo que pasa por el tamiz 0,063 mm	Tipo de áridos
Grueso	1,5	Cualquiera
Fino	6	Áridos redondeados. Áridos de machaqueo no calizos, clases III, IV, Q, E, H y F.
	10	Áridos de machaqueo calizos, clases III, IV, Q, E, H y F Áridos de machaqueo no calizos, clases I y II.
	16	Áridos de machaqueo calizos, clases I y II.

La curva granulométrica del árido fino deberá estar comprendida dentro del huso definido en la siguiente tabla, este ensayo se realizará semestralmente.

Límites	Material retenido en % en peso			
	4 mm	2 mm	1 mm	0,063mm
Superior	0	4	16	-1
Inferior	15	38	60	100

(1) Este valor será 100 menos el correspondiente de acuerdo con la tabla citada anteriormente (94,90 ó 84 %).

El equivalente de arena del árido fino se comprobará como mínimo anualmente, conforme la norma UNE-EN 933-8, será inferior a 70 para las clases de exposición I, IIa y IIb e inferior a 75 en el resto de los casos.

La forma del árido grueso se expresará mediante su índice de lajas, de acuerdo con la norma UNE-EN 933-3 y será inferior a 35. Este ensayo se realizará como mínimo una vez al año.

### 3.6.2 AGUA

El agua empleada para la fabricación del hormigón deberá cumplir las especificaciones contenidas en la tabla siguiente y en las contenidas en la norma EHE-08.

Condiciones	Norma	Valor
Exponente de hidrógeno pH	UNE 7234	>= 5
Sulfatos	UNE 7131	<= 1 g/l
Ión cloruro	UNE 7178	HP <= 1 g/l HA <= 3 g/l HM <= 3 g/l
Hidratos de carbono	UNE 7132	No presencia
Sustancias orgánicas solubles en éter	UNE 7235	<= 15 g/l
Sustancias disueltas	UNE 7130	<= 15 g/l

La toma de muestras para la realización de los ensayos se realizará según la norma UNE 7236.

### 3.6.3 ADITIVOS

Los aditivos no estarán en una proporción superior al 5% del peso de cemento y serán conformes con la norma UNE-EN 934-4:2010 y la norma EHE-08.

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

En los documentos de origen, figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en la norma 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 presentar peligro para las armaduras.

El fabricante suministrará el aditivo correctamente etiquetado, según la norma UNE-EN 934-6:2002.

### 3.6.4 ADICIONES

No se emplearán adiciones en la fabricación del hormigón. En caso de ser necesarias, serán autorizadas expresamente por la Dirección de Obra.

### 3.6.5 CEMENTO

El cemento a emplear en el presente proyecto, cualquiera que fuere la unidad de obra en que se emplee, cumplirá con las especificaciones del Pliego RC-16 de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de cementos, de la norma UNE-EN 197-2:2020 y de la norma EHE-08.

La cantidad mínima de contenido de cemento por metro cúbico de hormigón será el especificado en la tabla 37.3.2.a de la EHE-08.

El Contratista deberá poner en conocimiento de la Dirección de Obra con antelación de al menos una (1) semana, la denominación, tipo, clase y característica especial que se vaya a emplear, y/o cuando pretenda efectuar cualquier cambio de denominación, tipo, clase y/o característica especial.

El costo de adquisición del cemento, su transporte, carga y descarga, ensilado, empleo, manipulación y puesta en obra se considera incluido en cada una de las unidades de obra en que se emplee, como hormigones, morteros, etc., por lo que no es de abono como unidad independiente.

### 3.6.6 HORMIGÓN

No está permitida la adición de agua, aditivos ni cualquier otro elemento fuera de la planta de hormigón.

**La relación agua/cemento máxima permitida en el hormigón será 0,45 en todos los casos.** Para calcular la relación agua/cemento se tiene que tener en cuenta el agua aportada por los áridos.

El ión cloruro total no excederá los siguientes límites:

- Hormigón armado y en masa: 0,4% del peso de cemento.
- Hormigón pretensado: 0,2% del peso de cemento.

La cantidad total de finos en el hormigón, resultante de sumar el contenido de partículas del árido grueso y del árido fino que pasan por el tamiz UNE 0,063 y la componente caliza, en su caso, del cemento, deberá ser inferior a 175 kg/m<sup>3</sup>.

#### **Control de calidad:**

Documentación a aportar:

- El cemento a emplear poseerá Certificado de Calidad de Producto en vigor, emitido por Organismo Autorizado, conforme la norma UNE-EN 197-2:2020. Los aditivos a emplear poseerán Certificado de Calidad de Producto o Marcado CE conforme la norma UNE-EN 934-4:2010. Los áridos a emplear poseerán Marcado CE conforme la Directiva 89/106/CEE.
- La planta o plantas de hormigón que se utilicen para la ejecución de las obras realizarán como mínimo anualmente mediante una empresa autorizada la comprobación de todas sus básculas y dosificadores.

- No se podrán emplear hormigones fabricados con cemento y/o aditivos que no tengan el correspondiente Certificado de Calidad de Producto o Mercado CE.
- En el caso de no poseer los áridos el correspondiente Mercado CE, la empresa ejecutora realizará en laboratorio acreditado, los ensayos indicados en el presente pliego para garantizar el cumplimiento del mismo.
- El agua empleada para la fabricación del hormigón deberá ensayarse, conforme lo especificado en el presente pliego, como mínimo una vez al año.

### 3.7 ACERO EN REDONDOS PARA ARMADURAS

#### 3.7.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

##### Barras:

El acero a emplear en redondos para armaduras será del **tipo B-500-SD** y cumplirá las siguientes prescripciones contenidas en la Instrucción para el hormigón estructural EHE-08 ensayadas conforme la norma UNE-EN 10002-4:1995:

ESPECIFICACIÓN		B-500-SD
Límite elástico $f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )		$\geq 500$
Carga unitaria de rotura $f_s$ (N/mm <sup>2</sup> )		$\geq 575$
Alargamiento de rotura (%)		$\geq 16$
Alargamiento total bajo carga máxima (%)	Acero suministrado en barra	$\geq 7,5$
	Acero suministrado en rollo	$\geq 10,0$
Relación $f_s / f_y$		$1,15 \leq f_s / f_y \leq 1,35$
Relación $f_y$ real / $f_y$ nominal		$\leq 1,25$
Aptitud al doblado-desdoblado UNE-EN ISO 15630-2:2019		Ausencia de grietas visibles a simple vista tras el ensayo.
Ensayo de fatiga UNE-EN ISO 15630-2:2019:		
-Nº de ciclos que debe soportar la probeta sin romperse		$\geq 2$ millones
- Tensión máxima = $0,6 \times f_y$ nominal (N/mm <sup>2</sup> )		300
- Amplitud = tensión máxima-tensión mínima (N/mm <sup>2</sup> )		150
- Frecuencia $f$ (Hz)		$1 \leq f \leq 200$
- Longitud libre entre mordazas (mm)		$\geq 14d \geq 140$ mm

El acero a emplear también tendrá que cumplir el ensayo de deformación alternativa conforme la norma UNE 36065 EX y lo especificado a continuación, siendo “d” el diámetro nominal:

Diámetro nominal (mm)	Longitud libre entre mordazas	Deformaciones máximas de tracción y compresión (%)	Nº de ciclos completos simétricos de histéresis	Frecuencia f (Hz)
$d \leq 16$	5 d	-4	3	$1 \leq f \leq 3$
$16 < d \leq 25$	10 d	-2,5		
$d > 25$	15 d	-1,5		

Para garantizar la adherencia del acero a emplear, los valores de separación, altura e inclinación de la corruga se encontrarán dentro de los intervalos que se especifican a continuación, siendo “d” el diámetro nominal. Además las corrugas transversales tendrán forma de media luna y se fundirán suavemente con el núcleo del producto, la proyección de las corrugas transversales se extenderá sobre al menos el 75% de la circunferencia del producto, la inclinación de los flancos de las corrugas transversales ( $\alpha$ ) será  $\geq 45^\circ$  y la transición entre corruga y núcleo será redondeada.

En el caso de existir aletas longitudinales, su altura no superará a 0,15 d.

Altura de la corruga h	Separación entre corrugas c	Inclinación de las corrugas $\beta$
0,03 d a 0,15 d	0,4 d a 1,2 d	$35^\circ$ a $75^\circ$

Las secciones y las masas nominales por metro de los aceros empleados serán las especificadas en la tabla 6 de la norma UNE-EN 10080. La sección equivalente no será inferior al 95,5 % de la sección nominal.

La composición química de los aceros empleados cumplirá los siguientes porcentajes máximos en masa:

C	S	P	N	Cu	Ceq
0,2	0,06	0,06	0,01	0,9	0,5

### Mallas

El acero a emplear en las mallas será del **tipo B-500-T** y cumplirá las siguientes prescripciones contenidas en la Instrucción para el hormigón estructural EHE-08:

Límite elástico $f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	Ensayo de tracción			Relación $f_s / f_y$	Ensayo de doblado-desdoblado UNE-EN ISO 15630-2:2019
	Carga unitaria de rotura $f_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	de	Alargamiento de rotura sobre base de $5 \phi$ (%)		

500	550	8	1,03	5 d
-----	-----	---	------	-----

Para garantizar la adherencia de las mallas de acero a emplear, los valores de separación, altura e inclinación de la corruga se encontrarán dentro de los intervalos que se especifican a continuación, siendo “d” el diámetro nominal. Además, las corrugas transversales tendrán forma de media luna y se fundirán suavemente con el núcleo del producto, la proyección de las corrugas transversales se extenderá sobre al menos el 75% de la circunferencia del producto, la inclinación de los flancos de las corrugas transversales ( $\alpha$ ) será  $\geq 45^\circ$  y la transición entre corruga y núcleo será redondeada.

En el caso de existir aletas longitudinales, su altura no superará a 0,15 d.

Altura de la corruga h	Separación entre corrugas c	Inclinación de las corrugas $\beta$
0,03 d a 0,15 d	0,4 d a 1,2 d	35° a 75°

La composición química de las mallas empleadas cumplirá los siguientes porcentajes máximos en masa:

C	S	P	N	Cu	Ceq
0,24	0,055	0,055	0,014	0,85	0,52

Las mallas empleadas cumplirán el ensayo de doblado-desdoblado conforme la norma UNE-EN ISO 15630-2:2019, no presentando grietas a simple vista tras el mismo, así como el ensayo de carga de despegue ( $F_s$ ) de las uniones conforme la EHE-08.

$$F_s \text{ mín} = 0,25 \times f_y \times A_n$$

siendo

$f_y$  el valor del límite elástico especificado

An la sección transversal nominal del mayor de los elementos de la unión o de uno de los elementos pareados, según se trate de mallas simples o dobles respectivamente

### 3.7.2 CONTROL DE CALIDAD

#### Grado de oxidación excesivo:

No se colocarán en la obra, las armaduras que presenten un grado de oxidación que pueda afectar a sus condiciones de adherencia. Se entenderá como excesivo el grado de oxidación cuando, una vez procedido al cepillado mediante cepillo de púas de alambre, se compruebe que la pérdida de peso de la probeta de barra es superior al 1%, Asimismo, se deberá de comprobar también, que una

vez eliminado el óxido, la altura de la corruga cumple los límites establecidos para la adherencia en la EHE-08.

Control del acero:

El número y tipo de ensayos a realizar sobre el acero colocado en obra será el especificado en la norma EHE-08, así como los criterios de aceptación y rechazo del mismo.

Como mínimo se realizarán 2 ensayos completos por cada tipo de barra y malla colocada en obra.

### 3.8 BANDAS PARA LA ESTANQUEIDAD DE JUNTAS DE DILATACIÓN

Las bandas para la estanqueidad de las juntas de dilatación estarán constituidas por un material flexible termoplástico a base de cloruro de polivinilo.

Diseño:

- Cintas de tipo central para colocar en el centro de la sección del elemento a hormigonar
- Barrera física al paso del agua
- Proporcionan una superficie de agarre al hormigón
- Provocan una pérdida de carga al agua
- Elevada durabilidad
- Facilidad de colocación, existencia de lengüetas
- Grapas de sujeción a las armaduras
- Resistencia permanente al agua dulce

Especificaciones técnicas:

- Dilatación máxima: 10 mm
- Movimiento de cizalladura máximo: 5 mm
- presión hidrostática admisible: 0,5 atm
- Densidad: 1,27 kg/l conforme la norma UNE-EN ISO 1183-1:2004
- Temperatura de servicio: -35 a +55°C
- Dureza Shore A: 70-75 conforme la norma UNE-EN ISO 868:1998
- Resistencia a tracción: > 130 kg/cm<sup>2</sup>
- Alargamiento a rotura: > 250%, conforme la norma UNE-ISO 37:2011
- Ancho: 15 cm

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente.

En el caso de que el fabricante garantice las especificaciones de las bandas conforme las especificaciones del presente pliego, mediante ensayos realizados en laboratorios autorizados con antigüedad inferior a un año, no será necesario realizar un control de calidad de los mismos, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará en el primer envío las probetas y/o muestras necesarias para que la empresa ejecutora realice los controles oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

### 3.9 JUNTAS DE PERFIL HIDROEXPANSIVO

Las juntas de perfil hidroexpansivo se colocarán entre los diferentes paños del canal, en la zona de actuación para derivación de agua a balsa.

Las juntas se realizarán con un perfil hidroexpansivo para el sellado y un adhesivo para el pegado de las mismas. La calidad de ambos elementos será como mínimo la especificada a continuación.

Los perfiles hidroexpansivos estarán fabricados con una combinación de resinas hidroexpansivas y caucho.

#### Diseño:

- Fácil aplicación
- Expande en contacto con el agua
- Gran capacidad de hinchamiento
- Resistente al agua
- No quiere tiempo de endurecimiento
- No requiere soldaduras
- Adaptable a múltiples formas

#### Especificaciones técnicas:

Las recogidas en la siguiente tabla.

CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO
Cambio de volumen	7 días inmerso en agua $\geq$ 100% 14 días inmerso en agua $\geq$ 150% 10 ciclos seco-húmedo $\geq$ 100%	DIN 53521
Presión de hinchamiento	15 bares después de 7 días sumergido en agua	-
Resistencia a tracción	$\geq$ 2,5 N/mm <sup>2</sup>	DIN 53504
Dureza Shore A	75 $\pm$ 5	DIN 53505
Alargamiento a rotura	$\geq$ 250%	DIN 53504

#### **Adhesivo:**

El adhesivo empleado para el pegado de los perfiles será un adhesivo de contacto a base de cloropreno, resinas sintéticas y disolventes orgánicos.

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente. En el caso de que el fabricante garantice las especificaciones de los perfiles y del adhesivo del presente pliego, mediante ensayos realizados en laboratorios autorizados con antigüedad inferior a un año, no será necesario realizar un control de calidad de los mismos, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará en el primer envío las muestras necesarias para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

### **3.10 PIEDRA PARA ESCOLLERA**

#### **Generalidades**

La piedra para escollera será sana, compacta, dura, densa, de buena calidad y alta resistencia a los agentes atmosféricos, debiendo poseer una densidad mínima de 2.550 kg/m<sup>3</sup>, su origen será volcánico o sedimentario.

Las escolleras carecerán de grietas, pelos, restos orgánicos en su masa, nódulos o riñones, blandones, oquedades, fisuras o daños causados por los explosivos en su extracción. Se presentarán limpias de barro, yeso o de cualquier materia que pueda disimular los defectos de la misma.

El contratista presentará a la aprobación de la Dirección de obra una documentación completa, sobre la cantera (s) o procedencia (s) de la piedra donde figure:

- Localización de la cantera (s)
- Examen de los frentes de cantera
- Clasificación geológica
- Densidad del material
- Peso específico, árido seco en aire (U-NE-7083, ASTM-C-127)
- Desgaste de los Ángeles (NLT-149, ASTM-C-131)
- Contenido de carbonato
- Resistencia a los sulfatos (UNE-7136)
- Absorción de agua (ASTM-697)
- Resistencia a la compresión sobre probetas desecadas a 110 °C y saturadas (UNE-7242, ACI-301-35, ASTM-C-170)
- Contenido de sulfuros
- Inmersión: se mantendrá una muestra sumergida en agua dulce o salada a 15 °C durante 30 días comprobando su reblandecimiento o desintegración. Posteriormente a estas muestras se les aplicará el ensayo de desgaste de los Ángeles.

Así mismo, dicha documentación deberá incluir instalaciones, procedimientos y formas en que van a realizarse las selecciones y acopio de los materiales.

Todos los cantos tendrán sus caras rugosas y de forma angular y su dimensión no será inferior a un tercio (1/3) de la máxima.

Dichos materiales solo podrán utilizarse en la obra, una vez que la documentación presentada ha merecido la aprobación de la Dirección de obra.

La piedra será aceptada en cantera con anterioridad a su transporte, y a pie de obra con anterioridad a su colocación. La aprobación de las muestras no limitará la facultad del Director de obra, de poder rechazar cualquier escollera que a su juicio no cumpla los requisitos exigidos en este Pliego.

### 3.11 IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS ENTERRADOS

Todos los muros enterrados se impermeabilizarán por su cara interna con dos capas de impermeabilizante de emulsión bituminosa que cumpla las especificaciones detalladas a continuación.

#### Diseño:

El impermeabilizante será emulsión bituminosa de consistencia viscosa y aplicación en frío. Cumplirá las especificaciones de la norma UNE 104231:99 así como las que se indican a continuación:

- Fácil aplicación

- Resistencia química
- Estabilidad térmica
- Resistencia al agua
- Durable
- Exento de disolventes
- Consistencia pastosa
- Gran adherencia a soportes porosos

Especificaciones técnicas:

- Viscosidad a 20°C: 10-30 poises
- Densidad a 20°C: 0,9 – 1,1 g/cm<sup>3</sup>
- Contenido en agua: 50%
- Color: pardo oscuro
- Toxicidad: nula
- Inflamabilidad: nula
- Tiempo de secado a 20-25 °C y 50% de humedad relativa: 24 horas
- Temperatura de aplicación: >= 5°C.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente, conforme la norma UNE 104231:99 garantizando el cumplimiento del presente pliego, no será necesario realizar un control de calidad del mismo, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará en el primer envío las muestras necesarias para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

### 3.12 LÁMINA GEODRENANTE

La lámina geodrenante que se colocarán en el trasdós de los muros de arqueta de filtros y parte enterrada de la caseta de válvulas de salida de balsa de regulación, entre otros, estará formada por una lámina de Polietileno de Alta Densidad y un geotextil de polipropileno.

La calidad de los materiales que se instalen debe ser de igual o superior a lo especificado a continuación:

Diseño:

- Funcionamiento como drenaje de agua y protección de la impermeabilización del muro.

- Drenaje estable, fiable, imputrescible y resistente a las raíces y a los hongos
- Buena resistencia a la compresión, cada nódulo de la estructura está unido directamente al geotextil
- Fácil de transportar e instalar
- Color: verde
- Peso: 620 g/m<sup>2</sup>.
- Altura del nódulo: 8 mm

**Lámina de Polietileno de Alta Densidad:**

Lámina de Polietileno de Alta Densidad tendrá resaltes por una de sus caras y cumplirá las siguientes especificaciones.

Altura	8 mm
Peso	520 g/m <sup>2</sup>
Resistencia a compresión	200 kN/m <sup>2</sup>
Tensión de rotura	> 250 N/5 cm
Volumen de aire entre nódulos	5,7 l/m <sup>2</sup>

**Geotextil de polipropileno:**

El geotextil será de polipropileno y cumplirá las siguientes especificaciones.

Espesor	0,85 mm
Peso	100 g/m <sup>2</sup>
Tensión de rotura	300 N/5 cm
Alargamiento de rotura	> 60%
Permeabilidad al agua	15 l/m <sup>2</sup> .s

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad ISO 9001, en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y garantice documentalmente el cumplimiento de las especificaciones definidas en el presente pliego mediante ensayos con menos de un año de antigüedad, no será necesario realizar un control de calidad de la lámina geodrenante, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará en el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

Todos los rollos de lámina geodrenante estarán marcados de forma indeleble, permitiendo garantizar la trazabilidad de cada uno de ellos.

### 3.13 TUBERÍAS DE PVC ORIENTADO (PVC-O)

Las tuberías de policloruro de vinilo orientado (PVC-O) cumplirán las especificaciones de la Norma UNE-EN 17176: 2019.

El fabricante de la tubería deberá poseer Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la norma UNE-EN 17176: 2019 para los diámetros y presiones del proyecto de la factoría en la que serán fabricados los tubos a instalar en la obra.

El fabricante de la tubería debe poseer Certificado de cumplimiento de la ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente del proceso de fabricación de la tubería de PVC-O.

El fabricante de la tubería debe poseer Certificado de cumplimiento de la ISO 14001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente del proceso de fabricación de la tubería de PVC-O.

El producto final será controlado a través de una empresa acreditada externa de control de calidad contratada por el Contratista a tal efecto.

Además, será necesario realizar ensayos adicionales de la tubería de PVC-O acabada en un laboratorio acreditado externo con el fin de garantizar el cumplimiento de los requerimientos del presente pliego. Los ensayos a realizar se especifican igualmente en el presente pliego.

#### 3.13.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Son tubos de plástico rígidos fabricados a partir de una materia prima compuesta esencialmente de resina sintética de PVC técnico, mezclada con la proporción mínima indispensable de aditivos colorantes, estabilizantes y lubricantes.

##### Aspecto

- Las superficies internas y externas de los tubos deben ser lisas, limpias, exentas de ranuras, burbujas, cavidades, rechupes y otros defectos superficiales.
- La sección transversal de los tubos ante un corte no debe presentar grietas ni burbujas.
- Cada extremo del tubo debe cortarse limpiamente y perpendicular a su eje.
- El color de los tubos debe ser azul y uniforme en todo el espesor de la pared, con tonalidad opaca que evite la penetración de la luz exterior.

##### Sistema de unión

- El sistema de unión entre tubos de PVC-O será entre el extremo liso de un tubo y la embocadura integrada (copa) del siguiente. La estanqueidad deberá quedar asegurada mediante la junta flexible de enchufe alojada en el interior de la copa.
- No se admitirán uniones encoladas ni el uso de adhesivos o pegamentos.

#### **Juntas**

- Las juntas de estanqueidad estarán formadas por un doble anillo, el primero será de EPDM o caucho y será el encargado de lograr la estanqueidad; el otro será de polipropileno, cuya misión será otorgar rigidez a la junta haciendo que ésta forme parte integral de la tubería, tendrá dureza mínima IHRD 60±5 conforme la norma UNE-EN 681-1 vigente.
- El suministro de tubos deberá salir de fábrica con la junta instalada.

#### **Lubrificante**

- El lubricante que se utilice para facilitar la inserción del extremo liso de un tubo en la copa del siguiente estará exento de aceites o de grasas minerales.

#### **Presión nominal (PN)**

- La clasificación de los tubos en función de su presión nominal será: 12,5 – 16,0 – 20,0 – 25,0 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Densidad**

- La densidad del tubo acabado, medida de acuerdo con la **UNE-EN 17176-2** apartado 5.2

#### **Opacidad**

La pared del tubo será opaca y no transmitirá más del 0,2 % de la luz visible medida de acuerdo al método descrito en la Norma UNE-EN ISO 7686:2006.

#### **Marcado**

Los tubos deberán marcarse conforme a la norma UNE-EN 17176:2019 que dicta:

Los tubos deben marcarse permanentemente a intervalos no superiores a 1 metro. El marcado sobre los tubos debe incluir, como mínimo, la siguiente información:

- a. El nombre del fabricante y/o marca comercial
- b. El material del tubo y su clasificación
- c. El diámetro exterior nominal dn y el espesor nominal de pared en
- d. La referencia a la norma UNE-EN 17176
- e. La presión nominal PN
- f. El coeficiente C

- g. Centro de producción
- h. Fecha de producción y código del lote de producción

El marcado estará impreso de forma que sea legible después del almacenamiento, exposición a la intemperie e instalación, la legibilidad se ha de mantener durante la vida útil de los productos. El marcado no debe producir fisuras u otro tipo de defectos.

El color del marcado debe ser diferente del color base del tubo. El tamaño del marcado debe ser tal que sea fácilmente legible sin aumento.

#### **Piezas especiales**

Se denominan piezas especiales a aquellos elementos que se intercalan en la conducción para permitir realizar cambios de dirección, derivaciones, reducciones, cierres de la vena líquida, etc., de acuerdo con las definiciones que se citan en el pliego de piezas singulares de la red fija de abastecimiento. Para tuberías de PVC-O los accesorios que se utilizarán serán de PVC-O, Fundición Dúctil o acero, compatibles con el diámetro exterior de las tuberías, con certificación de uso sanitario.

### **3.13.2 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

Los tubos deberán cumplir con los siguientes requerimientos geométricos:

#### **Longitud de los tubos**

- La longitud de los tubos se medirá de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 3126:2005 ERRATUM: 2007 y tendrán una longitud total aproximada de 6 metros. Se permite una tolerancia de  $\pm 20$  mm.

#### **Diámetro y espesor de la pared**

- El diámetro exterior nominal del tubo (D), de acuerdo con la Norma ISO 161-1:2018, y el correspondiente espesor mínimo de la pared, serán conformes a lo indicado en la tabla 3 de la norma UNE-EN 17176:2019
- Las tolerancias de diámetro exterior medio deben ser conformes con el grado C de la Norma ISO 11922-1.

#### **Extremos lisos**

- Los extremos lisos de los tubos para las uniones conforme norma UNE-EN 17176:2019, apartado 7.6 deben tener un chaflán con ángulo  $12^\circ \leq \beta \leq 15^\circ$

#### **Profundidad mínima de acoplamiento de las embocaduras integradas (copas)**

- La profundidad mínima del acoplamiento entre tubos de PVC-O debe ser conforme a la norma UNE-EN 17176-2:2019, apartado 7.4

#### **Ovalización**

- Es la diferencia expresada en milímetros entre los diámetros exteriores máximo y mínimo medios en una longitud de tubo de cuatro (4) metros y, por lo menos, a veinte (20) milímetros de distancia entre los extremos del tubo.
- Las tolerancias de la ovalización deber ser conformes con el grado M de la Norma ISO-11922-1.

### 3.13.3 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Los tubos deberán cumplir con los siguientes requerimientos mecánicos:

#### **Resistencia a la presión interna de los tubos**

- Los tubos resistirán sin reventar ni fuga el esfuerzo hidrostático inducido por la presión hidrostática interna durante 10 horas y a 20 °C y a 1000 h a 20 °C, conforme a la norma UNE-EN 17176:2019 y en base al ensayo de las Normas UNE-EN ISO 1167-1 y UNE-EN ISO 1167-2.

#### **Resistencia a la presión interna de los tubos con embocadura integrada**

- Los tubos con embocadura integrada resistirán sin reventar ni fuga el esfuerzo hidrostático inducido por la presión hidrostática interna durante 10 horas y a 20 °C, y a 1000 h a 20 °C a la norma UNE-EN 17176:2019 y en base al ensayo de las Normas UNE-EN ISO 1167-1 y UNE-EN ISO 1167-4.

#### **Resistencia mínima requerida (MRS)**

- La resistencia mínima queda definida por el nivel de orientación de la estructura polimérica del PVC, tanto en dirección tangencial como en dirección axial.
- La resistencia mínima requerida (MRS) debe ser igual o mayor de 50 MPa conforme a la Tabla 1 del apartado 6.3 de la norma **UNE-EN 17176-1:2019**
- Relacionada con la resistencia está la presión de rotura (Pr), que es la presión hidráulica interior que provoca la rotura del tubo.

#### **Resistencia al impacto externo a 0°C**

- Los tubos ensayados a impacto 0°C de acuerdo con la Norma ISO 3127, tendrán un porcentaje real de roturas (TIR) no superior al 10% cuando se utilicen las masas indicadas en la tabla 6 de la norma UNE-ISO 17176-2:2019.

#### **Rigidez anular**

La rigidez anular inicial mínima de los tubos determinada conforme a la Norma ISO 9969 deberá ser superior a los valores de la siguiente tabla:

PRESIÓN NOMINAL	12,5 bar	16 bar	20 bar	25 bar
RIGIDEZ ANULAR	4 kN/m <sup>2</sup>	7 kN/m <sup>2</sup>	11 kN/m <sup>2</sup>	20 kN/m <sup>2</sup>

### **Capacidad de presión negativa**

La capacidad inicial mínima requerida a la presión negativa para los diferentes rangos de presión nominal deberá cumplir con lo definido en Anexo D de la Norma **UNE-EN 17176**.

### **3.13.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS**

Respecto a las características físicas de los materiales la resina de PVC deberá tener un valor K  $\geq 64$  conforme a la Norma EN ISO 13229.

Respecto a las características físicas del tubo se deberán cumplir las especificadas en la siguiente tabla

CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO
Temperatura Vicat del tubo base o tubo sin orientar.	$\geq 80$ °C Norma <b>UNE-EN17176-2</b> apartado 10 tabla 8	<b>ISO 2507-1</b>
Ensayo de tracción axial <sup>1</sup>	$\geq 48$ MPa Norma <b>UNE-EN17176-2</b> apartado 10 tabla 8	<b>EN ISO 6259-1</b> <b>ISO 6259-2</b>
Resistencia al diclorometano <sup>1</sup> tubo base o tubo sin orientar	Sin ataque No deben considerarse como ataque los puntos aislados inferiores a 2 mm Norma <b>UNE-EN17176-2</b> apartado 10 tabla 8	<b>EN ISO 9852</b>
Calorimetría diferencial de barrido (DSC) <sup>1</sup>	$T_g \geq 185$ °C o $\geq 180$ °C en formulaciones basadas en CaZn o compuestos orgánicos Norma <b>UNE-EN17176-2</b> apartado 10 tabla 8	<b>ISO 18373-1</b>
Conductividad térmica	0,14-0,18 Kcal / m. h. °C	<b>UNE EN 12667</b>
Coefficiente de dilatación lineal	$8 \times 10^5$ m/m °C	<b>UNE 53126</b>
Rugosidad absoluta (ka)	0,007 mm	
(1) El fabricante elegirá un método de prueba para el control de producción en fábrica, teniendo en cuenta la regulación nacional o la política interna de seguridad y salud. En caso de disputa, se utilizará el método DSC.		

### **3.13.5 UNIONES**

Las uniones de tubos se realizarán mediante junta elastomérica no resistente a esfuerzos axiales.

Se solicitará un informe de resultados favorable emitido por el fabricante de los ensayos respecto a los requerimientos de los montajes con uniones con junta de estanqueidad elastomérica expuestos en la norma UNE-EN ISO 1452-5:2011, incluyendo los ensayos de estanqueidad a largo plazo conforme a la norma ISO 13846.

### 3.13.6 MARCADO

Los tubos deberán marcarse conforme a la norma UNE-ISO 16422 (Enero 2015) que dicta:

Los tubos deben marcarse permanentemente a intervalos no superiores a 1 metro. El marcado sobre los tubos debe incluir, como mínimo, la siguiente información:

- el nombre del fabricante y/o marca comercial
- el material del tubo y su clasificación
- el diámetro exterior nominal dn y el espesor nominal de pared en
- la referencia a la norma UNE-ISO 16422
- la presión nominal PN
- el coeficiente C
- centro de producción
- fecha de producción y código del lote de producción

El marcado estará impreso de forma que sea legible después del almacenamiento, exposición a la intemperie e instalación, la legibilidad se ha de mantener durante la vida útil de los productos. El marcado no debe producir fisuras u otro tipo de defectos.

El color del marcado debe ser diferente del color base del tubo. El tamaño del marcado debe ser tal que sea fácilmente legible sin aumento.

### 3.13.7 ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD

El fabricante dispondrá de laboratorios y de un banco de pruebas debidamente equipados para la determinación de las características físicas y químicas de la materia prima y de los productos acabados. En ellos se realizarán los siguientes ensayos y controles:

1. De la materia prima.
2. Del proceso de fabricación
3. De los productos acabados

Los ensayos y controles se realizarán con la periodicidad que se demande y los resultados se conservarán en los correspondientes registros.

#### **Ensayos de las materias primas**

El fabricante deberá asegurarse que tanto las materias primas como los compuestos y mezclas que intervienen en la fabricación, poseen características constantes y sirven para cumplir las especificaciones requeridas a los productos acabados conforme al presente Pliego. En este caso se efectuarán las siguientes determinaciones en la resina de PVC:

- Contenido de agua

- Densidad aparente
- Componentes volátiles

En principio, los ensayos de recepción se dejan al libre criterio del fabricante. Por parte de la Administración no se prevé efectuar ensayos contradictorios de las materias primas, salvo que existan discrepancias con el Contratista sobre su calidad.

Los ensayos que sea preciso efectuar en laboratorios designados por la Administración como consecuencia de interpretaciones dudosas de los resultados de los ensayos en fábrica o en obra, serán abonados por el Contratista.

#### **Ensayos del proceso de fabricación**

El fabricante se encargará de realizar sobre muestras obtenidas a lo largo del proceso de producción de los tubos los siguientes ensayos:

Cada 2 horas y a la salida del tubo de cada extrusora se efectuarán las determinaciones siguientes:

- a) Examen visual del aspecto general (acabado exterior e interior de la pared del tubo).
- b) Pruebas dimensionales (diámetro exterior medio, ovalización y espesor).

<b>Tubo base</b>	Espesor tubo	Cada 2 horas
	Longitud tubo	Cada 8 horas
<b>Tubo orientado</b>	Apariencia	Cada 2 horas
	Color	Cada 2 horas
	Longitud de tubo	Cada 2 horas
	Longitud de copa	Cada 2 horas
	Ovalización	Cada 2 horas
	Espesor de tubo	Cada 2 horas
	Diámetro interior copa	Cada 2 horas
	Espesor labio copa	Cada 2 horas
	Longitud marcado tope enchufe	Cada 2 horas
	Diámetro exterior tubo	Cada 4 horas
<b>Accesorio</b>	Bisel	Cada 4 horas
	Labio copa A y B	Cada 4 horas
	Longitud copa	Cada 2 horas
	Diámetro interior copa	Cada 2 horas
	Ovalación	Cada 2 horas
	Aspecto	Cada 2 horas
	Marcado	Cada 2 horas

#### **Ensayos del producto acabado**

El fabricante se encargará de realizar en su propio laboratorio el protocolo de ensayos establecido en la Norma UNE-EN 17176:2019 por cada lote de fabricación. Se entiende por lote de fabricación la cantidad de tubería de un mismo tipo (mismo diámetro y presión nominal) fabricada

durante como máximo una semana. El contratista comunicará con antelación, de manera escrita y expresa, a la Dirección de Obra la fecha en que pueden comenzarse las pruebas.

Previamente el contratista comunicará con antelación, de manera escrita y expresa, a la Dirección de Obra el Programa de Puntos de Inspección (PPI) correspondiente al control de los ensayos a realizar en el laboratorio a los tubos acabados de PVC-O por lote de fabricación, contratando para ello los servicios de una empresa de control de calidad externa acreditada en o para la realización de los ensayos previstos, que será la encargada de realizar dichas labores. Así mismo la Dirección de Obra estará autorizada a presenciar dichas pruebas.

El PPI por cada lote de fabricación deberá incluir como mínimo los ensayos incluidos en el siguiente cuadro:

ENSAYOS CONFORME UNE-EN 17176:2019	SEGUIMIENTO
Aspecto	100% de los tubos por lote
Diámetro exterior medio	4 horas línea fabricación
Espesor de la pared	2 horas línea fabricación
Longitud copa	2 horas línea fabricación
Longitud del tubo	2 horas línea fabricación
Resistencia al impacto	1 ensayos/ lote
Rigidez anular	1 ensayos/lote
Resistencia a tracción axial	1 ensayos/día
Resistencia a la presión interna 10h-20 °C	1 ensayo/lote
Resistencia a la presión con embocadura integrada 10h -20°C	1 ensayo/lote

Adicionalmente se establece una serie de comprobaciones adicionales como control de calidad del producto acabado (tubería) a realizar en laboratorio externo acreditado en los ensayos a realizar.

Las muestras para la realización de los ensayos deberán ser tomadas de los propios tubos enviados o dispuestos para su envío a la obra. Los ensayos serán los siguientes:

ENSAYOS	REQUERIMIENTO DEL PLIEGO
Diámetro exterior medio	UNE-EN 17176:2019
Espesor de la pared	UNE-EN 17176: 2019
Longitud de la embocadura	UNE-EN 17176: 2019
Resistencia al impacto	TIR < 10%
Rigidez anular	≥5 KN/m <sup>2</sup>
Resistencia a tracción axial	Esfuerzo mínimo 48 MPa
Resistencia a la presión interna 10h-20°C	Sin fallo
Resistencia a la presión con embocadura integrada 10h-20°C	Sin fallo
Dureza de la junta	IHRD>60+-5

Los ensayos del cuadro anterior se realizarán para cada diámetro fabricado conforme al siguiente plan de muestreo:

ENSAYOS	Nº DE PROBETAS POR DIÁMETRO
Diámetro exterior medio	3
Espesor de la pared	3
Longitud de la embocadura	1
Resistencia al impacto	1
Rigidez anular	1
Resistencia a la tracción axial	1
Resistencia a la presión interna 10 h 20 °C	1
Resistencia a la presión con embocadura integrada 10h-20°C	1
Dureza de la junta (*)	3

(\*) Este ensayo al ser propio de la junta no afecta al lote de tubería fabricada

En caso de fallo de alguno de los ensayos realizados en laboratorio externo se permitirá su repetición específica en el banco de ensayos del fabricante a muestras escogidas por el Director de la Obra del mismo o de diferente lote de fabricación.

En caso de volver a constatarse el fallo se desecharán los lotes de fabricación correspondientes a ambas muestras ensayadas y se volverá a repetir el proceso desde el inicio. En caso de resultado satisfactorio se volverá a repetir específicamente ese ensayo de nuevo en laboratorio externo para confirmar su validez.

El coste de los citados ensayos será abonado por el Contratista conforme al porcentaje de control de calidad firmado en el contrato de ejecución de las obras.

### 3.13.8 DOCUMENTACIÓN A APORTAR ANTES DE RECIBIR EN OBRA LA TUBERÍA

Antes de recibir en la obra el pedido el contratista aportará la siguiente documentación:

- a. Por parte de la Empresa externa de control de calidad

Informe de resultados favorable de las comprobaciones y ensayos realizados por empresa de control de calidad externa a los ensayos en fábrica de las tuberías de PVC para cada uno de los lotes suministrados, conforme a lo especificado en el apartado anterior.

- b. Por parte del laboratorio externo

Informe de resultados favorable de las comprobaciones y ensayos realizados en laboratorio externo a las tuberías de PVC, conforme a lo especificado en el apartado anterior.

### 3.13.9 EMBALAJE

En todo momento durante el transporte, entrega y manipulación del material se cumplirán las recomendaciones reflejadas en el punto 5.2 de La Guía Técnica sobre Tuberías para el transporte del Agua a presión del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

### 3.13.9.1 EMBALAJE

Todos los tubos se entregarán en obra paletizados y protegidos con un plástico opaco si van a estar a la intemperie fijado con los flejes del paletizado, para evitar la incidencia directa de la luz solar sobre los mismos.

No se admitirán suministros a obra de tubos anidados (tubos de menor diámetro introducidos dentro de otros de diámetro superior).

El embalaje y transporte será realizado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, Cada entrega irá acompañada de un albarán donde se indique el número y tipo de tuberías, manguitos, juntas y piezas especiales que componen el suministro.

### 3.13.9.2 TRANSPORTE

Las operaciones de carga y descarga del camión de transporte se realizarán con el debido cuidado para no dañar el material. El piso y los laterales de la caja de los camiones han de estar exentos de protuberancias o cantos rígidos y agudos que puedan dañar a los tubos o accesorios.

Cuando se carguen tubos de diferentes diámetros, los de mayor diámetro tienen que colocarse en el fondo para reducir el riesgo de deformación

Para tamaños de tuberías de 160 mm o más, se deberá colocar debajo de las tuberías una base de madera de al menos 75 mm de anchura de soporte en espacios que no sean más grandes de 915 mm.

La carga se sujetará bien a lo largo de toda su longitud con eslingas planas de tejido al bastidor del vehículo con el fin de evitar rozamientos y golpes debidos a los movimientos durante el transporte.

En la descarga se evitará arrastrar los tubos, adoptando las mismas precauciones que para la carga, asegurándose de que los tubos no caigan sobre superficies duras e irregulares o se golpeen unos con otros al caer.

### 3.13.9.3 ALMACENAMIENTO

Los tubos deberán almacenarse protegidos con el plástico opaco procedente del embalaje cuando se prevea un tiempo desde su acopio hasta su instalación. El fabricante informará, a petición del contratista, sobre el tiempo máximo de exposición a radiación solar o intemperie sin que la tubería sufra daño estructural alguno indicando los condicionantes en cada caso.

Los tubos nunca podrán quedar apoyados directamente sobre el terreno, debiéndose quedar apoyados sobre listones de madera de al menos 75 mm de anchura colocados cada 1,5 metros para evitar la posible flexión del producto.

El lugar destinado para colocar tubos estará nivelado y plano, para evitar deformaciones del producto. Igualmente estará exento de objetos duros y cortantes.

Las alturas máximas de apilado no superarán en ningún caso los 3 metros de altura, por razones de seguridad y deberá respetarse el número de capas máximas indicadas en la tabla siguiente:

DN (mm)	90-110	125-200	225-315	400-450	500-630	710-1200
FILAS (Nº)	12	7	4	3	2	1

### 3.13.10 MONTAJE

Se deberá exigir a todos los componentes del equipo de montaje de tubería disponer en vigor del Carnet de Especialista en Instalación de Sistemas de Tuberías Plásticas expedido por el Grupo Sectorial de Tuberías Plásticas AseTUB de ANAIP, para lo cual el contratista deberá presentar a la Dirección de obra copia de los carnés previo al comienzo de los trabajos de montaje de tubería.

El transporte desde el acopio hasta pie del tajo se realizará con medios mecánicos evitando excesos de velocidad y fuertes frenadas que pudieran mover la carga transportada y deteriorarla.

El Contratista estará obligado a comprobar que el equipo mecánico encargado del desplazamiento y colocación de los tubos tiene suficiente capacidad de carga y que se están cumpliendo las normas de seguridad adecuadas, mantenga la supervisión correcta y cumpla estrictamente las normas y especificaciones nacionales de instalación.

En caso de descargar los tubos y accesorios a pie de zanja, se descargarán los tubos junto con los accesorios en el lado opuesto al vertido de la tierra a intervalos de 6 metros o cada acopio de tubos a múltiplos de 6 metros.

El montaje de la tubería en el caso de existir pendiente acusada en el trazado, se efectuará preferentemente en sentido ascendente, previniendo puntos de anclaje para la tubería.

La zanja deberá tener una sobre excavación donde apoye convenientemente la campana de cada tubo montado, esta sobre excavación no deberá de ser más larga de lo necesaria.

Los tubos deberán de estar colocados de forma que los datos suministrados por el fabricante deberán estar orientados hacia la parte superior.

En las uniones entre tubos con unión por embocadura no se permitirán desviaciones superiores a dos (2) grados en la alineación entre tubos.

No se permitirá el curvado de las tuberías ni de accesorios mediante soplete, ni por ningún otro procedimiento, cuando se requiera realizar un giro superior a los 2 grados que permite la unión se realizará mediante las piezas especiales adecuadas.

En tuberías unidas mediante junta elástica se alineará la copa y el extremo del tubo, se evitará la penetración de lubricante en el alojamiento de la junta para así evitar que esta pueda girar y salirse de su alojamiento y se asegurará que la junta sea colocada en la posición correcta. El lubricante solo será aplicado en el extremo del tubo y en el interior de la copa. El lubricante a medio usar deberá cerrarse y sellarse de nuevo, para evitar cualquier posible contaminación.

Los bordes de los tubos cortados deben ser redondeados o achaflanados para que se asemejen a la forma original de la tubería.

En el manejo de los tubos se debe tener en cuenta el riesgo de ruptura de los extremos achaflanados y de las embocaduras. Los tubos no deberán ser arrastrados por el terreno, ni colocados haciéndolos rodar por rampas.

Una vez acabado el montaje diario de un tramo, se incorporarán en los extremos tapas de protección para evitar el ensuciamiento de su superficie interior. Las tapas no serán retiradas hasta el momento de la instalación de la tubería.

La zanja encargada de albergar el tubo deberá asegurar que exista espacio suficiente alrededor de cada tubo, para la instalación de la tubería correspondiente, el plano de apoyo de la tubería en la zanja deberá ser completamente soportado por el terreno.

El descenso de los tubos al fondo de la zanja se realizará con precaución y empleando medios mecánicos. Sólo si la zanja tiene una profundidad inferior a 1,5 m, para diámetros inferiores a 200 mm y cuando el borde de la zanja sea lo suficientemente estable se podrá realizar el descenso de la tubería de manera manual.

Para evitar la inundación de las zanjas que produce la flotación de la tubería o derrumbes de tierra y arrastres, inmediatamente después de haber perfilado las rasantes, y, en cualquier caso, antes de depositar la tubería en el fondo de aquélla, se abrirán drenajes en los puntos donde sea necesario, de acuerdo con el perfil, y cuando no sea posible se evacuará el agua mediante una bomba, con objeto de garantizar la completa evacuación de las aguas.

En cualquier caso, para asegurar el correcto apoyo de toda la longitud de la tubería, se deberá evacuar el agua del fondo de la zanja, ya sea mediante drenajes o bombas de achique.

No se deberá colocar más de 100 m de tubería sin proceder al relleno parcial de la zanja para evitar que se produzca flotación de la tubería. Es preciso dejar las uniones descubiertas para su comprobación en la posterior fase de prueba de presión.

### 3.13.11 PRUEBA DE PRESIÓN DE LA TUBERÍA INSTALADA

Las pruebas de presión de la tubería instalada en campo se deben llevar a cabo continuación de la instalación del tramo a ensayar sin dejar pasar entre ambas actividades más de quince (15) días.

Las pruebas se realizarán según dicta la norma UNE-EN 805 o según el procedimiento que estime oportuno la D.O. (en ambos casos la D.O. fijará previamente los criterios de cálculo del golpe de ariete o su valor mínimo, estableciendo el criterio para determinar la presión de ensayo); durante la prueba se revisarán todos los tubos, piezas especiales, válvulas y demás elementos comprobando su correcta instalación y que todas ellas permiten la circulación del fluido con el que se realizará la prueba. Durante dicha revisión se comprobará que el relleno parcial está exento de escombros de raíces y de cualquier material extraño que pueda causar problemas, este relleno deberá dejar visible todas las juntas para comprobar que ninguna junta pierde agua.

Las longitudes razonables para los tramos en prueba pueden oscilar entre 500 y 1000 metros preferentemente contra válvulas de corte de la red. En caso de no existir válvulas en tramos inferiores a 1000 m se deberán hacer anclajes que soporten los empujes de los tapones a colocar en los extremos de cada tramo a ensayar.

La presión de prueba (STP) deberá aplicarse en el punto más bajo de cada tramo en prueba.

El manómetro de la prueba podrá colocarse en una salida de ventosa del tramo de tal manera que se alcance la STP en el punto más bajo.

En caso de hacer prueba de presión de tramos cuyos extremos coincidan con válvulas de corte de la tubería habrá que tener en cuenta que la presión de prueba no deberá ser superior a  $1,1 \times PN$  de la válvula para mantener su garantía de estanqueidad. Si las ventosas definidas en el proyecto para instalar en la obra no son del timbraje necesario para acometer la prueba correspondiente se utilizarán válvulas de aire provisionales correspondientes al timbraje necesario.

Siempre, antes de empezar la prueba, deben estar colocados en su posición definitiva todos los tubos, piezas especiales, válvulas y demás elementos de la tubería, debiendo comprobar que las válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas y que las piezas especiales están ancladas (con anclajes sus definitivos) y las obras de fábrica con la resistencia debida.

Previo a la realización de la prueba de presión, las tuberías deben estar instaladas y recubrirse con los materiales de relleno dejando expuestas las uniones. Una pequeña fuga en la junta se puede localizar más fácilmente cuando está expuesta.

Las sujeciones y macizos de anclaje definitivos deben realizarse para soportar el empuje resultante de la prueba de presión. Los macizos de anclaje deben alcanzar las características de resistencia requeridas antes de que las pruebas comiencen. Se debe prestar atención a que los tapones y extremos cerrados provisionales se fijen de forma adecuada y que los esfuerzos transmitidos al terreno sean repartidos de forma adecuada de acuerdo con la capacidad portante de este. Todo soporte temporal, sujeción o anclaje no ha de retirarse hasta que la conducción no haya sido despresurizada.

Previo al comienzo de las operaciones, debe llevarse a cabo una inspección para asegurarse de que está disponible el equipo de seguridad apropiado y de que el personal dispone de la protección adecuada. Todas las excavaciones deberán permanecer convenientemente protegidas. Todo trabajo no relacionado con las pruebas de presión deberá prohibirse en las zanjas durante las mismas. En este sentido, los manómetros deberán ser colocados de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

Las conducciones deben llenarse de agua lentamente, antes de que el agua llene la tubería, todos los sistemas de salida de aire o válvulas de descarga de aire de la tubería en los puntos altos de las mismas deben ser abiertos. La proporción de volumen de llenado debe ser manejada por los medios disponibles de manera que la descarga de aire sea igual en proporción volumétrica.

Se comprobará el funcionamiento de las ventosas instaladas durante el llenado.

Se deberá colocar en el punto más alto de la instalación provisional de prueba una ventosa para la expulsión de aire.

Una vez que se haya llenado en su totalidad el tramo a probar debe de realizarse una inspección visual hasta comprobar que las uniones son estancas.

El bombín para dar presión podrá ser manual o mecánico, pero en este último caso deberá estar provisto de llaves de descarga para poder regular de forma lenta los aumentos de presión. Los incrementos no superarán la cifra de un kilogramo por centímetro cuadrado en cada minuto.

El contratista comunicará a la Dirección de Obra el tramo de tubería que se va a probar, y será ésta quien le indique la presión de prueba a alcanzar.

Una vez obtenida la presión definida para cada tramo debe pararse y se da comienzo a la prueba:

- Se toma la presión de inicio (en el punto más bajo y el más alto) con sendos manómetros de precisión de décimas de  $\text{kg}/\text{cm}^2$ . Al menos uno de los manómetros de verá ser digital para poder volcar los datos registrados en una aplicación informática.
- Se deja transcurrir 1 hora.

- Terminado el tiempo de espera se toma de nuevo la presión.

La caída de presión debe presentar una tendencia regresiva y al finalizar la primera hora no debe exceder el valor de 2 m.c.a para de PVC-O.

Cuando el descenso de los manómetros sea superior, deben corregirse las fugas procediéndose a una nueva prueba, hasta obtener un resultado satisfactorio.

El contratista deberá comunicar con siete (7) días de antelación, de manera escrita y expresa, a la Dirección de Obra la fecha en que va a realizar cada una de las pruebas.

Las pruebas deberán ser supervisadas por una empresa de control de calidad externa contratada a tal efecto por el contratista. De cada tramo se deberá elaborar un informe detallado de los resultados incluyendo un plano de ubicación del tramo probado. Así mismo la Dirección de Obra podrá presenciar dichas pruebas.

La empresa de control de calidad externa dispondrá, para la realización de las pruebas, de un manómetro digital con certificado de calibración en vigor emitido por organismo autorizado. En los informes de las pruebas se deberá incluir un listado de presiones cada segundo durante los 60 minutos que dura la prueba junto a una gráfica de la curva de caída de presión.

El coste de la empresa de control de calidad encargada de certificar las pruebas será abonado por el Contratista conforme al porcentaje de control de calidad firmado en el contrato de ejecución de las obras.

### 3.14 TUBERÍAS DE PVC CORRUGADO

Las tuberías de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) de pared estructurada cumplirán las especificaciones de la norma UNE-EN 13476, parte 1 y parte 3: UNE-EN 13476-1:2018 y UNE-EN 13476-3:2019, y el Documento de Idoneidad Técnica del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la norma UNE-EN 13476-1-3 para los diámetros del proyecto, no será necesario realizar un control de calidad de la tubería, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado, realizará el control expuesto en el presente pliego, garantizará documentalmente el cumplimiento de las normas UNE-EN 13476-1- 3, así como aportará con el primer envío 3 unidades completas o 3 probetas de tamaño

suficiente de cada tipo de tubería que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

### 3.14.1 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Serán de aplicación las siguientes definiciones y símbolos referidos en la UNE-EN 13476 "Sistemas de canalización en materiales termoplásticos para saneamiento enterrado sin presión. Sistemas de canalización de pared estructurada de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), polipropileno (PP) y polietileno (PE)":

Tubos estructurados: Productos que tienen un diseño óptimo, con respecto a la cantidad de material empleado, para conseguir los requisitos físicos y mecánicos solicitados en las partes 1 y 3 de la Norma UNE-EN 13476.

Tipo: En función de sus características constructivas, el tipo certificado de tubería será tipo B: tubos cuya superficie interna es lisa y la superficie externa corrugada (tubos corrugados).

Flexibilidad anular, RF: Capacidad de un tubo para resistir una deformación diametral sin que se produzca pérdida de integridad estructural.

Rigidez Circunferencial Específica (RCE):

$$S_c = E \times I / D_m^3$$

Donde:

- Sc: Rigidez circunferencial específica en N/mm<sup>2</sup>
- E: Modulo de elasticidad a flexión circunferencial en N/mm<sup>2</sup>
- I: Momento de inercia de la pared del tubo por unidad de longitud (I = e<sup>3</sup>112. en mm)
- e: espesor nominal de la pared del tubo, en mm
- EI: factor de rigidez transversal, en N x mm
- Dm: diámetro medio teórico del tubo (D1=DN-e), en mm

Rigidez anular, SN: Característica mecánica de un tubo, siendo una medida de la resistencia a la deformación anular (en kN/m<sup>2</sup>) bajo una fuerza externa determinada, conforme a la Norma UNE EN ISO 9969:2016.

Clase: Designación numérica de la rigidez anular de un tubo o de un accesorio, siendo un número convenientemente redondeado que indica la rigidez anular mínima requerida del tubo o del accesorio. Se llama clase de tubos a aquellos que tienen la misma rigidez anular (SN).

Las tuberías de este proyecto serán de las siguientes clases de rigidez anular SN (kN/m<sup>2</sup>):

- DN = 200: SN 4.
- DN = 250: SN 4 ó SN 8.
- DN > 250: SN 8.

### 3.14.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las características técnicas de la materia prima, de los tubos de PVC-U, sus diámetros nominales, sus tolerancias dimensionales, etc., estarán en todo momento conforme a las prescripciones fijadas en los diferentes apartados de la Norma UNE-EN 13476 Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento enterrado sin presión. Sistemas de canalización de pared estructurada de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), parte 3, para tubos tipo B.

La resistencia mínima requerida, tal como se define en la Norma UNE-EN 13476, deberá ser:

- DN = 200: SN 4.
- DN = 250: SN 4 ó SN 8
- DN > 250: SN 8.

correspondiente a una rigidez circunferencial específica inicial  $RCE_{inicial} > 4$  o  $8$  KN/m<sup>2</sup>, según el diámetro nominal de la tubería. La rigidez circunferencial específica deberá ensayarse mediante la norma UNE EN ISO 9969:2016.

En lo referente a aspecto externo, las superficies interna y externa de los tubos y accesorios, deben estar limpias y estar ausentes de ralladuras, burbujas, impurezas y poros, y de cualquier otra imperfección de superficie que pueda impedir a los tubos y accesorios satisfacer esta norma.

Los extremos de los tubos y accesorios deben ser cortados limpiamente, sin rebabas y perpendicularmente a su eje.

La capa de los tubos será de color teja, aproximadamente RAL 8023, exterior e interiormente.

#### DIMENSIONES

Las tuberías estructuras de policloruro de vinilo, se clasifican según su diámetro nominal (DN), el cual es coincidente con el diámetro exterior (OD), con el diámetro interior (ID), o con algún valor intermedio. Los valores de los diferentes diámetros establecidos para la tubería de PVC corrugada son los que recoge la siguiente tabla:

Las tuberías estructuras de policloruro de vinilo, se clasifican según su diámetro nominal (DN), el cual es coincidente con el diámetro exterior (OD), con el diámetro interior (ID), o con algún valor

intermedio. Los valores de los diferentes diámetros establecidos para la tubería de PVC corrugada son los que recoge la siguiente tabla:

Diámetro nominal (DN) (mm)	Diámetro exterior (mm)	Diámetro Interior (mm)
160	160	146,0
200	200	182,0
250	250	227,5
315	315	285,2
400	400	364,0
500	500	451,8
600	649	590,0
800	855	775,0
1000	1072	970,0
1200	1220	1103,0

La longitud de los tubos será de 6 metros.

Los tubos se suministran con ranuras en el valle del corrugado, a lo largo de un arco de 220º, los tubos hasta 200 m pueden suministrarse con ranurado total (360º). Los tubos de diámetro 220 mm y superiores pueden suministrarse con ranurado únicamente en un arco de 108 º.

Los valores mínimos de la longitud de embocadura figuran en la tabla siguiente en mm:

Diámetro nominal (DN) (mm)	Longitud mínima embocadura (mm)
160	102
200	118
250	161
315	180
400	194
500	214
600	242
800	320
1000	485
1200	547

### CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y QUÍMICAS

Los tubos deben tener unas características físicas iniciales acordes con los requisitos descritos en esta tabla:

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDADES
-----------------	-------	----------

Densidad aparente (UNE 53137)	1.350- 1.520	gr/cm <sup>3</sup>
Coefficiente de seguridad a 50 años	1,4	
Rigidez anular EN-ISO 9969	=> 4 o 8	kN/m <sup>2</sup>
Rugosidad (P-Colebrook) agua limpia (EN 922)	0,01	mm
Rugosidad (P-Colebrook) aguas residuales EN 922	0,10-0,25	mm
Módulo de elasticidad inicial	3.600	MPa
Módulo de elasticidad tras 50 años	1.750	MPa
Temperatura Vicat (UNE-EN-727)	79	°C

#### Límites de pH:

La calidad de resina determinará la resistencia química. Por tanto, para una temperatura ambiente de alrededor de 20°C los valores de este indicador estarán entre 3 y 9.

#### CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN

Será de aplicación lo especificado en la norma UNE EN 13476.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la norma UNE-EN 13476-1-3 para los diámetros del proyecto, no será necesario realizar un control de calidad de la tubería, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado, realizará el control expuesto en el presente pliego, garantizará documentalmente el cumplimiento de las normas UNE-EN 13476-1- 3, así como aportará con el primer envío 3 unidades completas o 3 probetas de tamaño suficiente de cada tipo de tubería que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

#### **3.14.3 SISTEMAS DE UNIÓN**

La unión de los tubos se realizará mediante embocadura, de forma que cada tubo tenga un extremo igual al resto del cuerpo del tubo (extremo macho o cabo), y el otro extremo esté conformado para permitir la embocadura (extremo hembra o copa). Dicha embocadura debe ser de tipo integrada, de forma que se conforme directamente en un tubo sin copa recién fabricado. Se mantendrá así la misma forma corrugada que en el resto del tubo.

La estanqueidad de la unión se realizará mediante una junta elástica de EPDM posicionada en los valles del perfil corrugado del cabo del tubo. Dicha junta se comprimirá contra la superficie interior de la copa del otro tubo, debiendo asegurar una total estanqueidad en la unión de ambos tubos.

Para asegurar un montaje correcto y evitar que la junta elástica se desplace de su alojamiento, dicha junta deberá ser de doble cuerpo en tuberías de DN < 630, es decir, que la junta ocupe dos valles del perfil corrugado. En tuberías de diámetro superior la junta podrá ser de simple labio, ya que la mayor profundidad de las corrugas evita el desplazamiento de la junta.

Los ensayos que deben cumplir las juntas elásticas se definen en la norma UNE-EN 681-1. La tubería debe cumplir con el ensayo completo de estanqueidad descrito en la norma UNE EN 1277:2004 (ensayos con presión interior y con deflexión diametral y desviación angular).

El ensayo sobre la junta elástica, según UNE EN 681-1, es el siguiente:

ENSAYO	EXIGIDO
Curva reométrica	Patrón
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	1,10 + 0,05
Dureza (°Shore A) -H	50 + 5
Resistencia a tracción (MPa)-A	≥ 9
Alargamiento a la Rotura (%) -A	≥ 375
Deformación Remanente por compresión (%) (23°C a 72h)	≥ 12
Envejecimiento en aire (7 días a 70°C)	Cambio de dureza (%) 8 /-5
	Cambio de resistencia a tracción (%) 0 /-20
	Cambio de alargamiento a la rotura (%) 10/-30
Relajación de esfuerzos (%) (7 días a 23°C)	≤ 14
Cambio de volumen en agua (%) (7 días a 70°C)	8/-9
Resistencia al ozono	Sin grietas a simple vista

El fabricante declarará por escrito el ángulo máximo de giro en las uniones entre tubos en cualquier circunstancia. En caso de existir condicionados deberán ser advertidos por escrito.

#### 3.14.4 MARCADO

Los elementos de marcado estarán impresos o marcados directamente sobre el tubo a intervalos máximos de 2 m de forma que sea legible después del almacenamiento e instalación. La legibilidad se ha de mantener durante la vida de los productos. El marcado no debe producir fisuras u otro tipo de defectos.

Si se utiliza el sistema de impresión, el color de la información impresa debe ser diferente del color base del tubo. El tamaño del marcado debe ser tal que sea fácilmente legible sin aumento.

Los tubos de Tipo B, de superficie interna lisa y superficie externa perfilada vendrán marcados según se indica en la norma UNE-EN 13476-3, siendo el marcado mínimo requerido el siguiente:

- Número de la Norma, UNE-EN 13476-3
- Serie diámetro, dimensión nominal/diámetro interior mínimo garantizado real (el marcado de diámetro interior mínimo garantizado es voluntario)
- Nombre del fabricante y/o marca comercial
- Clase de rigidez, por ejemplo, SN 8
- Flexibilidad anular, RF 20 cuando proceda
- Material, PVC-U
- Código del área de aplicación
- Información del fabricante (código que proporcione la trazabilidad con los siguientes detalles: periodo de fabricación, año y mes; lugar de fabricación si el fabricante produce en diferentes ciudades)
- Marca de calidad

### 3.14.5 EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

El fabricante debe embalar y/o proteger las tuberías de PVC contra posibles daños mecánicos y la entrada de sustancias extrañas durante la manipulación, el transporte y el almacenaje.

Todos los tubos se entregarán en obra protegidos con un plástico opaco fijado con los flejes de forma tal que el plástico de protección no se vuele, para evitar la incidencia directa de la luz solar sobre los mismos. Los flejes empleados en el embalaje, serán de poliéster reforzado, en ningún caso se admitirán flejes metálicos.

En la entrega de la tubería en obra no se admitirán suministros a obra de tubos anidados.

El modo de apilado de tubos será el de pirámide truncada, pero se deberá evitar alcanzar alturas excesivas. La primera hilera de tubos deberá apoyarse sobre travesaños de madera con cuñas, con objeto de prevenir deslizamientos y asegurar la estabilidad de las pilas.

### 3.14.6 PIEZAS ESPECIALES

Las piezas especiales utilizadas para el montaje de conducciones de tuberías estructuradas de PVC-U estarán fabricadas en el mismo material.

Las principales características técnicas de las piezas de PVC-U utilizadas para la tubería corrugada de PVC-U son las siguientes:

- Serán de piezas fabricadas en PVC-U compacto y no estructurado
- Todas las piezas especiales tendrán unión por junta elástica, idéntica a la utilizada en los tubos de PVC-U corrugado
- Las piezas empleadas para la tubería corrugada PVC-U serán las enumeradas a continuación:
  - Manguito unión con tope
  - Manguito pasante
  - Codos de 45º y 87º 5´
  - Cono de ampliación
  - Tapón
  - Derivación a 45º
  - Derivación a 87º 5´
  - Entronque en clip a 45º
  - Entronque en clip a 87º 5´
  - Clip mecánico a 90º
  - Clip elastomérico a 90º

### 3.15 TUBERÍAS DE HORMIGÓN ARMADO PARA SERVICIOS

Las tuberías de hormigón armado serán de clase resistente 90, siendo ésta la carga mínima aplicada en el ensayo de aplastamiento en kN/m, dividida por una milésima parte de la dimensión nominal o del ancho nominal del elemento.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1916:2008 no será necesario realizar un control de calidad de los tubos, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente y realizará el siguiente control de calidad conforme a lo especificado en la norma UNE-EN 1916:2008.

### 3.15.1 MATERIALES

#### Hormigón:

Todos los componentes del hormigón cumplirán lo especificado en el presente pliego para hormigón:

1. Contenido en ion cloro: El contenido de ion cloro, determinado por cálculo y expresado en porcentaje de cemento, no podrá superar los valores de la tabla nº4 de la norma UNE-EN 1916:2008.
2. Relación agua/cemento: La relación entre el agua y el cemento más las adiciones no debe sobrepasar 0,45 para el hormigón perfectamente compactado.
3. Absorción de agua del hormigón: La absorción de agua del hormigón debe ser  $\leq 6\%$  de la masa, ensayada conforme el apartado 6.7 de la norma UNE-EN 1916:2008.

#### Juntas de estanqueidad:

- Las juntas empleadas en las uniones de los tubos cumplirán con la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006.

#### Acero:

- Cumplirá lo especificado para acero en redondos para armaduras en el presente pliego
- El porcentaje mínimo de armadura relativo a la sección longitudinal del fuste será del 0,25% para los aceros corrugados y del 0,4% para los aceros lisos
- El recubrimiento mínimo de las armaduras cumplirá las condiciones de uso definidas en el apartado 4.3.8 de la norma UNE-EN 1916:2008

-

### 3.15.2 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y ASPECTO

#### Acabado:

- Las superficies funcionales de las uniones deben estar exentas de irregularidades que impidan la realización de una unión estanca de forma duradera
- La máxima apertura permitida en superficie de las fisuras será de 0,15 mm

#### Características geométricas:

- Los tubos cumplirán las especificaciones de los apartados correspondientes de la norma UNE-EN 1916:2008

#### Uniones:

- La unión de tubos cumplirá las especificaciones de los apartados correspondientes de la norma UNE-EN 1916:2008

Marcado:

Todos los tubos tienen que estar marcados de forma indeleble, durable e inequívoca como mínimo con los siguientes datos:

- Nombre fabricante o marca comercial
- Lugar de fabricación
- Norma que cumplen
- Fecha de fabricación
- Identificación del material constituyente del elemento
- Identificación de cualquier entidad de certificación por tercera parte
- Clase resistente
- Identificación de las condiciones de uso distintas de las normales
- Diámetro nominal
- Número y lote de fabricación al que pertenece el tubo

### 3.15.3 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Resistencia al aplastamiento:

Los tubos de hormigón armado resistirán como mínimo una carga de 0,67 veces la carga mínima del ensayo de aplastamiento, realizando el ensayo conforme la norma UNE-EN 1916:2008 y sin que aparezcan en las zonas de tensión del hormigón, fisuras estabilizadas de más de 0,3 mm sobre una longitud continua de 300 mm o más.

Resistencia a la flexión longitudinal:

Deberá ser conforme con lo especificado en los apartados correspondientes de la norma UNE-EN 1916:2008.

Estanqueidad:

La estanqueidad frente al agua de los elementos individuales y de las uniones cumplirá los apartados correspondientes de la norma UNE-EN 1916:2008.

## 3.16 TUBERÍAS DE HORMIGÓN POSTESADO CON CAMISA DE CHAPA Y PIEZAS ESPECIALES

### 3.16.1 DEFINICIONES

- **Tubo de hormigón postesado con camisa de chapa** es el formado por un núcleo de hormigón que contiene una camisa cilíndrica de chapa, que le confiere estanqueidad, un alambre de

acero de alta resistencia que se enrolla helicoidalmente alrededor del núcleo, a una tensión previamente fijada, que se designa "tensión de zunchado", y una capa exterior, de espesor y naturaleza variables, cuya misión principal es la protección del alambre. El núcleo zunchado, sin el revestimiento exterior, se denomina primario.

- **Presión de diseño, DP** (Design Pressure): presión máxima de funcionamiento (en régimen permanente) de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones, pero excluyendo el golpe de ariete.
- Presión máxima de diseño, MDP (Maximum Design Pressure): presión máxima de funcionamiento de la red o la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones e incluyendo golpe de ariete; se designa MDPa, cuando se fije previamente el golpe de ariete admitido; y MDPc cuando el golpe de ariete sea calculado.
- **Presión de prueba de red, STP** (System Test Pressure): presión hidrostática aplicada a una conducción recientemente instalada de forma que se asegure su integridad y estanqueidad. La presión de prueba de la red se calcula a partir de la presión máxima de diseño (MDP).
- **Presión de prueba en fábrica, PP**: presión hidráulica aplicada, durante un periodo de tiempo relativamente breve, a un tubo con el fin de verificar su integridad, su estanqueidad y/o su concepción.
- **Presión de funcionamiento, OP** (Operating Pressure): presión interna que aparece en un instante dado en un punto determinado de la red de abastecimiento de agua.
- **Presión de servicio, SP** (Service Pressure): presión interna en el punto de conexión a la instalación del consumidor, con caudal nulo en acometida.
- **Presión de funcionamiento admisible, PFA**: presión hidrostática máxima que un componente es capaz de soportar de forma permanente en servicio.
- **Presión máxima admisible, PMA**: presión máxima, incluido golpe de ariete, que un componente es capaz de soportar en servicio.
- **Presión de prueba en obra admisible, PEA** (Pression d'Épreuve Admissible sur Chantier/Allowable Site Test Pressure): presión hidrostática máxima que un componente recién instalado en obra es capaz de soportar, durante un periodo de tiempo relativamente corto, con objeto de asegurar la integridad y la estanqueidad de la conducción.

El fabricante deberá tener los certificados ISO, UNE EN 9001, 14001 y 45001 de gestión, medioambiente y seguridad.

De manera general, los materiales utilizados, el procedimiento de fabricación, los cálculos constructivos, la manipulación, el transporte hasta pie de obra y las pruebas tanto en fábrica como en obra, deberán cumplir la "Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado" de septiembre de 2007 y las normas UNE-EN 639:1995, UNE-EN 641:1995 y UNE-EN 642:1995.

La empresa fabricante de la tubería deberá poseer Documento de Idoneidad Técnica (DIT) para la fabricación de tubos de hormigón armado con camisa de chapa en vigor emitido por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001, en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y cumplirá el control de calidad que se expone a continuación, así como todas las especificaciones contenidas en las normas UNE-EN 639, UNE-EN 641 y UNE-EN 642. El fabricante aportará con el primer envío 3 unidades completas o 3 probetas de tamaño suficiente de cada tipo de tubería para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

#### SISTEMAS DE UNIÓN

Los sistemas de unión serán junta soldada o enchufe – campana mediante junta elástica, en función del diámetro nominal de la tubería y la zona de instalación o ubicación específica de la misma, según las descripciones de las unidades de obra del presupuesto y de los planos del Proyecto, extractando de éstos:

Para la tubería DN 1.600 mm, de cualquier timbraje, la unión de la tubería será enchufe – campana mediante **junta elástica doble**.

Para el caso especial de pasos debajo de las carreteras se empleará tubería de hormigón postesado con camisa de chapa con unión por sistema de junta soldada en vez de tener unión por junta elástica.

#### PIEZAS ESPECIALES:

Las piezas especiales tales como codos, derivaciones a ventosa, derivaciones a desagüe y entronque a válvulas deberán cumplir las especificaciones incluidas en el apartado 3.16.6.

Para el caso de la pieza especial en el enlace del tramo de tubería de abastecimiento y ramal T-0 de la red de riego, será de acero, debiendo cumplir los requisitos del apartado de este pliego referente a las Piezas especiales metálicas.

### 3.16.2 MATERIALES

#### CEMENTO

El cemento, en general, será de los tipos siguientes:

- Portland
- Resistente a los sulfatos y/o al agua de mar

En los casos en que el contenido de sulfatos, expresado en  $SO_4$  exceda de 600 mg/l en el agua, o de 3.000 mg/kg en el terreno, habrá que recurrir a los cementos resistentes a los sulfatos, que, en el vigente Pliego Generales para la recepción de cementos, se designan como cementos SR.

Si el contenido de sulfatos expresado en  $SO_4$  exceden de 6.000 mg/l en el agua o de 12.000 mg/kg en el terreno, es indispensable aplicar sobre el tubo una protección adicional a base de una pintura bituminosa tipo brea-epoxi con un consumo de 0,3 kg/m<sup>2</sup>.

El cemento satisfará las condiciones exigidas en el presente Pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos (RC).

Cualquier tipo de cemento que se emplee deberá tener un contenido de aluminato tricálcico ( $3CaO \cdot Al_2O_3$ ) del clinker inferior al 8%.

#### ÁRIDOS

La naturaleza de los áridos, su preparación y granulometría son tales que permiten garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón.

El árido empleado en la fabricación del hormigón de los tubos cumple las condiciones exigidas en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

Se comprobará asimismo el tamaño máximo del árido, de acuerdo con las consideraciones indicadas para los áridos en dicha Instrucción y las prescritas por las normas UNE-EN 641 (tubos de presión de hormigón armado con camisa de chapa), y UNE-EN 642 (tubos de hormigón postesado con camisa de chapa).

El fabricante establecerá la serie de áridos a utilizar, para hacerlos compatibles con el proceso de fabricación del hormigón con el fin de alcanzar la resistencia a compresión óptima. La resistencia a abrasión y dureza de los áridos tiene mucha importancia en los estudios de durabilidad de las tuberías de hormigón, así, por ejemplo, la utilización de áridos con alta densidad y dureza produce hormigón con gran resistencia a la abrasión.

Se prohíbe el uso de escorias siderúrgicas, así como el de aquellos áridos que contengan piritas o cualquier tipo de sulfuros.

## AGUA

El agua, tanto la empleada en el amasado como en el curado del hormigón de los tubos, son las sancionadas como aceptables por la práctica.

Cuando no se posean antecedentes, o en caso de duda, el agua deberá ser analizada, y cumplirá las condiciones exigidas en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

Se prohíbe el empleo de agua de mar.

En el caso de emplearse agua potable no es necesario hacer ensayos.

## HORMIGONES Y MORTEROS

Se estudia la composición de los hormigones y morteros con el fin de conseguir la impermeabilidad, resistencia y durabilidad exigidas.

Los hormigones y morteros de los tubos de hormigón armado o pretensado cumplen las condiciones exigidas en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

El contenido de ión cloro del hormigón, determinado por cálculo, no podrá ser superior a los valores de la siguiente tabla, expresados en % de la cantidad de cemento.

Máximo contenido de ion cloro en el hormigón	
Tipo de hormigón	% de ion cloro sobre la masa de cemento
Tubos de hormigón armado	< = 0,4 %
Tubos de hormigón postesado	< = 0,2 %

Se emplearán dosificaciones de cemento ajustadas a lo expuesto en las normas UNE-EN 641 y UNE-EN 642. La resistencia característica a compresión del hormigón a veintiocho días, en probeta UNE cilíndrica de 15 x 30, no deberá ser inferior a 35 N/mm<sup>2</sup>.

Si se utiliza hormigón autocompactante para la fabricación de tubos de hormigón armado o postesado, los materiales utilizados serán los mismos que en el hormigón convencional, pudiendo incluir además aditivos superplastificantes que cumplan la Norma UNE-EN 934-2:2010+A1:2012. En su caso, este hormigón cumplirá las exigencias que para él se especifiquen en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

## CHAPA DE ACERO PARA LAS CAMISAS

Pueden emplearse para la fabricación de camisas de los tubos, como mínimo, las chapas definidas como tipo S-235 JR en la norma UNE-EN 10025. La consideración en el cálculo de un límite

elástico del acero superior a 210 MPa deberá justificarse debidamente. A continuación, se transcriben las características definidas en la citada norma del acero S-235 JR.

Composición química							
Designación	% C max para espesor en mm		Mn	Si	P	S	N
	≤ 16	>16 ≤40	%	%	%	%	%
S 235 JR	0,21	0,25	1,5	-	0,055	0,055	0,011

Características mecánicas				
Designación	Límite elástico mínimo N/mm <sup>2</sup>		Resistencia a la tracción N/mm <sup>2</sup>	
	s/espesor nominal en mm		s/espesor nominal en mm	
	≤ 16	>16 ≤40	< 3	≥3 ≤100
S 235 JR	235	225	360-510	340-470

### ARMADURAS PASIVAS

El acero para armaduras cumplirá con las normas nacionales que sean transcripción de las Normas EN, cuando existan.

En la armadura principal (transversal) se utilizarán barras o alambres corrugados. En la armadura auxiliar (longitudinal) se utilizarán aceros lisos.

Los diámetros a utilizar serán 6, 8, 10, 12 mm.

### ADITIVOS

Cumplirán las especificaciones de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

### PINTURAS

En los casos en que la tubería se encuentre en un ambiente muy agresivo, es posible el uso de pinturas y revestimientos protectores como alternativa para resistir el ataque de ácidos o cloruros. Puesto que no es normal que una tubería se encuentre en condiciones de exposición muy agresivas, es necesaria la realización previa de un estudio económico que incluya un análisis de las condiciones de servicio de la conducción y de los factores agresivos detectados.

Asimismo, es necesario un estudio acerca de la posibilidad de reducción de la agresividad del entorno, como por ejemplo, mediante el control de la cantidad de sulfuros que circulan por la red. También se puede tratar de mejorar la durabilidad del hormigón para prevenir los efectos de

agresiones concretas, como por ejemplo, ante un posible ataque de ácidos, aumentando la alcalinidad total del hormigón.

El uso de tratamientos protectores específicos de sellado de la superficie de la tubería debería limitarse a aquellos casos en los que se presente la mejor relación eficacia/coste para poder cumplir las exigencias de durabilidad.

Una primera división de este tipo de tratamientos puede hacerse atendiendo al espesor de la capa aplicada sobre el tubo. Así se distingue entre tratamientos de pequeño espesor (o pinturas), los cuales se aplican normalmente con brocha, pistola o rodillo, variando el grosor del tratamiento entre 0,25 mm y 1,2 mm y tratamientos gruesos (o recubrimientos), de espesor superior a 1,2 mm; su uso es diferente dependiendo del tipo de protector.

Si se usan pinturas es fundamental lograr una adherencia correcta y uniforme al hormigón, si se quieren conseguir buenos resultados a largo plazo. Por ello es necesaria una preparación cuidadosa de la superficie de hormigón sobre la que se desea aplicar el tratamiento. Las pinturas utilizadas van desde resinas epoxi hasta productos bituminosos como betunes y alquitranes. Los materiales bituminosos son utilizados en la mayoría de los casos como recubrimientos exteriores, a fin de sellar la tubería contra ataques producidos por cloruros.

Los revestimientos protectores de espesor grueso –superior a 1,2 mm– son bastante más caros, pero proporcionan una protección más duradera. Para este tipo de revestimiento existen dos materiales de uso común: morteros de resina epoxi y láminas de cloruro de polivinilo.

### **PINTURA DE CABEZALES**

Los cabezales destinados a unión elástica deberán ser tratados con una pintura epoxi adecuada para contacto con alimentos que garantice la perfecta conservación de los mismos durante la vida útil de la conducción. Para ello, se someterá a la pletina de acero, previamente a la aplicación de la pintura, a un chorreo con arena hasta un grado ISO-Sa2 que garantice una adecuada preparación de la superficie.

Una vez efectuada la preparación de la superficie, es preciso tratarla con una imprimación epoxi anticorrosiva. Es muy importante la adecuada elección del producto ya que, si la imprimación pierde adherencia o falla, arrastrará a todo el sistema de pintado aplicado sobre ella por lo que deberá reunir dos requisitos fundamentales: por una parte, adherencia que sirva de base de anclaje para las capas posteriores, y por otra, compatibilidad con las pinturas que sobre ella se apliquen.

Finalmente, se aplicará la pintura de terminación o acabado que deberá ser una pintura epoxi adecuada para contacto con alimentos sin disolvente. Se aplicará un mínimo de dos o tres capas, según

sea necesario hasta alcanzar un espesor total mínimo de 120 micras. La función de estas capas es rellenar el sistema aportando espesor y al mismo tiempo, proteger contra las agresiones externas.

#### MATERIALES ELASTOMÉRICOS PARA JUNTAS

Cuando el caucho sea utilizado para juntas de conducciones de agua potable, no contendrá sustancias capaces de alterar las propiedades organolépticas del agua, ni sustancias tóxicas extraíbles y cumplirá la normativa vigente de materiales en contacto con agua potable.

El caucho, utilizado en las juntas de estanquidad, deberá cumplir el siguiente cuadro de características, de acuerdo con la norma UNE-EN 681-1.

Características del Caucho							
Propiedad	Unidad	Requisito para la clase					
		40	50	60	70	80	88
Dureza nominal preferida	IRDH	40	50	60	70	80	88
Margen de dureza nominal	IRDH	36 a 45	46 a 55	56 a 65	66 a 75	76 a 84	85 a 91
Requisitos generales							
Tolerancias admisibles sobre la dureza especificada	IRDH	±5	±5	±5	±5	±4	±3
Alarg. de rotura mínimo	%	400	375	300	200	125	100
Deformación remanente por compresión: después de 70 h a la temperatura normalizada de laboratorio, máximo después de 22 h a 70º, máximo	%	12	12	12	15	15	15
		25	25	25	25	25	25
Envejecimiento: cambio respecto a los valores originales después de 7 días en aire a 70ºC	IRDH	-5 a +8			-5 a +8		±5
Dureza, máximo	% orig.	-20			-20		-20
Resistencia a la tracción, máximo	% orig.	-30 a +10			-40 a +10		-40 a +10
Alargamiento en la rotura, máximo							
Inmersión en agua: cambio de volumen después de 7 días de inmersión en agua destilada o desionizada, a 70ºC, máximo	%	0 a +8					
Relajación de esfuerzos a compresión después de 7 días a la temperatura normalizada de laboratorio, máximo.	%	16			18		

### 3.16.3 FABRICACIÓN

#### TIPOS DE FABRICACIÓN

Los tubos se fabricarán en instalaciones debidamente preparadas para poder cumplir las prescripciones exigidas en el presente pliego.

La fabricación puede hacerse por centrifugación, por compresión radial, por vertido en moldes verticales y vibración, por regla vibrante, por proyección, por empleo de hormigón autocompactable, por combinación de cualquiera de estos métodos, o por algún otro autorizado por el Director de Obra.

### **MOLDES**

Los moldes tendrán una resistencia y rigidez suficientes para soportar, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, las acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado, y especialmente bajo las presiones del hormigón fresco o los efectos del método de compactación utilizado.

Los moldes serán suficientemente estancos para impedir pérdidas apreciables de lechada, habida cuenta del modo de compactación previsto.

Las superficies interiores de los moldes aparecerán limpias y lisas en el momento del hormigonado.

Al objeto de facilitar el desmoldeo de los tubos, se podrán usar desencofrantes, con las debidas precauciones, para evitar posibles efectos perniciosos.

El desmoldeo no deberá iniciarse hasta que el hormigón tenga la madurez suficiente para evitar daños a los tubos.

Se cuidará la correcta disposición de los moldes, tanto en la fase previa al hormigonado como durante el vertido y compactación del hormigón, para cumplir las tolerancias geométricas establecidas.

### **CAMISAS DE CHAPA**

Las camisas de chapa, cuando se empleen en la fabricación de los tubos, tendrán un espesor mínimo de 1,5 mm, serán cilíndricas, con soldaduras transversales y longitudinales o bien helicoidales, hechas a tope o por solapo, con una resistencia a tracción mayor o igual a la de la chapa de acero. Se recomienda que el número de soldaduras de la camisa sea el menor posible.

La empresa fabricante dispondrá de soldadores homologados.

De las camisas, antes de ser colocadas en los moldes, se eliminará aceite, grasa, petróleo, o cualquier materia extraña que pueda perjudicar la adherencia con el hormigón.

Se cuidará la correcta disposición de la camisa dentro del molde, tanto en la fase previa al hormigonado como durante la colocación y compactación del hormigón, para cumplir las tolerancias geométricas establecidas.

### **JAULAS DE ARMADURA PASIVA**

Las armaduras pasivas se dispondrán en una o más capas cilíndricas, separadas convenientemente, formadas por barras transversales, arrolladas, generalmente en forma helicoidal, sobre barras longitudinales o sobre la camisa de chapa que les sirven de soporte.

La hélice será lo más continua posible. Sus empalmes estarán soldados a tope por resistencia eléctrica o por solapo al arco eléctrico, y en cualquier caso, la soldadura resistirá tanto como las barras.

Se cuidará especialmente la elaboración de la armadura transversal, para que sus espiras tengan una separación uniforme y una continuidad en su desarrollo.

Las generatrices se sueldan a las espiras en todos sus puntos de cruce.

En caso de disponerse armaduras longitudinales adicionales, éstas podrán sujetarse por soldadura o atado en los puntos que sea necesario para garantizar su correcta disposición.

Las distancias entre las barras, así como las longitudes de anclaje y de solapo, cumplirán las prescripciones establecidas en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

La jaula de armadura pasiva debe incorporar un mínimo de generatrices con el fin de evitar una configuración poligonal, debiendo aumentarse su número conforme sea necesario, para que la separación entre cada dos generatrices contiguas no sobrepase los 450 mm en la parte cilíndrica de la jaula.

La distancia máxima entre dos espiras adyacentes de la armadura transversal no excederá de 1,5 veces el espesor de la pared, sin sobrepasar los 100 mm.

La distancia libre entre alambres circunferenciales, no será menor de 1,25 veces el tamaño máximo del árido, o de 12 mm, cualquiera que sea el valor mayor.

Se cuidará la correcta disposición de las armaduras, tanto en los moldes como durante el vertido y compactación del hormigón, para que el eje de cada capa de armaduras cumpla la tolerancia establecida.

### **HORMIGONADO**

El transporte, colocación y compactación de hormigón o mortero se realizará de acuerdo con las prescripciones establecidas en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

Se cuidará especialmente el hormigonado en tiempo frío, en tiempo caluroso y bajo lluvia, de acuerdo con la citada Instrucción.

La colocación del hormigón o mortero se efectuará en la forma más continua posible y no se admitirán juntas de hormigonado.

En los tubos centrifugados, se regulará la duración y velocidad de la centrifugación, para conseguir una distribución uniforme del hormigón y producir una superficie interior cilíndrica, lisa y compacta.

La compactación por vibración será uniforme en todo el tubo.

### **CURADO DEL HORMIGÓN**

Durante el fraguado, primer período de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de su humedad, mediante las medidas adecuadas que constituirán el proceso de curado.

El curado de los tubos de hormigón armado con camisa de chapa, podrá realizarse por métodos acelerados de curado, como es el curado por calor, y en particular, el curado a vapor saturado a presión atmosférica.

Este tipo de curado se realizará colocando los tubos en cámaras, cajas u otros recintos estancos, que protejan al hormigón de las corrientes de aire y tengan un tamaño suficiente para permitir una perfecta circulación del vapor por los paramentos interior y exterior del tubo.

Cuando se utilice este procedimiento, hay que controlar adecuadamente las curvas de subida y bajada progresiva de la temperatura, con el fin de evitar que el hormigón sufra choques térmicos y desecaciones o excesivas condensaciones.

El tiempo del ciclo de curado al vapor depende de varios factores como el tamaño del tubo, la temperatura exterior y los medios de curado, prolongándose hasta que se ha alcanzado la resistencia necesaria para su manipulación.

El curado de los tubos también podrá realizarse por cualquier procedimiento que mantenga continuamente húmedas sus superficies interior y exterior, como son la inmersión, el riego directo que no produzca deslavado, o el riego indirecto, a través de un material adecuado, capaz de retener la humedad y que no contenga sustancias nocivas para el hormigón.

### **3.16.4 ESPEORES Y RECUBRIMIENTOS**

#### **ESPEOR Y RECUBRIMIENTO INTERIOR**

Espesor mínimo teórico del revestimiento interior  $t_{\text{mín}}$ , incluida la camisa de chapa.

<i>dn/di</i>	<i>t<sub>mín</sub></i> (mm)	<i>timín</i> (mm)
500	55	20
600	60	20
700	65	20
800	70	20
900	75	20
1.000	80	20
1.100	85	25
1.200	95	25
1.300	105	25
1.400	110	25
1.500	115	25
1.600	125	25
1.800	140	30
2.000	155	40
2.200	170	40
2.400	185	45
2.500	195	45
2.600	200	45
2.800	215	45
3.000	220	45
3.200	230	45
3.500	250	50

En la sección del enchufe macho del tubo, la forma de la boquilla puede reducir el recubrimiento respecto a esta tabla, debiendo mantenerse el diámetro interior.

### RECUBRIMIENTO EXTERIOR

El recubrimiento mínimo sobre los aceros será el mayor de los dos valores siguientes:

1,25 veces el tamaño máximo del árido o:

- 15 mm para los tubos de  $d_i < 800$  mm
- 20 mm para los tubos de  $d_i > 800$  mm

### 3.16.5 TOLERANCIAS

#### DIÁMETRO INTERIOR DEL TUBO

<i>d<sub>i</sub></i>	Tolerancia media mm	Tolerancia del valor individual mm
----------------------	---------------------	------------------------------------

$d_i \leq 500$	$\pm \frac{20d_i}{1000}$	$\pm \frac{40d_i}{1000}$
$500 < d_i < 1200$	$\pm \left( 6 + \frac{5d_i}{1000} \right)$	$\pm \left( 12 + \frac{d_i}{100} \right)$
$d_i \geq 1200$	$\pm 12$	$\pm 24$

#### ESPESOR DE LA PARED DEL TUBO

El espesor de pared no será inferior al espesor teórico disminuido en el mayor de los valores siguientes: 5% del valor teórico, o 5 mm. El fabricante establecerá el espesor de pared para cada tipo de diseño dado.

#### OVALIZACIÓN DEL TUBO EN LA ZONA DE JUNTA

Las dimensiones de la unión (extremos de tubos) cumplirán las especificaciones de diseño y tolerancias que deberán figurar en la documentación técnica del fabricante, y permitirán satisfacer los requisitos relativos a la estanquidad de la unión.

Para juntas elásticas la diferencia entre los diámetros máximo y mínimo no debe exceder del valor mayor de:

- 0,5 % del diámetro nominal
- 5 mm

El desarrollo de la circunferencia de la superficie interior de la boquilla hembra, no excederá del desarrollo de la circunferencia exterior de la boquilla macho, en más de:

- 5 mm para las juntas de estanquidad cuyo diámetro (o el lado menor del rectángulo circunscrito) es inferior a 17 mm
- 6,5 mm para las juntas de estanquidad cuyo diámetro (o el lado menor del rectángulo circunscrito) es igual o superior a 17 mm

Para junta soldada las tolerancias sobre los desarrollos de las boquillas terminadas se indican en la tabla siguiente:

Tolerancias sobre las longitudes desarrolladas en mm		
Todos los diámetros	Boquilla hembra	Boquilla macho
		8,5 -1,5

Las tolerancias de ovalización de la superficie interior de la boquilla hembra y la superficie exterior de las boquillas macho, son las indicadas en la tabla siguiente:

Tolerancias respecto al diámetro nominal de la boquilla en mm para junta soldada		
$d_i$	Boquilla hembra	Boquilla macho
$\leq 1500$	+7 -3	+3 -7
$> 1500$	+10 -5	+5 -10

#### DIMENSIONES DE LA CAMISA DE CHAPA Y DE LA JAULA DE ARMADURAS

En la camisa de chapa se medirá el perímetro externo. La diferencia de desarrollo respecto a la teórica no será superior a  $\pm 10$  mm.

En las jaulas de armadura la diferencia entre los diámetros máximo y mínimo de armadura no debe ser superior a 10 mm para tubos de diámetro nominal menor o igual a 1000 mm y al 1% del diámetro nominal en diámetros superiores.

El diámetro medio de las jaulas no se diferenciará del teórico en más de 5 mm para tubos de diámetro nominal menor o igual a 1000 mm y el  $\pm 5\%$  del espesor nominal en los diámetros mayores.

#### LONGITUD

Se seguirán los criterios siguientes:

- La longitud teórica interior del cuerpo cilíndrico, es especificada por el fabricante y está sujeta a una tolerancia de  $\pm 10$  mm para los elementos rectos y de  $\pm 20$  mm para los otros elementos.
- La longitud útil teórica especificada por el fabricante, es igual a la longitud teórica interior del cuerpo cilíndrico incrementada en la holgura de junta existente entre el extremo macho y el fondo de la hembra. La holgura de junta debe tener una tolerancia ( $\pm$ ) especificada por el fabricante para el caso de tendido recto y para el caso de deflexión angular.

La relación entre la longitud útil teórica y el  $d_i$  expresado en mm, de un tubo no excederá de 21.

#### JUNTAS DE MOLDES

La tolerancia para las juntas de moldes será tal que el resalto que origine en el paramento de hormigón del tubo no exceda de 5 mm. Si se sobrepasa este valor máximo, deberá repasarse la junta, especialmente en el caso de núcleos de tubos de hormigón postesado, para lograr la aplicación directa del alambre de pretensar, en toda su longitud, sobre la superficie exterior del hormigón del núcleo.

#### ALAMBRES DE PRETENSAR Y DE ARMAR

Los aceros de pretensar cumplirán las especificaciones de la Norma UNE 36094 relativas a masa y sección transversal recta.

Los aceros de armado cumplirán las especificaciones de las Normas UNE 36065, UNE 36068, UNE 36099, o normas equivalentes que las sustituyan en el futuro, relativas a masa, sección transversal, separación y altura de corrugas.

#### TENSIÓN DE ZUNCHADO

La tensión media será al menos igual a la tensión de cálculo. Las fluctuaciones normales de tensión, no variarán con relación a la media en más del 10%, y no más del 5% de las espiras podrán tener fluctuaciones instantáneas que excedan de la desviación permitida del 10%.

#### RECTITUD DE GENERATRICES:

Las generatrices interiores de los tubos no presentarán una desviación superior al mayor de los valores siguientes:

- 0,5% de la longitud interna del tubo
- 5,0 mm

#### ORTOGONALIDAD DE EXTREMOS

El descuadre máximo admisible en los extremos de los tubos será de  $0,02 d_i$ , con un mínimo de 10 mm pero sin superar en ningún caso los 20 mm.

### 3.16.6 CALCULO MECÁNICO DE LA TUBERÍA

Las acciones básicas que deben considerarse en los tubos de hormigón armado, dado el tipo de elemento estructural que es el tubo, y su forma de fabricación y colocación, son las acciones directas, a las que hay que añadir las acciones debidas al proceso de fabricación, cuando se trate de tubos de este tipo o de compresión longitudinal cuando sean tubos para hincar. Las acciones indirectas, con una cuidadosa fabricación y colocación de los tubos, son muy secundarias frente a las anteriores, y normalmente no se consideran en el cálculo (salvo las acciones reológicas).

Las acciones directas que deben tenerse en cuenta en función del tipo de tubo y del método de dimensionamiento, son las siguientes:

- Peso propio
- Carga de fluido

- Cargas verticales del relleno
- Cargas concentradas
- Cargas uniformemente distribuidas en superficie
- Empuje lateral
- Presión de diseño (DP)
- Presión máxima de diseño (MDP)
- Presión de prueba de red (STP)
- Presión de prueba en fábrica (PP)
- Toda fuerza resultante de la instalación o de sus consecuencias, incluyendo el caso de los tubos sobre soportes aislados
- Acciones debidas a temperaturas
- Efecto de empujes

En la determinación de las cargas verticales del relleno se diferencia entre la tubería situada en zanja, en zanja terraplenada o en terraplén. Un tubo está instalado en zanja cuando la cota de la generatriz superior del tubo esté situada por debajo de la rasante del terreno natural. Un tubo está instalado en zanja terraplenada cuando sobre la zanja que hay que rellenar se efectúa un terraplén. Un tubo está instalado en terraplén según que la cota de la generatriz superior del tubo este situada por encima de la rasante del terreno natural.

Para el cálculo de las cargas verticales que producen los rellenos, se sigue la teoría de Marston. Este método considera la compactación del relleno lateral, el peso del relleno, y las fuerzas de rozamiento que se originan en el mismo, y que producen aumento o disminución del peso del relleno que gravita directamente sobre el tubo, en función del tipo de colocación.

Las cargas concentradas se aplican con los coeficientes de impacto correspondientes.

El empuje lateral será de tipo activo.

Las reacciones de apoyo serán de tipo radial, uniformes, en el caso de cama granular, y triangulares, con valor nulo en la sección de base, en el caso de cama de hormigón.

Como esquema estructural, se asimila la sección transversal del tubo a un arco elástico. Se considera media sección transversal del tubo, supuesta empotrada en la base y con empotramiento deslizando en la clave.

Los esfuerzos transversales producidos por cada una de las acciones que actúan sobre el tubo, se obtienen por superposición de dos estados: el de esa acción y el de su reacción sobre el apoyo.

El apoyo de la tubería sobre cama granular o de hormigón se supone continuo en sentido longitudinal y transversal.

La presión interna produce un esfuerzo axial de tracción. Para el cálculo de dicho esfuerzo, se admite, como simplificación, utilizar la expresión correspondiente a los tubos de pared delgada.

El dimensionamiento transversal de los tubos de hormigón armado con camisa de chapa se indica a continuación:

Los tubos serán calculados para soportar los esfuerzos de tracción y de flexión que resulten de cada una de las condiciones siguientes:

- una combinación de la presión máxima de diseño (MDP) y de las cargas fijas
- una combinación de la presión de diseño (DP) y de las cargas fijas y móviles
- presión de prueba en fábrica (PP)
- una combinación de la presión de prueba de red (STP) y cargas fijas
- correspondientes a 1 metro de tierra sobre clave
- una combinación de cargas fijas y móviles sin presión

Los estados límites de rotura y fisuración controlada se comprueban en las secciones de base, riñones y clave, de acuerdo con sus respectivas solicitaciones.

Se adoptan como cuantías de chapa y de armadura transversal los valores máximos obtenidos para el interior y el exterior de las mencionadas secciones, respectivamente. Las armaduras se calculan por el método simplificado del momento tope.

Con el fin de estar en buenas condiciones respecto al estado límite de fisuración controlada, se limita:

- La tensión en el acero, no excederá de los dos tercios del límite elástico más bajo de los aceros empleados en el diseño.
- Los diámetros de las armaduras, los espesores de chapa y las cuantías.

### 3.16.7 PIEZAS ESPECIALES

Las piezas especiales tales como codos, derivaciones a ventosa, derivaciones a desagüe y entronque a válvulas deberán cumplir las especificaciones incluidas a continuación:

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Deberán de ser piezas fabricadas a base de una camisa de chapa revestida interior y exteriormente por sendas capas de características similares a las de la propia tubería.

- Chapa: según UNE EN 10025
- Acero corrugado: B-500 S ó B-500 SD
- Alambre liso: carga de rotura  $\geq 18.000 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia Característica Hormigón:  $> 35 \text{ MPa}$

Las derivaciones a ventosa serán utilizadas como entrada de hombre para mantenimiento de la tubería con una dimensión de 800 mm. El carrete acero soldado en la derivación será de acero ST37 (S-235JR) de 8 mm de espesor con revestido interior y exterior de epoxy 200 micras.

#### FABRICACIÓN

Las uniones soldadas, han de ser efectuada por soldadores homologados con certificación vigente, de acuerdo con el espesor de chapa, tipo de electrodo y posición de soldeo.

La estanquidad de las soldaduras se comprobará mediante líquidos penetrantes. Se comprobarán el 100 % de las soldaduras.

#### CONTROL DE CALIDAD

- Se hará entrega de un albarán con la identificación de la/s pieza/s del plano con cada pieza.
- Relación de soldadores, con copia del Certificado de homologación.
- Certificados de calidad de los materiales empleados:

##### Chapa:

- Certificado de calidad de los análisis químicos
- Resultados de los ensayos mecánicos según UNE EN 10025

##### Material de soldadura:

- Certificado de ensayos, con los análisis químicos, características mecánicas, nº de lote y de fabricación.

##### Acero corrugado y mallas para armaduras:

- Documentación correspondiente al Marcado CE de los productos de construcción s/ RD 1630/1992 de 29-dic.
- Certificados de ensayos por colada

##### Áridos:

- Certificado de conformidad CE emitido por organismo acreditado
- Declaración de conformidad CE emitido por el fabricante

##### Cemento:

- Certificado de AENOR del producto
- Certificado de evaluación estadística de la producción

Con cada pieza:

- Resistencia a 7 días del hormigón

- Resistencia característica del hormigón

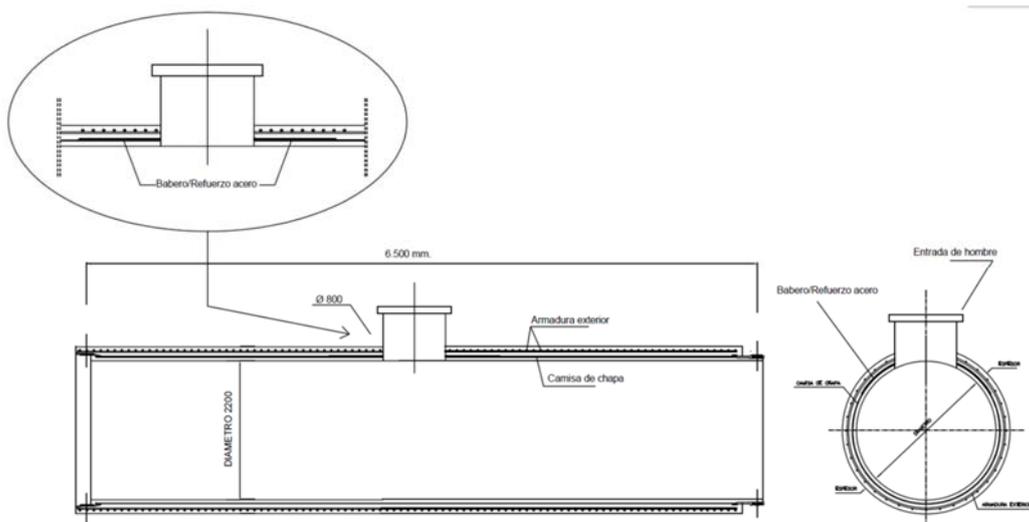
Con cada pieza:

- Certificados de sistema de gestión de calidad ISO 9001 del proveedor de piezas
- Certificados de sistema de gestión de calidad ISO 9001 de los suministradores de materiales (si se dispone): cementos, áridos, chapa, acero corrugado para armaduras, material de soldadura
- Trazabilidad de la chapa, y aceros corrugados con las piezas fabricadas con estos materiales

Con cada pieza:

- Resultados de los PPI y PE especificados en el apartado de Fabricación Máximo 15 días después del suministro de la pieza

Detalle de salida de ventosa de 800 mm (entrada de hombre):



### 3.16.8 CONTROL DE MATERIALES

En esta Instrucción se establece con carácter preceptivo el control de la calidad de los materiales componentes del hormigón, del propio hormigón y de los aceros, tanto de la chapa como de la armadura pasiva y de la armadura activa, así como del material empleado en las juntas. El fin del control es verificar las características de calidad de los diferentes materiales que intervienen en la fabricación del tubo y en sus juntas.

## CEMENTO

La periodicidad de los ensayos será la siguiente:

a) Al comenzar el hormigonado de una serie de tubos, que no presente la debida continuidad con otra anterior, bien sea por:

- Comienzo de la fabricación
- Cambio del suministrador del cemento o de las condiciones de suministro
- Cambio del tipo, clase o categoría del cemento

b) Durante la fabricación:

- Bimensualmente, si se consumen menos de 1.000 t por mes
- Mensualmente, si se consumen más de 1.000 t por mes

La toma de muestras se realizará según se indica en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

Si el cemento empleado en la fabricación del hormigón de los tubos está en posesión del marcado CE y de un distintivo de calidad de carácter voluntario oficialmente reconocido, está exento de realizar los ensayos para la recepción.

Si solamente tuviera el marcado CE se realizarán trimestralmente ensayos de identificación:

- Resistencias mecánicas a 2 y 28 días.
- Determinación de pérdida por calcinación.
- Determinación de componentes (del clínker).

De acuerdo con la RC-16, por cada lote de cemento suministrado se conserva una muestra preventiva de cemento al menos durante 100 días.

En caso de no disponer del sello de calidad, en los ensayos se determinarán, los valores de pérdida de calcinación, residuo insoluble, contenido de sulfatos, contenido de cloruros, principio y fin de fraguado, estabilidad de volumen, resistencia a compresión; y sus resultados satisfarán los límites fijados para el tipo, clase y categoría del cemento ensayado, en la citada Instrucción para la recepción de cementos vigente. Si el cemento dispone del sello de calidad será suficiente con el Certificado de Ensayos emitido por el fabricante proveedor.

Si algún resultado de los ensayos efectuados, una vez confirmado por el oportuno contra ensayo, no cumple la especificación correspondiente, ello será motivo suficiente para el rechazo de la partida de cemento. Si este cemento se hubiese empleado en la fabricación de algún tubo, se deberá comprobar la idoneidad del mismo.

## AGUA

Se cumplirá lo establecido en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

### **ÁRIDOS**

La periodicidad en los ensayos será la siguiente:

a) Al comenzar el hormigonado de una serie de tubos, que no presente la debida continuidad con otra anterior, bien sea por:

- Comienzo de la fabricación, si no se poseen antecedentes.
- Cambio de la procedencia de los áridos, si no se poseen antecedentes.
- Sospecha de variación en sus características.

b) Durante la fabricación:

- Semestralmente; si bien mensualmente se comprobarán las granulometrías, los finos y el equivalente de arena.

En los ensayos se determinarán los valores de las características exigidas; y sus resultados cumplirán los límites que se fijan en la Instrucción de Hormigón Estructural.

Si algún resultado, una vez confirmado por el oportuno contra ensayo, no cumple la especificación correspondiente, ello será motivo suficiente para el rechazo del árido. Si este árido se hubiese empleado en la fabricación de algún tubo, se deberá comprobar la idoneidad del mismo.

### **ADITIVOS**

Se exigirán a las casas suministradoras certificados de control de calidad relativos a las características que deban cumplir. Durante la fabricación se comprobará que se mantienen sus características, las cuales cumplirán las especificaciones fijadas para ellas en la Instrucción de Hormigón Estructural.

Si no cumplen alguna especificación, una vez confirmado este extremo mediante los oportunos ensayos y contra ensayos, ello será motivo suficiente para el rechazo del aditivo. Si este aditivo se hubiese empleado en la fabricación de algún tubo, se deberá comprobar la idoneidad del mismo.

### **CONTROL DEL HORMIGÓN**

Resistencia a compresión a 28 días de al menos tres probetas, cilíndricas o cúbicas diarias.

### **CONTROL DE LA ARMADURA PASIVA Y ACTIVA**

El control de las partidas de acero se regulará de acuerdo con la vigente Instrucción de Hormigón Estructural. El nivel de control será normal.

Se recomienda utilizar acero con distintivo de Conformidad, AENOR o cualquier otro sello de calidad homologado en un país miembro de la UE que tenga un nivel de seguridad equivalente.

#### **CONTROL DE LA CHAPA DE ACERO**

Se exigirá de las casas suministradoras los certificados de control de calidad, relativos a las características que deben cumplir.

Se recomienda utilizar acero con distintivo de Conformidad, AENOR o cualquier otro sello de calidad homologado en un país miembro de la UE que tenga un nivel de seguridad equivalente.

Se procederá, al comienzo de la fabricación, y por cada lote de 50 t, a la realización de los ensayos necesarios para comprobar las características exigidas.

#### **3.16.9 CONTROL DE LA FABRICACIÓN**

Es preceptivo el control de calidad de la fabricación de los tubos. El fin del control es verificar las características de calidad durante las diferentes fases de la fabricación. El control será el definido como intenso en la Instrucción de Hormigón Estructural. Para el control de las diferentes fases se establecerán las correspondientes marcas de identificación en los elementos constitutivos del tubo, a medida que superen los controles que se indican en los restantes artículos de este capítulo.

#### **CONTROL DE LAS CAMISAS DE CHAPA**

Los controles que se efectúan son los siguientes:

- Comprobación del espesor de la chapa de la camisa y de las boquillas.
- Comprobación del diámetro y longitud de la camisa.
- Prueba de presión interior, mediante la introducción de una presión que produzca en la chapa una tensión igual al valor máximo supuesto en el cálculo. Cuando, por el elevado espesor de la chapa, no sea posible alcanzar estas presiones, el ensayo puede realizarse a la máxima presión que pueda dar el equipo de prueba que, como mínimo, debe ser la que produciría una tensión igual a la de cálculo en una chapa de 3,5 mm. Esta presión se mantendrá el tiempo suficiente para comprobar todas las soldaduras. Los eventuales poros serán reparados y la camisa se probará nuevamente hasta que no se observe ninguna fuga. No se permitirá el calafateo.
- Prueba mediante productos detectores de poros.

Como alternativa a la prueba de presión interior en piezas especiales y tubos excepcionalmente grandes podrán emplearse detectores de poros.

Las soldaduras de todos los elementos deben ser sometidas a alguna de estas dos últimas pruebas, o alguna otra equivalente, que proponga el fabricante. Queda proscrito el empleo para estos fines de gasoil u otros productos grasos que perjudiquen la adherencia del hormigón.

### **CONTROL DE LAS JAULAS DE ARMADURAS PASIVAS**

Los controles que deberán efectuarse serán los siguientes:

- Comprobación del diámetro de las espiras y generatrices, así como de su separación.
- Comprobación del diámetro y longitud de la jaula.
- Comprobación de la indeformabilidad de la jaula. En las soldaduras no existirán dos puntos contiguos libres, bien sea sobre espira o sobre generatriz; y se comprobará que no hay en las soldaduras pérdidas de material que disminuyan el diámetro de las espiras.

### **CONTROL DEL HORMIGONADO**

Durante el hormigonado se controlará el transporte, colocación y compactación del hormigón, así como el hormigonado en tiempo frío, caluroso o bajo lluvia, para asegurarse de que se podrán alcanzar las resistencias fijadas en Proyecto.

Se controlarán las operaciones de desencofrado y curado de los tubos.

También se comprobará la geometría del tubo, para asegurarse de que su diámetro interior, espesor, ovalización en zonas de junta, excentricidades de camisa y/o de armaduras, longitud y las juntas de los moldes, cumplen las prescripciones fijadas, con las tolerancias establecidas.

Se controlará que se toman las medidas adecuadas para evitar que, tanto los tubos como los núcleos, sufran daños durante el período de acopio.

### **CONTROL DE ACABADO**

Se revisará el aspecto del tubo, debiendo ser reparadas todas aquellas fisuras de anchura superior a 0,30 mm.

### **Pruebas de estanqueidad de los tubos en fábrica**

Uno de cada 250 tubos será sometido a una prueba de presión hidráulica. Si el tubo no supera la prueba, se probarán otros dos del mismo lote de los 250. Si ambos tubos responden positivamente a la prueba, el lote será aceptado. Si uno de los dos tubos da resultado negativo, el lote será rechazado, o bien cada uno de los tubos del lote será probado para su aceptación individual. La prueba

individualizada podrá efectuarse para la presión previamente determinada o bien para otra menor, fijada por el fabricante, en cuyo caso, de ser positivo el ensayo, el tubo quedará sancionado para ésta nueva presión.

La presión de prueba a aplicar debe ser tal, que la tensión en la pared del tubo sea de -0,5 MPa, teniendo en cuenta las pérdidas de postesado en el momento de realizar la prueba.

La presión de prueba se mantendrá un tiempo mínimo de 3 minutos. Durante el ensayo no se producirán fugas ni fisuración. No deberán aparecer en el revestimiento fisuras sensiblemente longitudinales de abertura superior a 0,1 mm en una longitud de 0,30 m ininterrumpidamente.

### **Ensayo de permeabilidad tubos de hormigón postesado con camisa de chapa**

Se ensayará un tubo de cada 100 fabricados. Si el tubo resulta defectuoso, se ensayarán otros dos del lote. Si el ensayo de los dos nuevos tubos es satisfactorio, el lote será aceptado. Si uno o los dos son defectuosos, el lote será rechazado, o bien se ensayarán todos los tubos del lote aceptándose o no individualmente según el resultado.

Se efectuará y los criterios de aceptación serán según el anejo 2 de la Instrucción del Instituto Eduardo Torroja.

## **3.16.10 TRANSPORTE Y MANIPULACIÓN**

### **TRANSPORTE**

El transporte desde la fábrica a la obra no se iniciará hasta que haya finalizado el período de curado.

Los tubos se transportan sobre unas cunas de madera que garantizan 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.

Los tubos se descargarán cerca del lugar donde deban ser colocados en la zanja y de forma que puedan trasladarse con facilidad al lugar en que hayan de instalarse. Se evitará que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados.

Cuando la zanja no esté abierta en el momento de la descarga, se procurará acopiar los tubos en el lado opuesto a aquel en que se vayan a depositar los productos de la excavación.

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.

Igualmente se evitará que estén expuestos durante largo tiempo a condiciones atmosféricas en que puedan sufrir secados excesivos o calores o frío intensos. Si esto no fuera posible, se tomarán las precauciones oportunas para evitar efectos perjudiciales.

### **ZANJAS PARA ALOJAMIENTO DE TUBERÍAS**

Las tuberías habitualmente van alojadas en zanjas, cuya profundidad, anchura y taludes deben ser bien definidos.

La profundidad mínima de las zanjas se determinará de forma que las tuberías queden protegidas de los efectos del tránsito y cargas exteriores, así como preservadas de las variaciones de temperatura del medio ambiente. Salvo que se adopten precauciones especiales tales como losas de reparto de cargas, tubos embebidos en hormigón, etc., el recubrimiento mínimo de los tubos será de 1 m.

La profundidad de la zanja será tal que en todo caso la tubería quede tendida por debajo de la zona de heladas.

La anchura de la zanja será la necesaria para que los operarios trabajen en buenas condiciones. Como norma general, se dejará un espacio mínimo de 0,45 m a cada lado del tubo, medido entre la intersección del talud con la solera y la proyección sobre éste del riñón del tubo, con el fin de facilitar tanto el montaje como de permitir una correcta compactación del relleno.

Cuando la profundidad de la zanja o la pendiente de la solera sean importantes, deberá preverse un posible sobreebanco en la zanja, para poder satisfacer las exigencias de montaje con medios auxiliares especiales, como pórticos o carretones.

### **MONTAJE DE TUBOS**

El fondo de la zanja se compactará y nivelará adecuadamente, si la naturaleza del terreno no es apropiada para el apoyo de la tubería se excavará en exceso y se rellenará con material seleccionado. Cuando el material sea rocoso podrá prepararse el fondo de la zanja con una solera de hormigón de limpieza, debidamente nivelada, o con una capa de material granular de suficiente espesor.

El tipo de apoyo influye enormemente en los esfuerzos que soportará el tubo y por tanto debe ser tenido en cuenta en la fase de diseño.

El apoyo, sea del tipo que sea, debe adaptarse perfectamente al tubo, para que realmente reparta las fuerzas de reacción. En el caso de apoyos granulares, basta con no compactarlos excesivamente para que el propio peso del tubo consiga una adaptación correcta.

En caso de apoyos de hormigón continuo, el tubo se nivela mediante apoyos provisionales de madera y posteriormente se rellena de hormigón la zona de cuna prevista en el proyecto.

Los tubos no se apoyarán directamente sobre la rasante de la zanja, sino sobre camas.

Se consideran dos tipos: cama granular y cama de hormigón, para cuya elección se atenderá a dos consideraciones fundamentales: tipo de junta y características del terreno:

- a. En terrenos de gran resistencia, tales como los rocosos, cualquiera que sea el tipo de junta, puede disponerse cama de grava, gravilla o arena con un espesor medio que oscile entre los quince y los treinta centímetros, en función del diámetro del tubo.
- b. En terrenos de tipo granular, cualquiera que sea el tipo de junta, puede usarse como cama el propio fondo de la zanja bien escarificado o el terreno de la excavación debidamente seleccionado.
- c. En terrenos normales, puede adoptarse cama granular para los tubos de junta elástica y cama de hormigón para los tubos de junta rígida.
- d. Los terrenos malos, como los deslizantes, los constituidos por arcillas expansivas con humedad variable, los de previsible desaparición por estar en márgenes de ríos, y otros análogos, se tratarán con disposiciones adecuadas a cada caso, si bien el criterio general deberá ser evitarlos.

Para la ejecución de la **cama con material granular**, ésta deberá de tener un **tamaño comprendido entre 6 y 12 mm** y su contenido en finos será inferior al 2% en peso.

Para la ejecución de la cama de hormigón se extenderá una solera de hormigón pobre, de 0,10 a 0,15 m de espesor, según los diámetros de los tubos, sobre el fondo de la zanja, y sobre esta solera se situarán los tubos, convenientemente calzados, de forma que la distancia entre su generatriz inferior y la solera sea al menos de 0,15 m.

Posteriormente, sobre la solera antes citada, se extenderá un hormigón en masa cuya resistencia de Proyecto no sea inferior a 10 MPa, hasta alcanzar el ángulo de la cama de apoyo que se fije en Proyecto, que normalmente será de 120°. Las camas se interrumpirán en un espacio de 0,60 m, como mínimo, centrado con las juntas, para hacer posible la ejecución de éstas. Los tubos se bajarán

al fondo de la zanja con los elementos adecuados, según el peso y longitud del tubo. Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua.

El montaje se realizará por personal especializado. Una vez preparada la zanja y apoyo donde va a ir alojado el tubo, éste se baja al fondo de la zanja con los medios adecuados al diámetro, peso y longitud de la tubería, evitando que reciba golpes durante el descenso.

Se prohíbe la suspensión de los tubos por un extremo y la descarga por lanzamiento. Se deberá prestar atención a la realización del apoyo o base del tubo, para evitar problemas a largo plazo.

El enchufe de los tubos debe hacerse con medios que no dañen las boquillas. Deben respetarse siempre las tolerancias de enchufe y ángulo de deflexión admisible facilitado por el fabricante, debiendo además comprobarse la limpieza de las boquillas. Además el enchufe de los tubos debe hacerse siempre “recto” y, si fuera necesario, girar posteriormente el tubo para conseguir el ángulo de deflexión. Para un enchufe correcto, se debe asegurar una buena alineación de los tubos según su eje, tanto en sentido horizontal como en vertical. En los tubos de gran diámetro se consigue generalmente con la ayuda de trácteles que aproximan la boquilla macho a la boquilla hembra.

La goma de la junta ha de colocarse adecuadamente, igualando las tensiones en la goma, una vez colocada ésta y antes de enchufar el tubo. Una tensión desigual de la goma puede hacer que quede pillada y provocar fugas en el futuro.

Se alinearán las dos boquillas de los tubos a enchufar. Antes de proceder a su enchufe se deberá comprobar que la goma está en contacto con el interior de la boca hembra en todo la circunferencia de su alojamiento. Hay que asegurarse que los tubos están alineados correctamente; una alineación incorrecta puede desalojar la goma causando fugas.

Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua mediante los correspondientes desagües en la zona de excavación, y si fuera necesario se agotará el agua con bomba, tanto si la junta es soldada como si es elástica.

Cuando las pendientes de la zanja sean superiores al 10%, la tubería se colocará en sentido ascendente, y se tomarán las debidas precauciones para evitar el deslizamiento de los tubos. Si se precisase reajustar algún tubo, deberá levantarse el relleno y prepararlo como para su primera colocación.

Cuando se interrumpa la colocación de la tubería se taponarán los extremos libres, para impedir la entrada de agua o cuerpos extraños, y al reanudar el trabajo se examinará con todo cuidado el interior de la tubería, por si pudiera haberse introducido algún cuerpo extraño en la misma.

Cuando pueda producirse la flotación de algún tramo de la conducción, como podría suceder en el caso de que los tubos montados tengan ya sus juntas estancas y esté la zanja abierta y en vaguada, sin desagües por sus puntos bajos, se tomarán las medidas necesarias para evitar la posible flotación.

## **JUNTAS**

Las juntas son elementos de unión entre distintos módulos cuyo fin es dar continuidad al sistema. Las juntas se utilizan para la unión de tubos con tubos o piezas.

Entre la pieza y el tubo pueden existir asientos diferenciales debido a diferentes tipos de lecho, cargas verticales, etc. Si el tubo está rígidamente unido a la pieza, esos asientos diferenciales pueden producir tensiones y fisuraciones transversales en el tubo. En estos casos debe crearse una zona de transición a ambos lados del punto con asiento menor, para ello se dispondrá una cama degradada de hormigón, con espesor variable desde cero cm (0 cm) hasta 25 a 30 cm dependiendo del diámetro del tubo, y longitud correspondiente a al menos un (1) tubo.

## **JUNTAS RÍGIDAS**

En las juntas soldadas, en alineación recta de los tubos, el solape de las boquillas no será inferior a 50 mm. En alineaciones curvas se podrá formar un ángulo en la junta, que depende del diámetro del tubo, y de la holgura entre los elementos que forman la misma. Esta holgura será, como mínimo, la necesaria para permitir un enchufe normal de los tubos y, como máximo, la que permita una correcta soldadura sin necesidad de añadir elementos suplementarios para el cierre de la junta.

Las juntas no se soldarán hasta que haya un número suficiente de tubos colocados por delante, para permitir su correcta colocación en alineación y rasante.

En los tubos de diámetro inferior a 800 mm, la soldadura se podrá efectuar por la parte exterior de la junta. En tubos de diámetro igual o superior a 800 mm, la soldadura se efectuará por la parte interior o por la exterior, pero nunca por ambas.

La soldadura se efectuará de forma que no quede ningún poro, para conseguir una completa estanquidad.

Se soldará un tubo de cada dos; los tubos dejados sin soldar se soldarán una vez transcurridas 24 horas.

Terminada la operación de soldadura de las juntas, se ejecutarán los manguitos interiores y exteriores.

El relleno de la junta soldada se ejecutará mediante encofrados flexibles, adecuadamente flejados. Se puede utilizar un mortero especial antiretracción, pero bastaría un mortero rico en cemento.

### **Dosificación Manguito interior**

Cemento: 350 kg/m<sup>3</sup>

Arena 1-4: 1800 kg/m<sup>3</sup>

Agua aditivo: 130 l/m<sup>3</sup> de agua y 65 l/m<sup>3</sup> de Sika-latex o similar

El interior se hará con albañiles y llana, en dos capas.

### **Dosificación Manguito exterior**

Ídem dosificación anterior salvo cemento: 300 kg/m<sup>3</sup>

El exterior se recomienda hacer con mortero más fluido para que se introduzca bien en el encofrado.

### **RELLENO DE ZANJAS**

La zanja ha de rellenarse y compactarse lo antes posible, una vez concluido el montaje y las pruebas correspondientes, en su caso.

Antes de iniciarse el relleno deberá comprobarse que los tubos apoyan uniformemente en la cama de árido sin que existan huecos, y que están correctamente nivelados, efectuándose las correcciones que fuesen necesarias.

Hasta los riñones del tubo (90º) se rellenará con material granular de tamaño comprendido entre 6 y 12 mm y su contenido en finos será inferior al 2% en peso.

El siguiente material de relleno empleado desde los riñones de la tubería hasta el nivel del terreno desbrozado deberá tener las características contempladas en el cálculo del tubo, y será adecuado, compactable y no contendrá grandes piedras, guijarros, material helado u otro material desaconsejable como tierra vegetal, madera, escombros, etcétera.

Los rellenos de las zanjias con recubrimientos sobre la tubería mayores a 3 metros se deben ejecutar de forma compensada para evitar desplazamiento de los tubos, en tongadas de 25 cm como máximo, debiendo compactarse con medios ligeros, generalmente pisones o ranas, hasta alcanzar la mitad de la altura del tubo.

El grado de compactación obtenido, al menos, del 95 por 100 de Proctor Normal deberá estar el contemplado en el cálculo del tubo.

El material de relleno no deberá ser lanzado directamente sobre el tubo, para evitar desplazamientos o daños.

### **COMPACTACIÓN**

Las cargas de compactación se evaluarán teniendo en cuenta el tipo de compactador, la profundidad y el tipo de estado del relleno.

Los efectos de este tipo de cargas, sobre el tubo, pueden calcularse suponiendo una carga uniformemente distribuida en superficie.

En el proceso de compactación, en especial en el caso de terraplén, habrán de tomarse las adecuadas precauciones para impedir que los tubos queden sometidos a mayores cargas que las de proyecto por un inadecuado proceso de compactación, que habrá de realizarse tomando en consideración la posición de la tubería y el grado de ejecución y de compactación de la zanja en la que aquella se ubica.

Para cargas de tierras superiores a tres metros sobre la generatriz superior de la tubería se realizará un relleno de las zanjas con compactación por tongadas sucesivas, muy especialmente en las zonas contiguas a los tubos. Las tongadas, hasta la mitad de la altura del tubo, se rellenarán con suelo máximo de 50 mm y con un grado de compactación, al menos, del 95 por 100 de Proctor Normal. Las restantes tongadas podrán contener material más grueso; pero se recomienda no emplear elementos de dimensiones superiores a 0,20 m en el primer metro.

El procedimiento empleado para terraplenar zanjas y consolidar rellenos, no producirá movimientos ni daños en las tuberías. Las zanjas no se rellenarán con material helado.

Cuando existan fuertes pendientes de terreno, longitudinales o transversales, deberán preverse en Proyecto los dispositivos especiales que faciliten el tapado de la tubería.

### **3.16.11 PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD DE LOS TUBOS EN FÁBRICA**

#### **FRECUENCIA DEL ENSAYO**

Uno de cada 250 tubos será sometido a una prueba de presión hidráulica. Si el tubo no supera la prueba, se probarán otros dos del mismo lote de los 250. Si ambos tubos responden positivamente a la prueba, el lote será aceptado. Si uno de los dos tubos da resultado negativo, el lote será rechazado, o bien cada uno de los tubos del lote será probado para su aceptación individual. La prueba individualizada podrá efectuarse para la presión previamente determinada o bien para otra menor, fijada por el fabricante, en cuyo caso, de ser positivo el ensayo, el tubo quedará sancionado para ésta nueva presión.

#### **Presión de Prueba en Fábrica (PP)**

La presión de prueba será:

Para tubos de diámetro nominal menor o igual de 1.200 mm el mayor de los dos valores siguientes:

- La presión máxima de diseño (MDP) más 0,2 MPa.
- 1,2 veces la presión máxima de diseño (MDP).

Para tubos de diámetro nominal mayor de 1.200 mm el mayor de los dos valores siguientes:

- La presión máxima de diseño (MDP) más 0,1 MPa.
- 1,2 veces la presión máxima de diseño (MDP).

La presión se mantendrá al menos 5 minutos. Durante el ensayo el tubo debe permanecer estanco y no presentar ninguna fuga. No deberán aparecer en la superficie exterior del tubo fisuras sensiblemente longitudinales de abertura superior a 0,5 mm en una longitud de 0,30 m ininterrumpidamente.

### **3.16.12 ENSAYOS DE LAS CONDUCCIONES EN OBRA**

#### **ESPECIFICACIONES GENERALES**

Toda conducción tras haberse instalado, debe someterse a una prueba de presión con agua para garantizar la integridad de los tubos, uniones, racores y otros componentes tales como macizos de anclaje.

Previo al comienzo de las operaciones, debe llevarse a cabo una inspección para asegurarse de que está disponible el equipo de seguridad apropiado y de que el personal dispone de la vestimenta de protección adecuada.

Después de la instalación de la conducción y hasta el restablecimiento del relleno, todas las excavaciones deben permanecer convenientemente protegidas. Todo trabajo no relacionado con las pruebas de presión debe prohibirse en las zanjas durante las mismas.

Las conducciones deben llenarse de agua lentamente, con cuidado para que los dispositivos de purga de aire se mantengan abiertos y los tramos de la conducción suficientemente purgados. Antes de realizar la prueba de presión, debe hacerse una verificación que garantice que el equipo de ensayo está calibrado, en buen estado de funcionamiento y conectado correctamente a la conducción. La secuencia prevista del proceso y toda modificación de operaciones debe controlarse en todas las etapas de ensayo, para evitar daños al personal. Todos los empleados deben estar informados de la intensidad de las cargas sobre soportes y accesorios temporales, y de las consecuencias en caso de producirse un fallo.

Las conducciones deben despresurizarse lentamente, estando todos los dispositivos de purga de aire abiertos al vaciar las tuberías.

## **PRUEBA DE PRESIÓN**

### **Operaciones preliminares**

#### Relleno y anclaje

Previo a la realización de la prueba de presión, las tuberías deben, donde sea adecuado, cubrirse con materiales de relleno, de forma que se eviten cambios en las condiciones del suelo, que pueden provocar fugas. No se deben rellenar las juntas. Las sujeciones y macizos de anclaje definitivos deben realizarse para soportar el empuje resultante de la prueba de presión. Los macizos de sujeción o de anclaje de hormigón deben alcanzar las características de resistencia requeridas antes de que las pruebas comiencen. Se debe prestar atención a que los tapones y extremos cerrados provisionales se fijen de forma adecuada y que los esfuerzos transmitidos al terreno sean repartidos de acuerdo con la capacidad portante de éste. Todo soporte temporal, sujeción o anclaje en los extremos del tramo de prueba no debe ser retirado hasta que la conducción no haya sido despresurizada.

#### Selección y llenado del tramo de prueba

La conducción debe probarse en su totalidad o, cuando sea necesario, dividida en varios tramos de prueba.

Los tramos de prueba deben ser seleccionados de tal forma que:

- La presión de prueba pueda aplicarse al punto más bajo de cada tramo de prueba.
- Pueda aplicarse una presión al menos igual a la presión máxima de diseño (MDP) en el punto más alto de cada uno de ellos, salvo especificación diferente del proyectista.
- Pueda suministrarse y evacuarse sin dificultad, la cantidad de agua necesaria para la prueba.

Todo escombros y cuerpo extraño debe ser retirado de la conducción antes de la prueba.

El tramo de prueba debe llenarse con agua. Para conducciones de agua potable debe utilizarse agua potable en la prueba de presión, salvo especificación contraria del proyectista.

La conducción debe purgarse completamente del aire contenido tanto como sea razonablemente posible. El llenado debe realizarse lentamente, sí es posible a partir del punto más bajo de la conducción; con objeto de evitar los retornos de agua y que se evacue el aire a través de los dispositivos de purga convenientemente dimensionados.

### **Presión de Prueba**

Para todas las conducciones, la presión de prueba de la red (STP) debe calcularse a partir de la presión máxima de diseño (MDP) del modo siguiente:

- Golpe de ariete calculado  $STP = MDPc + 0,1 \text{ MPa}$
- Golpe de ariete no calculado

$$STP = MDPa \times 1,5 \text{ ó } STP = MDPa + 0,5 \text{ MPa}$$

El menor de los dos valores.

El cálculo del golpe de ariete debe efectuarse por métodos apropiados y utilizando ecuaciones generales aplicables, de acuerdo con las condiciones fijadas por el proyectista y basadas en las condiciones de explotación más desfavorables.

En circunstancias normales, el equipo de prueba debe estar situado en el punto más bajo del tramo de prueba. Si no es posible instalar el equipo de prueba en el punto más bajo del tramo de prueba, la presión de la prueba de presión debe ser la presión de prueba de la red calculada para el punto más bajo del tramo considerado, minorado con la diferencia de cota.

Procedimiento de ensayo.

#### Especificaciones generales

El procedimiento de prueba debe llevarse a cabo en tres fases:

- a. Prueba preliminar
- b. Prueba de purga
- c. Prueba principal de presión

- a. Prueba preliminar

La prueba preliminar tiene por objeto:

- Estabilizar la parte de la conducción a ensayar permitiendo la mayor parte de los movimientos dependientes del tiempo.
- Conseguir la saturación de agua apropiada.

La conducción debe dividirse en tramos de prueba practicables, completamente llenos de agua y purgados, y la presión debe incrementarse hasta al menos la presión de funcionamiento sin exceder la presión de prueba de la red (STP).

Si se producen cambios de posición inaceptables de cualquier parte de la tubería, y/o aparecen fugas, la tubería debe despresurizarse y los fallos deben corregirse.

La duración de la prueba preliminar deberá ser como mínimo de 24 horas para tubos de hormigón armado y de hormigón postesado con camisa de chapa embebida y de 72 horas para tubos de hormigón postesado con camisa de chapa revestida.

b. Prueba de purga

La prueba de purga permite la estimación del volumen de aire remanente en la conducción.

El aire en el tramo de tubería a ensayar produce datos erróneos que podrían indicar fuga aparente o podrían, en algunos casos, ocultar pequeñas fugas. La presencia de aire reducirá la precisión de la prueba de pérdida de presión y la prueba de pérdida de agua.

La dirección de obra deberá especificar si la prueba de purga debe llevarse a cabo. Un método para realizar el ensayo y los cálculos necesarios se describen en el anejo A de la norma UNE-EN 805.

c. Prueba principal de presión

Generalidades:

La prueba principal de presión no debe comenzar hasta que haya sido completada satisfactoriamente la prueba preliminar.

Se admiten dos métodos de prueba básicos:

- El método de prueba de pérdida de agua.
- El método de prueba de caída o pérdida de presión.

El proyectista debe especificar el método a utilizar

***Método de prueba de pérdida de agua***

Pueden utilizarse dos métodos equivalentes para la medida de la pérdida de agua, por ejemplo, medida del volumen evacuado o medida del volumen bombeado, según se describe a continuación:

a. Medida del volumen evacuado.

- Incrementar la presión regularmente hasta que se alcance la presión de prueba de la red (STP). Mantener STP mediante bombeo, si es necesario, durante un período no inferior a una hora.
- Desconectar la bomba y no permitir que entre más agua en la conducción durante un período de prueba de una hora o durante un intervalo de tiempo más largo, si así lo especifica el proyectista.
- Al final de este período medir la presión reducida y proceder a recuperar STP bombeando. Medir la pérdida, evacuando agua hasta que la anterior presión reducida se alcance nuevamente.

b. Medida del volumen bombeado.

- Aumentar la presión regularmente hasta el valor de la presión de prueba de la red (STP).

- Mantener la presión de prueba de la red STP como mínimo durante una hora, o más, si el proyectista lo especifica.
- Utilizando un dispositivo apropiado, medir y anotar la cantidad de agua que es necesario bombear para mantener la presión de prueba de la red.
- El proyectista debe especificar el método a utilizar.
- La pérdida de agua aceptable, al finalizar la primera hora de la prueba, no debe exceder el valor calculado utilizando la siguiente fórmula:

$$\Delta V_{\max} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta p \left( \frac{1}{E_w} + \frac{d_i}{e \cdot E_R} \right)$$

siendo

- $\Delta V_{\max}$  es la pérdida de agua admisible, en litros;
- V es el volumen del tramo de conducción en prueba en litros;
- $\Delta p$  es la caída de presión admisible definida anteriormente, en kilopascales;
- $E_w$  es el módulo de deformación del agua, en kilopascales;
- $D_i$  es el diámetro interior del tubo, en metros;
- E es el espesor de la pared del tubo, en metros;
- $E_R$  es el módulo de deformación de la pared del tubo, en kilopascales;
- 1,2 es un factor de corrección (por ejemplo, para el aire residual) durante la prueba principal de presión.

#### ***Método de prueba de pérdida o caída de presión***

- Aumentar la presión regularmente hasta alcanzar el valor de la presión de prueba de la red (STP).
- La duración de la prueba de caída de presión debe ser de 1 hora o de mayor duración si así lo especifica el proyectista. Durante la prueba, la caída de presión – p- debe presentar una tendencia regresiva y al finalizar la primera hora no debe exceder los 20 kPa para tubos de hormigón con camisa de chapa acero.

#### **Examen de resultados de la prueba**

Si la pérdida de estanquidad sobrepasa lo especificado o si se encuentran defectos, la red debe examinarse y rectificarse donde sea necesario. La prueba debe repetirse hasta que su resultado sea conforme a las especificaciones.

### **Prueba general de la red**

Cuando la conducción haya sido dividida en dos o más tramos de prueba y todos ellos hayan pasado con éxito la prueba de presión, el conjunto de la red deberá someterse, si así lo especifica el proyectista, a la presión de funcionamiento de la red (OP) durante al menos dos horas. Los componentes adicionales (no ensayados) incluidos después de la prueba de presión en secciones adyacentes deben ser inspeccionados visualmente para detectar fugas y cambios de alineamiento y nivel.

### **Anotación de resultados de la prueba**

Debe realizarse y archivar un informe completo con los detalles de las pruebas.

## **3.17 TUBERÍAS METÁLICAS PARA RANURAR**

La calidad de los materiales que se instalen debe ser de igual o superior a lo especificado a continuación:

#### Diseño:

Cumplirán con lo especificado en la norma UNE-EN 10220:2004.

#### Tubería:

Acero al carbono-manganeso tipo S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025:2006. Las dimensiones y masas de los tubos cumplirán la norma UNE-EN 10220:2004.

#### Protección:

Galvanizado en caliente realizado conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2010 de espesor medio superior a 120 micras y espesor mínimo conforme lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2010

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente.

#### Tubería galvanizada:

En el caso de que el fabricante realice un control de calidad del revestido similar a lo especificado a continuación, posea Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204:2006 de la tubería, garantizando el material conforme con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego y garantice las especificaciones dimensionales indicadas en el presente pliego, no será necesario realizar

el control de calidad de los materiales metálicos ni del revestido, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará, con el primer envío 3 probetas de 20cm de longitud o 3 elementos completos, de cada tipo de tubería, para la realización de los ensayos que la empresa ejecutora considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

La tubería galvanizada cumplirá los ensayos del revestido y las especificaciones del ranurado que se exponen en el presente pliego para piezas metálicas.

#### Tubería en negro:

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204:2006 de la tubería, garantizando el material conforme con la legislación vigente y garantice las especificaciones dimensionales indicadas en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales metálicos, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará, con el primer envío 3 probetas de 20cm de longitud o 3 elementos completos, de cada tipo de tubería, para la realización de los ensayos que la empresa ejecutora considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

La tubería en negro está exenta de restos de pintura, sustancias aceitosas y cualquier otro tipo de sustancia en toda su superficie.

La tubería en negro cumplirá las especificaciones del ranurado que se exponen en el presente pliego para piezas metálicas.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos, conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante, aportará en el primer envío 3 probetas de 15x15cm o 3 elementos completos de cada uno de los materiales que no posea Certificado 3.1 para que la empresa ejecutora pueda realizar el control que considere necesario para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y de las soldaduras se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

### 3.18 TUBERÍAS, RACORES Y ACCESORIOS DE FUNDICIÓN DÚCTIL

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares establece el conjunto de instrucciones, normas y especificaciones que, junto a lo indicado en el Cuadro de Precios y los Planos del Proyecto, definen los requisitos técnicos a cumplir en el suministro e instalación de tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones.

#### 3.18.1 CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES

##### NORMATIVA

Los tubos, racores y accesorios de fundición dúctil cumplirán las especificaciones establecidas en las siguientes normas:

- UNE-EN 545:2011: Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo
- UNE-EN 681-1:1996/A3:2006: Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.
- UNE-EN 1092-2:1998: Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 2: Bridas de fundición
- UNE-EN 14901:2015: Tuberías, racores y accesorios de fundición dúctil. Recubrimiento epoxi (alta resistencia) para racores y accesorios de fundición dúctil. Requisitos y métodos de ensayo
- UNE-EN 805:2000: Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes
- DIRECTIVA 98/83/CE relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano.
- UNE-EN 197-1:2011: Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes
- UNE-EN ISO 9001:2015: Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos (ISO 9001:2015)
- UNE-EN ISO 14001:2015: Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso (ISO 14001:2015)

### 3.18.2 DEFINICIONES

Se especifican los tubos objeto de este pliego como: tubos de fundición dúctil fabricados por centrifugación en molde metálico, provistos de un enchufe (campana) en cuyo interior se aloja un anillo de caucho, asegurando una estanqueidad perfecta en la unión entre tubos.

Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones siguientes:

- **Fundición dúctil:** Fundición utilizada para los tubos, racores y accesorios, en los que el grafito está presente esencialmente bajo forma esferoidal.
- **Tubo:** Pieza moldeada de sección interior uniforme, de eje rectilíneo, que posee extremos de enchufe, lisos o a bridas, exceptuándose las piezas brida-enchufe, brida-liso y los manguitos que se clasifican como racores.
- **Racor:** Pieza moldeada diferente de un tubo, que permite una derivación (ramal) de la tubería, un cambio de dirección o de sección interior. Además, las piezas brida-enchufe, brida-liso y los manguitos también se clasifican como racores.
- **Accesorio:** Cualquier pieza moldeada/fabricada diferente de un tubo o un racor con destino a su empleo en una tubería de fundición dúctil y que incluye:
  - Prensaestopas y bulones para uniones mecánicas flexibles.
  - Prensaestopas, bulones y anillos de acerrojado (retención) para uniones flexibles acerrojadas (auto-retenidas).
  - Collarines de tuberías para conexiones de servicio.
  - Bridas orientables y bridas incorporadas por soldeo o roscado.
  - Adaptadores de bridas para su uso con tubos y accesorios de fundición dúctil.
  - Manguitos para su uso con tubos y accesorios de fundición dúctil.
- **Brida:** Extremo de un tubo, racor o accesorio perpendicular al eje, con orificios para tornillos distribuidos uniformemente en círculo.
- **Caña:** Extremo macho de un tubo o racor.
- **Extremo liso:** Máxima profundidad de enchufado de la caña más 50 mm.
- **Enchufe:** Extremo abocardado (hembra) de un componente que permite la unión con la caña del componente contiguo.
- **Junta de estanquidad:** Elemento de estanquidad de una unión.
- **Unión:** Ensamblaje de los extremos de dos componentes en los que se utiliza una junta para asegurar la estanquidad.

- **Unión flexible:** Unión que permite una desviación angular significativa, tanto durante como después de la instalación, y que admite una ligera excentricidad del eje.
- **Unión flexible automática:** Unión flexible que se monta empujando la caña de un componente a través de la junta de estanquidad situada en el enchufe del componente contiguo.
- **Unión flexible mecánica:** Unión flexible en la cual se obtiene la estanquidad mediante la aplicación de una presión sobre la junta por medios mecánicos, por ejemplo, mediante un prensaestopas.
- **Unión flexible acerrojada:** Unión flexible en la cual se incluye un medio para evitar la separación de la unión ensamblada.
- **Unión embridada:** Unión de dos extremos con bridas.
- **Diámetro nominal (DN):** Designación dimensional alfanumérica para los elementos de un sistema de canalización, que se utiliza como referencia y que se compone de las letras DN seguidas por un número entero adimensional que está ligado indirectamente a las dimensiones reales, en milímetros, del diámetro interior o del diámetro exterior de los extremos.
- **Presión nominal (PN):** Designación alfanumérica relativa a una combinación de características mecánicas y dimensionales de un elemento de un sistema de canalización que se utiliza como referencia y que se compone de las letras PN seguidas por un número adimensional.
- **Presión de ensayo de estanquidad:** Presión aplicada a un componente en curso de fabricación para asegurar su estanquidad.
- **Presión de funcionamiento admisible (PFA):** Presión hidrostática máxima que un componente puede resistir de forma permanente en servicio.
- **Clase de presión C:** Designación alfanumérica de una familia de componentes, incluyendo sus uniones, relativa a sus presiones de operación verificadas por todos los ensayos de prestaciones descritos en esta norma, que incluye la letra C seguida de un número adimensional igual a la PFA máxima en bar de la familia de componentes.
- **Presión máxima admisible (PMA):** Presión máxima que se da ocasionalmente, incluido el golpe de ariete, que un componente puede soportar en servicio.

- **Presión de ensayo admisible (PEA):** Presión hidrostática máxima que un componente recién instalado es capaz de soportar durante un periodo de tiempo relativamente corto, con objeto de asegurar la integridad y la estanquidad de la conducción.
- Esta presión de ensayo es diferente de la presión de ensayo en red (STP), ligada a la presión de diseño de la canalización y cuyo objeto es asegurar su integridad y estanquidad.
- **Rigidez diametral de un tubo:** Característica de un tubo que le permite resistir la ovalización bajo carga después de la instalación.
- **Ensayo de prestaciones:** Ensayo de verificación del diseño, que se realiza una vez y que debe repetirse tras un cambio en el diseño.
- **Longitud útil:** Longitud en la que aumenta una canalización cuando se instala un tubo o racor adicional. Para los tubos y racores con enchufe, la longitud útil LE es igual a la longitud total (OL) menos la profundidad máxima de enchufado de la caña (X) tal como se indica en los catálogos de fabricantes. Para los tubos y racores con bridas, la longitud útil es igual a la longitud total.
- **Longitud normalizada:** Longitud del tubo y del cuerpo del racor o derivación, tal como se especifica en la norma UNE-EN 545:2011.
- Para los tubos y racores con enchufe, la longitud normalizada LU (IU para derivaciones) es igual a la longitud total (OL) menos la profundidad de enchufado de la caña (X) tal como se indica en los catálogos de los fabricantes. Para los tubos y racores con bridas, la longitud normalizada L (I para derivaciones) es igual a la longitud total.
- **Desviación:** Tolerancia entre la longitud de diseño y la longitud normalizada de un tubo o de un racor.
- **Ovalidad:** Defecto de redondez de la sección de un tubo
- **Espesor mínimo de un tubo:** Espesor mínimo en cualquier punto de un tubo usado en el cálculo de su PFA y clase de presión.
- **Espesor para el cálculo de la rigidez de un tubo:** Espesor basado en el espesor mínimo de un tubo y el DN usado en el cálculo de la rigidez diametral del tubo

### 3.18.3 PRESIONES

#### PRESIÓN MÁXIMA DE FUNCIONAMIENTO (PFA)

Presión interior que un componente de la canalización puede soportar con toda seguridad de forma continua en régimen hidráulico permanente.

La máxima PFA de un tubo es igual a su clase, por ejemplo, PFA 40 para un tubo de clase C40.

#### **PRESIÓN MÁXIMA ADMISIBLE (PMA)**

Presión hidrostática máxima (incluyendo el golpe de ariete) que es capaz de soportar un componente de la canalización en régimen de sobrepresión transitoria.

#### **PRESIÓN DE ENSAYO ADMISIBLE (PEA)**

Presión hidrostática máxima de prueba en zanja a la cual es capaz de resistir un componente de la canalización durante un tiempo relativamente corto con el fin de asegurar la integridad y estanqueidad de la misma.

### **3.18.4 CONTROLES Y ENSAYOS**

#### **GENERALIDADES**

Será necesario que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por organismo autorizado o administración competente conforme con la norma UNE-EN 545:2011 para los diámetros, rigideces y presiones objeto del presente Pliego.

El proceso de producción estará sometido a un sistema de aseguramiento de la calidad conforme a la norma UNE EN ISO 9001: 2015 y estará certificado por organismo autorizado o administración competente.

Se realizarán las pruebas y ensayos en fábrica de los tubos, racores y accesorios de fundición dúctil conforme a las especificaciones de la norma UNE-EN 545:2011.

#### **CONTROL DE MATERIALES**

Las especificaciones de todas las materias primas y componentes de los tubos y accesorios deben documentarse. La verificación de la conformidad de las materias primas con las especificaciones debe estar de acuerdo con el apartado 7.4.3 de la norma UNE-EN ISO 9001:2015.

#### **CONTROL DE FABRICACIÓN**

Será necesaria la aportación de los certificados de ensayos de prestaciones iniciales de los materiales objeto de este pliego, realizados conforme a los métodos de norma UNE-EN 545:2011:

- Estanqueidad de uniones flexibles en todas las combinaciones posibles de tolerancias:
  - o Estanqueidad de las uniones flexibles a la presión interna positiva
  - o Estanqueidad de las uniones flexibles a la presión interna negativa
  - o Estanqueidad de las uniones automáticas a la presión externa positiva
  - o Estanqueidad de las uniones flexibles a la presión interna cíclica o dinámica
- Estanqueidad y resistencia mecánica de las uniones embridadas
- Estanqueidad y resistencia mecánica de abrazaderas y collarines de toma, a presión interna positiva y a presión interna negativa
- Resistencia a la compresión del revestimiento del mortero de cemento

Será necesaria la aportación de los certificados que a continuación se relacionan correspondientes a los ensayos de control de producción en fábrica de los productos correspondientes a los lotes suministrados, con los métodos de ensayo, requisitos y frecuencias según la norma UNE-EN 545:2011:

- Medidas de los tubos: espesor de pared, diámetro exterior, diámetro interior, longitud y rectitud de los tubos
- Resistencia a la tracción del material de los tubos
- Dureza Brinell
- Estanqueidad de los tubos y racores: se deben ensayar todos los tubos y racores antes de la aplicación de su recubrimiento exterior y revestimiento interior, a excepción del recubrimiento de cinc metálico de los tubos que se puede aplicar antes del ensayo. Los bancos de ensayo deben estar provistos de un manómetro industrial con certificado de calibración y verificación vigente y con un límite de error de +- 3%.
- Estanqueidad en tubos centrifugados: la presión hidrostática interna de ensayo será igual a la clase de presión. La duración de la prueba será de un tiempo suficiente que permita la inspección visual de la caña del tubo, no siendo inferior a 15 segundos, incluyendo 10 segundos a la presión de ensayo. La prueba consiste en mantener agua en el interior del tubo a la presión indicada, no admitiéndose ningún tipo de pérdidas.
- Estanqueidad en racores y accesorios: la presión neumática interna de ensayo será como mínimo de 1 bar durante 15 segundos. La prueba consiste en mantener la pieza con aire presurizado y comprobar la estanquidad con un producto jabonoso.
- Masa por superficie del revestimiento de zinc.
- Espesor del revestimiento de pintura de tubos, racores y accesorios.

- Espesor del revestimiento de cemento.
- Resistencia a compresión del revestimiento de mortero de cemento.

El sistema de control de producción en fábrica cumplirá lo establecido en la norma UNE-EN 545:2011 respecto a personal, equipos, proceso, materias primas, componentes y acciones correctivas.

A petición del Director de Obra la Contrata deberá, sin sobrecoste alguno, aportar con el primer acopio recibido en obra 3 probetas de tamaño suficiente de cada tipo de tubería para poder realizar los ensayos de contraste que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego. Se entenderá por tipo de tubería: diámetro y clase. Los ensayos se realizarán en laboratorio acreditado a nivel nacional y siempre ateniéndose lo que establezca la normativa vigente (UNE-EN 545:2011) en cuanto a las muestras representativas de los lotes, definición de ensayos e intervalos de aceptación de resultados.

#### ENSAYO DE LAS CONDUCCIONES EN OBRA

La realización de las pruebas de las tuberías se realizará como máximo 8 semanas después de la instalación de las mismas.

A medida que avance el montaje de la tubería, ésta se probará por tramos, con la longitud fijada en la tabla más abajo o con aquella estipulada por la Dirección de Obra. Las tuberías se probarán conforme lo especificado en la norma UNE-EN 805:2000 “Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes”.

Las longitudes máximas de los tramos de tubería a probar se definen en función del diámetro de la tubería conforme lo especificado a continuación:

Diámetro Nominal, DN (mm)	Longitud máxima del tramo (m)
DN > 1.000	500
700 < DN < 1.000	750
450 < DN < 700	1.000
DN < 450	1.250

Será potestad única de la Dirección de Obra, en función del ritmo de consecución de pruebas previas con resultado satisfactorio por parte de la Constructora, la revisión de los criterios expuestos en el párrafo y tabla anterior, en aras de favorecer el progreso de la obra, siempre y cuando se tenga esa garantía previa (prueba satisfactoria) del correcto comportamiento de tuberías de las mismas características completamente instaladas.

Los extremos del tramo en prueba deben cerrarse convenientemente con piezas adecuadas, las cuales han de apuntalarse para evitar deslizamientos o fugas de agua, y deben ser, cuando así se requiera, fácilmente desmontables para poder continuar la colocación de la tubería.

Un mismo tramo de prueba no podrá contener tubos de distinto material, clase o diámetro, a no ser que la Dirección de Obra dictamine lo contrario.

La realización obligada de una prueba general de la red de distribución a través de los grupos motobomba de la estación de bombeo (o balsa elevada) no exime de la consecución parcial mediante pruebas satisfactorias de los tramos que conformen completamente dicha red.

La Constructora deberá aportar a las pruebas un transductor de presión digital portátil y autónomo mediante batería, con capacidad de registro de datos y una precisión del 0,2%; con su correspondiente certificado de calibración, verificado periódicamente.

Antes de comenzar la prueba se comprobará que todos los accesorios y uniones de la tubería están descubiertos, como mínimo 50 cm a cada lado del accesorio o unión (enchufe), que el interior de la conducción está libre de escombros, raíces o de cualquier otra materia extraña, así como que todas los racores y los carretes de anclaje de las válvulas están correctamente hormigonados y han transcurrido más de 28 días desde su hormigonado. La zanja estará parcialmente llena, dejando las juntas descubiertas a excepción de aquellas acerrojadas que por cálculo de anclaje se requiera. Se comprobará así mismo que están colocados en su posición definitiva todos los tubos, los racores, 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 fábrica con la resistencia debida.

En cuanto a las pruebas de tramos contra válvulas de seccionamiento instaladas y cerradas: a no ser que el fabricante de dichas válvulas de corte garantice por escrito tanto la integridad como la estanqueidad de las mismas para una presión de prueba del tramo igual o superior a las indicadas en la norma, y en función de las condiciones de instalación y en su caso de presión al otro lado de la misma, no se podrán realizar.

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso estará provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Irá colocada en el punto más bajo de la tubería a ensayar y estará provista al menos de un manómetro de precisión no inferior a 0,02 N/mm<sup>2</sup>. La medición del volumen de agua debe realizarse con una precisión no menor de litro.

En cualquier caso, pero especialmente en los de altas presiones, durante la realización de la prueba de la tubería instalada, se tomarán 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 tramos cercanos. En este sentido, los manómetros se colocarán de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

De acuerdo con todo lo anterior, la prueba, que es única, consta, de las dos etapas que se especifican a continuación: etapa preliminar y etapa principal.

Tan pronto como el resultado de las pruebas sea satisfactorio, se deberá proceder al completo tapado del tramo, cuyas juntas habían quedado descubiertas.

#### Etapa preliminar:

Se comienza por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba. Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo en prueba, para así facilitar la salida de 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. Una vez llena de agua, la tubería se debe mantener en esta situación 24 horas.

A continuación, se aumenta la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar un valor comprendido entre la presión de prueba ( $STP = MDP + 0,1$ ) y la presión máxima de diseño (MDP), de forma que el incremento de presión no supere  $0,1 \text{ N/mm}^2$  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 periodo de tiempo no debe haber pérdidas apreciables de agua, ni movimientos aparentes de la tubería. En caso contrario, debería procederse a la despresurización de la misma, a la reparación de los fallos que haya dado lugar y a la repetición del ensayo.

#### Etapa principal o de puesta en carga:

Una vez superada la etapa preliminar, se aumenta de nuevo de forma constante la presión hidráulica interior hasta alcanzar el valor de STP, de forma tal que el incremento de presión no supere  $0,1 \text{ N/mm}^2$  por minuto. Una vez alcanzado dicho valor se desconecta el sistema de bombeo, no

admitiéndose la entrada de agua, durante al menos 1 hora. Al final de este periodo el descenso de presión obtenido debe ser inferior a 0,02 N/mm<sup>2</sup>.

A continuación, se aumenta la presión en el tramo a ensayar hasta alcanzar de nuevo el valor de STP, suministrando para ello cantidades adicionales de agua y midiendo el volumen final suministrado.

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 (repassando las uniones que pierdan agua, cambiando, si es preciso, algún tubo o racor) 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.

En cualquier caso, si los resultados de la etapa principal no son satisfactorios, o existen dudas sobre la correcta eliminación del aire de la tubería, puede realizarse un ensayo complementario de purga que aclare tal circunstancia, conforme a la metodología recogida en la norma UNE EN 805:2000.

### **3.18.5 INSTALACIÓN CÁLCULO MECÁNICO**

Antes de comenzar la ejecución de las zanjas para tuberías, el Contratista presentará a la Dirección de Obra, por escrito, la justificación del cálculo mecánico de las tuberías en función del tipo de terreno, la sección tipo de la zanja y las alturas de cobertura de la obra para su aprobación expresa por la misma. El método de cálculo de las tuberías enterradas será el indicado en el Anexo F de la norma UNE EN 545:2011.

Las ovalizaciones admisibles de la tubería cuando ésta esté en servicio y la rigidez diametral mínima de los tubos serán las estipuladas en el Anexo C de la norma UNE EN 545:2011

#### **TRANSPORTE A OBRA**

El transporte a obra de las tuberías, racores y accesorios se realizará en camiones o en otro medio de transporte en los que el piso y los laterales de la caja estén exentos de protuberancias o bordes rígidos o agudos que puedan dañar a los tubos o a los racores.

Durante el transporte se garantizará la inmovilidad de los tubos, apilándolos de forma que no queden en contacto unos con otros, disponiendo para ello cunas de madera o elementos elásticos.

En ningún caso y bajo ningún supuesto se permite el transporte desde la línea de producción hasta el acopio a pie de zanja de ningún tubo dentro de otro de diámetro superior (anidamiento), es decir, de forma telescópica, que pudiera dañar los revestimientos interiores / exteriores en las operaciones de anidado y desanidado.

### **SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO**

En el momento del suministro se inspeccionarán las tuberías y los accesorios para asegurar que están marcados correctamente, no presentan ningún tipo de daños y cumplen con todos los requisitos del pedido.

Cuando los tubos se almacenen sobre el terreno se comprobará que éste es lo suficientemente resistente para soportar las cargas que se le transmitan y lo suficientemente liso como para que éstos se apoyen en toda su longitud, sin riesgo de que piedras y otros salientes puedan dañarlos. El acopio de los tubos en obra se realizará en posición horizontal, sujetos mediante calzos de madera u otros dispositivos que garanticen su inmovilidad.

El número de hileras superpuestas en los acopios y la disposición de las mismas (piramidal o prismática) debe ser tal que ninguno de los tubos apilados sufra daños, no debiendo, en ningún caso, excederse alturas de 3 metros.

El tiempo de almacenamiento será el mínimo posible, no debiendo prolongarse innecesariamente y, en cualquier caso, se procurará la adecuada protección frente a posibles daños externos, especialmente los anillos elastoméricos, los cuales se situarán en lugar cerrado y protegidos de la luz solar y de temperaturas elevadas.

### **MANIPULACIÓN**

Las operaciones de carga y descarga se realizarán de tal manera que los distintos elementos no se golpeen entre sí o contra el suelo. La descarga de los tubos y racores se realizará cerca del lugar donde deban ser colocados y en el lado opuesto al del acopio de material de la excavación de la zanja, evitando que los tubos y piezas queden apoyados sobre puntos aislados.

Si la zanja no está abierta en el momento de la descarga de los tubos, éstos deben colocarse, siempre que sea posible, en el lado opuesto a aquel en que se piensen depositar los productos de la excavación, y de tal forma que queden protegidos del tránsito de vehículos, etc.

Las operaciones de carga y descarga de los tubos se realizarán mediante equipos mecánicos. No se admitirán dispositivos formados por cables desnudos ni cadenas en contacto con el tubo. La suspensión de tubo por un extremo y la descarga por lanzamiento no se realizará nunca.

No se permitirá la rodadura o el arrastre de los tubos sobre el terreno.

Se examinarán todos los productos tanto en el suministro como inmediatamente antes de la instalación para asegurar que no están dañados.

## ZANJAS

Las zanjas para la instalación de tuberías de fundición dúctil deben cumplir lo siguiente:

- Alineación correcta, que se comprobará en los cambios de rasante y cada 100 m.
- Regularización de la superficie de apoyo: la superficie de asiento de la tubería debe ser uniforme, sin restos de elementos gruesos ni agua.

La anchura del fondo de la zanja y las secciones de las mismas serán en función del diámetro nominal y cumplirán lo especificado en los planos correspondientes del presente Proyecto.

La excavación de la zanja se realizará mediante retroexcavadoras con nivelación por láser.

## COLOCACIÓN

Una vez recibidos los tubos, racores y accesorios, previo a su instalación, éstos se someterán a un examen visual a fin de comprobar que no presentan deterioros perjudiciales producidos durante el transporte, almacenamiento y manipulación. A tal efecto, aquellos elementos que no superen dicho examen visual han de ser rechazados.

Las tuberías irán enterradas sobre un lecho de material seleccionado tipo árido 6/12 mm de 10 ó 15 cm de espesor regularizado, según los planos de sección tipo de zanja del Proyecto. Se comprobará el espesor de la cama de tubería mediante nivel láser y receptor en mira.

El desplazamiento de los tubos hasta su correcto alojamiento se realizará mediante maquinaria o mediante tráctel, empleando en cualquiera de los dos casos eslingas. Si se utiliza tráctel, será suficiente con uno para  $DN < 700$  mm, y serán necesarios dos para  $DN > 700$  mm. Los tubos se enchufarán teniendo en cuenta las marcas de profundidad de enchufado de la caña, hasta que la cara del enchufe quede entre las dos líneas.

En el caso de que la Dirección de Obra admita colocar la tubería mediante el empuje de la cabeza del tubo sobre un tablón, la máquina que empuje será de una potencia tal que permita el

desplazamiento del tubo de manera lenta y suave hasta realizar el enchufe, sin golpes ni tirones, y sin rebasar en ningún caso la marca de profundidad máxima de enchufe identificado en la caña del tubo.

En todas las uniones se comprobará mediante regleta metálica (galga) la correcta ubicación de la junta tras el enchufado. La regleta debe poder introducirse hasta la misma profundidad a lo largo de todo el perímetro de la junta.

El interior de las tuberías deberá encontrarse limpio para evitar, entre otros, problemas por suciedad (presencia de limos, gravilla, tierra, etc...) en las juntas durante las pruebas de las mismas. Para ello la instalación será lo más pulcra posible, con una zanja correctamente drenada que permita, durante la ejecución de las mismas, la visualización completa del interior de los tubos y sus uniones. Esta situación impedirá que la circulación del agua en condiciones de funcionamiento de la red erosione y degrade el interior de los tubos envejeciéndolos prematuramente.

En el caso de que se aplique una desviación angular en la unión, el enchufado deberá realizarse con los ejes centrales de los tubos perfectamente alineados y, posteriormente, se aplicará la desviación angular cuando la junta esté totalmente instalada. La desviación máxima admisible será de 4 grados.

Generalmente no se colocarán más de 100 m de tubería sin proceder al relleno, al menos parcial, para evitar la posible flotación de los tubos en caso de inundación de la zanja y también para protegerlos, en lo posible, de los golpes. El relleno de la tubería se realizará con material seleccionado o con material ordinario conforme lo indicado en los planos de sección tipo de zanja del Proyecto.

Al final de cada jornada de trabajo los tubos y accesorios colocados en la zanja serán tapados en sus extremos, de tal manera que quede impedida la penetración de animales o materiales producto de la erosión por viento o agua superficial.

Todas las unidades de obra de instalación de tuberías llevan incluidas las pruebas de las mismas (medios humanos, maquinaria, agua o fluido de prueba, elementos de medida, tapones tanto de final de línea como de extremos de tramos, topes, dados de anclaje, celosía de transmisión de esfuerzos de extremos hasta dichos dados de anclaje, etc...).

### **ANCLAJES DE RACORES**

Los anclajes se realizarán con hormigón armado tipo HA-25 N/mm<sup>2</sup> y malla de Ø12mm. Tanto el hormigón como el acero a emplear en los mismos tendrán que cumplir en todos los casos la Instrucción Española del Hormigón Estructural EHE-08 y las especificaciones del hormigón y del acero contempladas en los apartados correspondientes del presente Proyecto.

Antes de comenzar el hormigonado de los racores y válvulas se realizarán las siguientes comprobaciones:

- Replanteo de la pieza y/o válvula
- Comprobación de la nivelación de la pieza y/o válvula
- Existencia de la sujeción adecuada de la pieza con cables para evitar su flotación durante el hormigonado. Los cables no dañarán los recubrimientos exteriores de los racores a hormigonar. Sólo será necesaria esta sujeción para las piezas de DN superior o igual a 500 mm.

Las dimensiones mínimas de los anclajes de los racores serán las especificadas en el anejo correspondiente del Proyecto.

La ejecución de los anclajes con hormigón armado se realizará conforme las especificaciones descritas en los planos correspondientes.

En aquellas situaciones en las que pueda ser aconsejable por tipo de terreno, estación del año (riesgo de heladas durante el fraguado), tipo y tamaño de racor, rendimientos de encofrado y hormigonado, etc., se podrá optar a criterio del Director de Obra por la utilización de tubos con uniones acerrojadas para evitar macizos de anclaje de hormigón armado, indicando el suministrador de la tubería la longitud y número de uniones acerrojadas en cada caso, en función de las características mecánicas de la unión acerrojada, los condicionantes del terreno y la profundidad de la tubería enterrada. Las dos últimas serán facilitadas por el Contratista al suministrador. Al final de la obra será obligatorio que el Contratista presente a la Dirección de Obra un dossier con todas las juntas acerrojadas empleadas.

### 3.19 UNIONES DE INSTALACIÓN Y UNIONES DE REPARACIÓN

En el caso de que durante la ejecución de la obra sea necesario el empleo de uniones de instalación de un solo cierre y/o uniones de reparación de doble cierre, se emplearán aquellas cuyo fabricante posea Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado.

#### 3.19.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

##### Diseño:

- Bajo peso
- Un sólo punto de cierre en uniones de instalación
- Doble cierre en uniones de reparación
- Absorción de desviaciones angulares, movimientos axiales, deformaciones radiales, superficies rugosas y vibraciones

- La presión sobre el labio de la junta de estanqueidad es mayor cuando aumenta la presión interna de la línea
- Soportar una presión de prueba de 1,5 veces la presión de trabajo.

Carcasa, ejes y acero interior:

- Acero inoxidable AISI 304 L

Tornillería:

- Acero inoxidable AISI 304

Manguito de estanqueidad:

- Silicona de color azul adecuado para temperaturas comprendidas entre -55 y +200°C. Garantía mínima de 30 años ante la exposición a inclemencias atmosféricas y rayos ultra violetas.

### 3.19.2 CONTROL DE CALIDAD

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

### 3.19.3 MARCADO

Todas las uniones de instalación y de reparación se marcarán de manera visible y duradera con la siguiente información:

- Diámetro nominal
- Diámetro exterior a colocar a cada lado de la unión
- Presión de trabajo

- Presión de ensayo
- Par de apriete necesario
- Identificación del fabricante

### 3.20 UNIONES DE GIBAULT

En el caso de que durante la ejecución de la obra sea necesario el empleo de uniones tipo Gibault, se emplearán aquellas cuyo fabricante posea Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado y cuyo diseño y calidades de los materiales sean las especificadas a continuación:

Cuerpo: fundición nodular EN-JS1050 (EN-GJS 400-17, GGG-50), conforme la norma UNE-EN 1563:1998/A2:2006.

Tornillos: acero bicromatado de calidad 6.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2000.

Tuercas: acero bicromatado de calidad 6 conforme la norma UNE-EN 20898-2:94.

Juntas: EPDM conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006.

Revestido: tanto interior como exteriormente con pintura epoxi en color azul, con un espesor mínimo de 250 micras.

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control de calidad del revestido se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

### 3.21 TOMA DE FONDO DE LA Balsa DE REGULACIÓN

La toma de aspiración del fondo de la balsa cumplirá como mínimo las especificaciones que se indican a continuación.

#### 3.21.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

Chapas:

Acero estructural al carbono-manganeso S-235-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2: 2006.

Tubos:

Acero al carbono S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2: 2006 y UNE-EN 10255. Las dimensiones y masas de los tubos cumplirán la norma UNE-EN 10220:2004.

Revestido:

La toma de aspiración de la balsa se revestirá tanto el interior como el exterior, tal y como se indica a continuación:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.
- Polimerizado en horno a 200°C.
- Pintado: una capa de pintura en polvo epoxi-poliéster, con espesor mínimo de 120 micras y una segunda capa de pintura en polvo con espesor mínimo de 80 micras. El espesor final medio no será inferior a 200 micras.
- Polimerizado en horno a 210°C.

#### 3.21.2 CONTROL DE CALIDAD

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado. En el caso de que realice los controles de soldadura y revestido del presente pliego para piezas metálicas, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará con el primer envío 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los controles que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204: 2006 de todos los elementos metálicos conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite, en caso contrario el fabricante aportará con el primer envío 3 probetas para realizar el control de los materiales.

### 3.22 BANDAS DE NEOPRENO CON TACOS PARA HINCA

Todos los tramos de tubería que tengan que ser ejecutados mediante hinca estarán protegidos con una banda de neopreno con tacos que cumplirá con las especificaciones que se detallan a continuación.

Diseño:

- Banda de neopreno de 5 mm de espesor y 13 cm de ancho
- Como mínimo 4 tacos por banda de neopreno
- Distancia máxima entre tacos dentro de una misma banda de neopreno: 30 cm

Especificaciones técnicas:

- Peso específico: 1,31 g/cm<sup>3</sup>
- Dureza de indentación: 70 Shore A conforme la norma ASTM D2240
- Carga de rotura: 7 MPa conforme la norma ASTM D412
- Alargamiento a la rotura: 300 % conforme la norma ASTM D412
- Desgarro: 20 N/mm
- Temperatura de trabajo: -40 a 120°C
- Envejecimiento térmico por aire caliente conforme la norma ASTM D573:
  - Inc. Dureza: 5 Shore A
  - Inc. Carga: -15%
  - Inc. Alargamiento: -40%
- Deformación remanente a 70°C durante 22 horas: <= 20% conforme la norma ASTM D395.
- Resistencia al ozono 200 ppm, 8°C durante 48 horas: estiramiento del 20% conforme la norma ASTM D1149.
- Resistencia al ozono excelente.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad ISO 9001 y aporte la documentación necesaria para garantizar el cumplimiento del presente pliego, no será necesario realizar un control de calidad de las bandas de neopreno, será suficiente con aportar dicha documentación. En caso contrario el fabricante aportará con el primer envío 3 probetas de tamaño suficiente o 3 elementos completos de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

### 3.23 SOLDADURA EN PIEZAS METÁLICAS

El fabricante poseerá Certificado de cualificación del Procedimiento de Soldadura y certificados de cualificación de los Soldadores en vigor, emitidos por Organismo Autorizado según la norma UNE-EN 473:2009 o equivalente a un nivel apropiado, en el sector industrial pertinente y vigente.

El fabricante avisará, con un mínimo de 10 días de antelación, el momento en el que estén realizadas todas las soldaduras, sin tratar ni revestir, para que la empresa ejecutora pueda realizar el control de calidad de las soldaduras. Dicho control de calidad se realizará mediante un examen visual y líquidos penetrantes a través de un Laboratorio debidamente autorizado.

- *Examen visual:* se realizará en el 10% de las soldaduras, conforme a la norma UNE-EN 970:97, el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2009 o UNE-EN ISO 10042:2006 será el B, el nivel de aceptación será el B. Excepto en los colectores y la estructura metálica de la Estación de Bombeo que se ensayarán el 30% de las soldaduras.
- *Examen mediante líquidos penetrantes:* se realizará en el 10% de las soldaduras conforme a la norma UNE-EN 571-1:97 el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2009 o UNE-EN ISO 10042:2006 será el B, el nivel de aceptación según la norma UNE-EN 1289:98/1M/2A:2006 será el 2X. Excepto en los colectores y la estructura metálica de la Estación de Bombeo que se ensayarán el 30% de las soldaduras.

### 3.24 REVESTIDO EN PIEZAS METÁLICAS

Los tratamientos utilizados para el revestido en piezas metálicas, tanto para la protección contra la oxidación, como las destinadas a las capas de terminación, serán de características y marca de primera calidad, así como suministradas por fabricantes de reconocida garantía.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente, que recoja los ensayos descritos a continuación y sus tolerancias, no será necesario realizar los ensayos del revestido, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará como mínimo con cada envío 3 probetas de 15x15cm de cada tipo de pieza o tres piezas completas para realizar en los ensayos que se exponen a continuación por parte del Contratista.

#### Comprobación del espesor

Se comprobará el espesor del revestido en los 3 elementos completos o en las 3 probetas, con un medidor de corriente de Foucault conforme lo indicado en la norma UNE-EN ISO 2808:2007, comprobando que en todos los casos el espesor medio es superior al especificado en el apartado correspondiente del presente pliego.

#### Adherencia

Se comprobará la adherencia en los 3 elementos completos o en las 3 probetas, por el método del corte por enrejado según la norma UNE-EN ISO 2409:2007. La clasificación obtenida será tipo 0 ó 1 según la tabla 1 de la norma UNE-EN ISO 2409:2007.

#### Corrosión

Se ensayará uno del elementos completo o una de las probetas, en cámara de niebla salina según la norma UNE-EN ISO 9227:2007 durante al menos 168h. Una vez transcurrido éste tiempo no presentarán defectos evaluados de acuerdo con las normas UNE-EN ISO 4628-2:2004 a UNE-EN ISO 4628-5:2004 diferentes a la clasificación 0 ó 1.

### **3.25 RANURADO EN PIEZAS METÁLICAS**

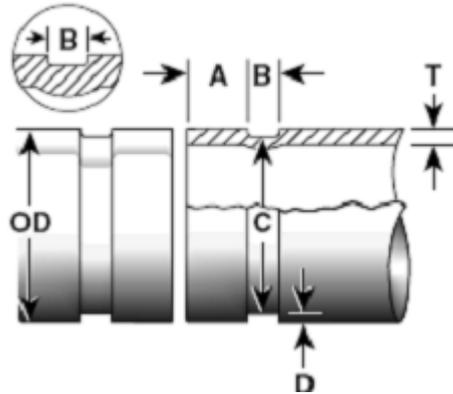
El ranurado sea por laminación o por mecanizado se realizará, en cualquier caso, antes de realizar el revestido correspondiente, excepto en el caso de emplear en la fabricación de las mismas tubos galvanizado. En éste último caso, deberá de garantizarse la protección de la zona mecanizada, así como la integridad de la zona circundante a la misma del tubo, serán inadmisibles tubos en los que en el galvanizado aparezcan resquebrajamientos.

Las piezas especiales metálicas de la red de riego que tengan que ser ranuradas, sólo se podrán ranurar mediante laminación, no se aceptarán piezas especiales realizadas mediante mecanizado.

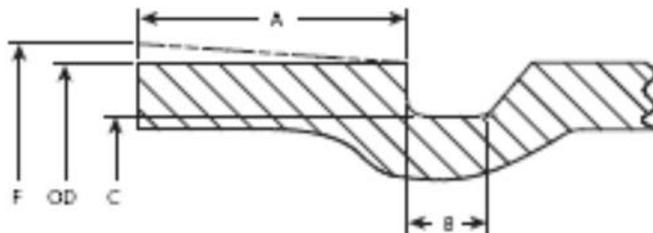
#### **3.25.1 RANURADO REALIZADO POR LAMINACIÓN**

El ranurado de las piezas especiales realizado por laminación, es decir, ranurado realizado sin pérdida de material, cumplirá lo especificado a continuación.

Como mínimo se comprobará el ranurado de 3 piezas metálicas de cada tipo de pieza, entendiendo por tipo de pieza diámetro, presión y codo, reducción, té, carrete etc...



Básico	D.E. (mm)		Dimensiones (mm)						
	Tolerancia		Asiento de la Junta A +/- 0.76	Anchura de la Junta B +/- 0.76	Diámetro de la ranura C		Prof. de ranura D	Mín. espesor de pared T	Máx. diám. ensanch
	+	-			Básico	Tolerancia			
60,3	0,61	0,61	15,88	8,74	57,15	-0,38	1,60	1,65	63,0
88,9	0,89	0,89	15,88	8,74	84,94	-0,46	1,98	2,11	91,4
108,0	1,04	0,79	15,88	8,74	103,73	-0,51	2,11	2,11	110,5
114,3	1,14	0,79	15,88	8,74	110,08	-0,51	2,11	2,11	116,8
127,0	1,27	0,79	15,88	8,74	122,78	-0,51	2,11	2,41	129,5
133,0	1,34	0,79	15,88	8,74	129,13	-0,51	2,11	2,77	135,9
139,7	1,42	0,79	15,88	8,74	135,48	-0,51	2,11	2,77	142,2
141,3	1,42	0,79	15,88	8,74	137,03	-0,56	2,13	2,77	143,8
152,4	1,42	0,79	15,88	8,74	148,06	-0,56	2,16	2,77	154,9
159,0	1,60	0,79	15,88	8,74	153,21	-0,56	2,16	2,77	161,3
165,1	1,60	0,79	15,88	8,74	160,78	-0,56	2,16	2,77	167,6
168,3	1,60	0,79	15,88	8,74	163,96	-0,56	2,16	2,77	170,9
203,2	1,60	0,79	19,05	11,91	198,53	-0,64	2,34	2,77	207,5
219,1	1,60	0,79	19,05	11,91	214,40	-0,64	2,34	2,77	223,5
254,0	1,60	0,79	19,05	11,91	249,23	-0,69	2,39	3,40	258,3
273,0	1,60	0,79	19,05	11,91	268,28	-0,69	2,39	3,40	277,4
304,8	1,60	0,79	19,05	11,91	299,24	-0,76	2,77	3,96	309,1
323,9	1,60	0,79	19,05	11,91	318,29	-0,76	2,77	3,96	328,2



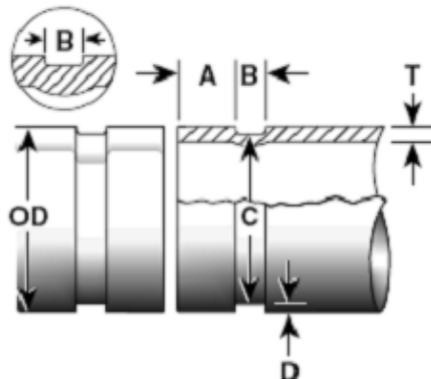
TAMAÑO TUBO EN " [mm]	"OD" DIÁMETRO EXTERIOR		"A" ASIENTO DE LA JUNTA	"B" ANCHO, ALOJAMIENTO (Esquinas teóricas)	"C" DIÁMETRO ZONA DE ALOJAMIENTO		"F"	Espesor de pared (mm)
	MAX	MIN			MAX	MIN		
14 [355,6]	14.094 [358,0]	13.969 [354,8]	1500 (1531 - 1437)	455 (460 - 450) [11,6 (11,7 - 11,4)]	13.500 [342,9]	13.455 [341,8]	14.23 [361,4]	5,6-12,7
16 [406,4]	16.064 [408,8]	15.969 [405,6]			15.500 [393,7]	15.455 [392,6]	16.23 [412,2]	6,35-12,7
18 [457,0]	18.094 [459,6]	17.969 [456,4]	[38,10 (38,9 - 36,5)]	17.500 [444,5]	17.455 [443,4]	18.23 [463,0]	6,35-12,7	

TAMAÑO TUBO EN " [mm]	"OD" DIÁMETRO EXTERIOR		"A" ASIENTO DE LA JUNTA	"B" ANCHO, ALOJAMIENTO (Esquinas teóricas)	"C" DIÁMETRO ZONA DE ALOJAMIENTO		"F"	Espesor de pared (mm)
	MAX	MIN			MAX	MIN		
20 [508,0]	20.094 [510,4]	19.969 [507,2]	1750 (1781 - 1687) [44,5 (45,2 – 42,8)]	535 (540 - 530) [13,6 (13,7 – 13,5)]	19.500 [495,3]	19.455 [494,2]	20.23 [513,8]	6,35-12,7
24 [610,0]	24.094 [612,0]	23.969 [608,8]			23.500 [596,9]	23.455 [595,8]	24.23 [615,4]	6,35-12,7
26 [660,0]	24.094 [662,8]	25.969 [659,6]			25.430 [645,9]	25.370 [644,4]	26.30 [668,0]	9,53-12,7
28 [711,0]	28.094 [713,6]	27.969 [710,4]			27.430 [696,7]	27.370 [695,2]	28.30 [718,8]	9,53-12,7
30 [762,0]	30.094 [764,4]	29.969 [761,2]			29.430 [747,5]	29.370 [746,0]	30.30 [769,6]	9,53-12,7
32 [813,0]	32.094 [815,2]	31.969 [812,0]			31.430 [798,3]	31.370 [796,8]	32.30 [820,4]	9,53-12,7
36 [914,0]	36.094 [916,8]	35.969 [913,6]			35.430 [899,9]	35.370 [898,4]	36.30 [922,0]	9,53-12,7
40 [1016,0]	40.094 [1018,4]	39.969 [1015,2]			2000 (2031 - 1937) [50,8 (51,6 – 49,2)]	562 (567 - 557) [14,3 (14,4 – 14,1)]	39.375 [1000,1]	39.315 [998,6]
42 [1067,0]	42.094 [1069,2]	41.969 [1066,0]	41.375 [1050,9]	41.315 [1049,4]			42.30 [1074,4]	9,53-12,7
46 [1068,0]	46.094 [1170,8]	45.969 [1167,6]	45.375 [1152,5]	45.315 [1151,0]			46.30 [1176,0]	12,7
48 [1219,0]	48.094 [1221,6]	47.969 [1218,4]	47.375 [1203,3]	47.315 [1201,8]			48.30 [1226,8]	12,7
54 [1372,0]	54.094 [1374,0]	53.969 [1370,8]	2500 (2531 - 2437) [63,5 (64,3 – 61,9)]	562 (567 - 557) [14,3 (14,4 – 14,1)]	53.375 [1355,7]	53.315 [1354,2]	54.30 [1379,2]	12,7
56 [1422,0]	56.094 [1424,8]	55.969 [1421,6]			55.375 [1406,5]	55.315 [1405,0]	56.30 [1430,0]	12,7
60 [1524,0]	60.094 [1526,4]	59.969 [1523,2]			59.375 [1508,1]	59.315 [1506,6]	60.30 [1531,6]	12,7

### 3.25.2 RANURADO REALIZADO POR MECANIZADO

El ranurado de las piezas especiales realizado por mecanizado, es decir, ranurado realizado con pérdida de material, cumplirá lo especificado a continuación.

Como mínimo se comprobará el ranurado de 3 piezas metálicas de cada tipo de pieza, entendiendo por tipo de pieza diámetro, presión y codo, reducción, té, carrete etc.



Básico	D.E. (mm)		Dimensiones (mm)					
	Tolerancia		Asiento de la Junta A +/- 0.76	Anchura de la Junta B +/- 0.76	Diámetro de la ranura C		Prof. de ranura D	Min. espesor de pared T
	+	-			Básico	Tolerancia		
60,3	0,61	0,61	15,88	7,95	57,15	-0,38	1,60	3,91
88,9	0,89	0,79	15,88	7,95	84,94	-0,46	1,98	4,78
114,3	1,14	0,79	15,88	9,53	110,08	-0,51	2,11	5,16
127,0	1,27	0,79	15,88	9,53	122,78	-0,51	2,11	5,16
139,7	1,42	0,79	15,88	9,53	135,48	-0,51	2,11	5,16
141,3	1,42	0,79	15,88	9,53	137,03	-0,51	2,13	5,16
152,4	1,42	0,79	15,88	9,53	148,08	-0,56	2,16	5,56
165,1	1,60	0,79	15,88	9,53	160,78	-0,56	2,16	5,56
168,3	1,60	0,79	15,88	9,53	163,96	-0,56	2,16	5,56
203,2	1,60	0,79	19,05	11,13	198,53	-0,56	2,34	6,05
219,1	1,60	0,79	19,05	11,13	214,40	-0,64	2,34	6,05
254,0	1,60	0,79	19,05	12,70	249,23	-0,64	2,39	6,35
273,0	1,60	0,79	19,05	12,70	268,28	-0,69	2,39	6,35
304,8	1,60	0,79	19,05	12,70	299,24	-0,69	2,77	7,09
323,9	1,60	0,79	19,05	12,70	318,29	-0,76	2,77	7,09

TAMAÑO TUBO EN PULGAS [mm]	"OD" DIÁMETRO EXTERIOR		"A" ASIENTO DE LA JUNTA	"B" ANCHO, ALOJAMIENTO (Esquinas teóricas)	"C" DIÁMETRO ZONA DE ALOJAMIENTO		"F"	Espesor de pared (mm)
	MAX	MIN			MAX	MIN		
14 [355,6]	14.094 [358,0]	13.969 [354,8]	1500 (1531 - 1437)	455 (460 - 450)	13.500 [342,9]	13.455 [341,8]	0	5,6-12,7
16 [406,4]	16.064 [408,8]	15.969 [405,6]			15.500 [393,7]	15.455 [392,6]		
18 [457,0]	18.094 [459,6]	17.969 [456,4]			17.500 [444,5]	17.455 [443,4]		
20 [508,0]	20.094 [510,4]	19.969 [507,2]			19.500 [495,3]	19.455 [494,2]		
24 [610,0]	24.094 [612,0]	23.969 [608,8]			23.500 [596,9]	23.455 [595,8]		
26 [660,0]	24.094 [662,8]	25.969 [659,6]			25.430 [645,9]	25.370 [644,4]		
28 [711,0]	28.094 [713,6]	27.969 [710,4]	1750 (1781 - 1687)	535 (540 - 530)	27.430 [696,7]	27.370 [695,2]	0	9,53
30 [762,0]	30.094 [764,4]	29.969 [761,2]			29.430 [747,5]	29.370 [746,0]		
32 [813,0]	32.094 [815,2]	31.969 [812,0]			31.430 [798,3]	31.370 [796,8]		
36 [914,0]	36.094 [916,8]	35.969 [913,6]			35.430 [899,9]	35.370 [898,4]		
40 [1016,0]	40.094 [1018,4]	39.969 [1015,2]			39.375 [1000,1]	39.315 [998,6]		
42 [1067,0]	42.094 [1069,2]	41.969 [1066,0]			41.375 [1050,9]	41.315 [1049,4]		

TAMAÑO TUBO EN PULGAS [mm]	"OD" DIÁMETRO EXTERIOR		"A" ASIENTO DE LA JUNTA	"B" ANCHO, ALOJAMIENTO (Esquinas teóricas)	"C" DIÁMETRO ZONA DE ALOJAMIENTO		"F"	Espesor de pared (mm)
	MAX	MIN			MAX	MIN		
46 [1068,0]	46.094 [1170,8]	45.969 [1167,6]	[50,8 (51,6 – 49,2)]	562 (567 - 557)	45.375 [1152,5]	45.315 [1151,0]	0	12,7
48 [1219,0]	48.094 [1221,6]	47.969 [1218,4]			47.375 [1203,3]	47.315 [1201,8]	0	12,7
54 [1372,0]	54.094 [1374,0]	53.969 [1370,8]	2500 (2531 - 2437)	[14,3 (14,4 – 14,1)]	53.375 [1355,7]	53.315 [1354,2]	0	12,7
56 [1422,0]	56.094 [1424,8]	55.969 [1421,6]			55.375 [1406,5]	55.315 [1405,0]	0	12,7
60 [1524,0]	60.094 [1526,4]	59.969 [1523,2]	[63,5 (64,3 – 61,9)]		59.375 [1508,1]	59.315 [1506,6]	0	12,7

### 3.26 TORNILLERÍA

Toda la tornillería a emplear en la obra objeto del presente proyecto, excepto la que se describe específicamente en otros apartados del presente pliego, cumplirá lo especificado a continuación.

#### Tornillos

- Acero zincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2000
- Los tornillos serán de cabeza hexagonal y rosca parcial conforme la norma UNE-EN ISO 4014:2001

#### Tuercas:

- Acero zincado de calidad 8 conforme la norma UNE-EN 20898-2:94
- Las tuercas serán hexagonales conforme la norma UNE-EN ISO 4033:2001

#### Arandelas:

- Acero zincado de calidad A conforme la norma UNE-EN ISO 887:2000
- Las arandelas serán planas conforme la norma UNE-EN ISO 7089:2000

#### Varillas roscadas:

- Acero zincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2000

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según la norma UNE-EN 10204:2006, de todos los tipos de tornillos, tuercas, arandelas y varillas roscadas conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar un control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará con el primer envío 3 unidades completas de cada tipo de elemento suministrado del que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

---

### Marcado

Todos los tornillos, arandelas, tuercas y varillas roscadas irán marcadas de forma duradera e indeleble con la calidad indicada para cada uno de ellos en el presente pliego.

## 3.27 PIEZAS ESPECIALES DE CALDERERÍA METÁLICA

### 3.27.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

#### Chapas

Acero estructural al carbono-manganeso S-235-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2: 2006.

#### Tubos

Acero al carbono S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2: 2006 y UNE-EN 10255. Las dimensiones y masas de los tubos cumplirán la norma UNE-EN 10220:2004.

#### Bridas

Acero al carbono S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2: 2006. Las dimensiones de las bridas cumplirán la norma UNE 1092-1: 2008.

#### Juntas de estanqueidad

Dureza IHRD 60 conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006

#### Revestido

Todas las piezas especiales incluidas las garras de las reducciones y de los carretes de anclaje de las válvulas estarán revestidas tal y como se indica a continuación:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008
- Polimerizado en horno a 200 °C
- Pintado: una capa de pintura en polvo epoxi-poliéster, con espesor mínimo de 120 micras y una segunda capa de pintura en polvo con espesor mínimo de 80 micras en color azul RAL 5017 para las piezas de calderería de la Estación de Bombeo y en RAL 5012 para el resto de piezas. El espesor final medio no será inferior a 200 micras.
- Polimerizado en horno a 210 °C

### 3.27.2 NORMATIVA

- **API 5L:2000:** Especificación para tubería de línea de acero sin costura o soldada.
- **AWWA Manual M11:** Dimensiones y diseño de las piezas.
- **Código ASME, sección IX:** Procedimiento de soldadura.
- **DIN 931, DIN 933, DIN 975, DIN 934 y DIN 125:** Tornillería.
- **DIN 2448:** Dimensiones de tubos de acero sin soldar.
- DIN 2458: Dimensiones de tubos de acero soldados.
- DIN 2502: Bridas planas PN-16.

- **DIN 2503:** Bridas planas PN-25.
- **DIN 2527:** Bridas ciegas.
- **DIN 2573:** Bridas planas PN-6.
- **DIN 2576:** Bridas planas PN-10.
- **DIN 2605:** Codos de acero sin soldadura.
- **DIN 2633:** Bridas con cuello PN-16.
- **DIN 2634:** Bridas con cuello PN-25.
- **UNE 14612-80:** Aplicación de líquidos penetrantes.
- **UNE 37508-88:** Recubrimiento galvanizado en caliente.
- **UNE 48302:1998:** Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos afines. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados y de sustratos de acero después de decapados totalmente de recubrimientos anteriores (Granallados).
- **UNE-EN 681-1:1996:** Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanqueidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje.
- **UNE-EN 805:2000:** Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes. (Prueba de tubería instalada).
- **UNE-EN 5817:2014, B-C-D:** Soldeo. Uniones soldadas por fusión en acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones (Inspección visual de soldaduras).
- **UNE-EN 10025-1:2006:** Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 1: Condiciones técnicas generales de suministro (Aceros estructurales).
- **UNE-EN 10092-1:2005:** Barras planas de acero laminadas en caliente para muelles. Parte 1: Barras planas. Dimensiones y tolerancias dimensionales y de forma (Bridas). Equivalencia DIN 2501.
- **UNE-EN 10217:2003:** Tubos de acero soldados para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 1: Tubos de acero no aleado con características especificadas a temperatura ambiente.
- **UNE-EN 10224:2002:** Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro.
- **UNE-EN 10253-1:2000:** Accesorios soldables a tope. Parte 1: Aceros al carbono para usos generales y sin inspección específica (Codos). Equivalencia DIN 2605.

- **UNE-EN 10253-1:2000:** Accesorios soldables a tope. Parte 1: Aceros al carbono para usos generales y sin inspección específica (Reducciones). Equivalencia DIN2616.
- **UNE-EN 10255 Tipo L2:** Tubos de acero no aleados adecuados para la soldadura y el roscado. Condiciones técnicas de suministro.
- **UNE-EN 12517:2010:** Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Parte 2: Ensayo radiográfico de uniones soldadas en aluminio y aleaciones de aluminio. Niveles de aceptación (Aplicación en radiografías).
- **UNE-EN-ISO 1461:2010:** Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo (Recubrimiento galvanizado en caliente).
- **UNE-EN-ISO 2178:2017:** Recubrimientos metálicos no magnéticos sobre metal base magnético. Medida del espesor del recubrimiento. Método magnético (Medición no destructiva de recubrimientos metálicos).
- **UNE-EN-ISO 2409:2013:** Pinturas y barnices. Ensayo de corte por enrejado (Determinación de la adherencia del recubrimiento).
- **UNE-EN-ISO 2808:2007:** Determinación de espesores de película de pintura.
- **UNE-EN-ISO 3452-1 con Acceptance criterias s/UNE-EN-ISO 23277:** Ensayo por líquidos penetrantes en soldaduras. Equivalencia ASME Code, Div.1 Ed.2017. ASME V, Article 6 and 24. Acceptance criterias ASME VIII Div.1, Appendix 7 and 8.
- **UNE-EN-ISO 4624:2016 / UNE-EN-ISO 16276-1:2008:** Ensayo de control de adherencia por tracción o pull off.
- **UNE-EN-ISO 6520-1:2009:** Soldeo y técnicas afines. Clasificación de las imperfecciones geométricas en los materiales metálicos. Parte 1: Soldeo por fusión (Aplicación en radiografías).
- **UNE-EN-ISO 8501-1:2008:** Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte 1: Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados después de eliminar totalmente los recubrimientos anteriores (Chorroado de superficies mediante granalla de acero).
- **UNE-EN-ISO 8503-1:2012:** Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos afines. Características de rugosidad de los sustratos de acero chorroados. Parte 1: Especificaciones y definiciones relativas a las muestras ISO de

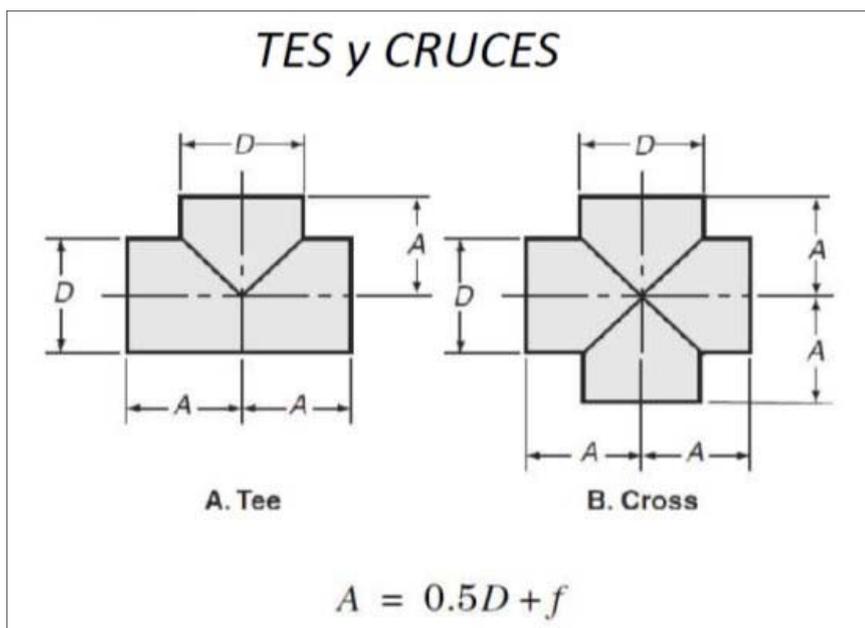
comparación táctil-visual para la evaluación de superficies preparadas mediante proyección de agentes abrasivos (Rugosidad de la superficie granallada / rugotest).

- **UNE-EN-ISO 12944:1999:** Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 1: Introducción general (Aplicación de recubrimientos).
- **UNE-EN-ISO 15609-1:2005:** Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Especificación del procedimiento de soldeo. Parte 1: Soldeo por arco. (Procedimiento de soldadura). Equivalencia: **ASME Sección IX.**
- **UNE-EN-ISO 17636-1 con Acceptance criterias s/UNE-EN-ISO 10675-1:** Ensayo radiográfico de soldaduras. Equivalencia **ASME Code, Div.1 Ed.2017 ASME V, Article 2. Acceptance criterias ASME VIII Div.1.**

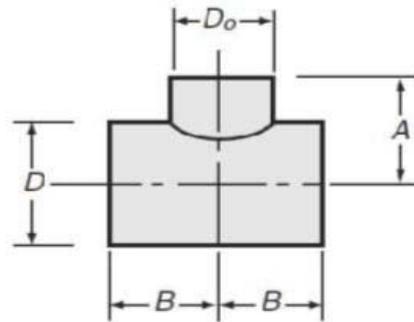
### 3.27.3 DISEÑO

Para diámetro nominal de la tubería mayor a DN 1000 deberá haber una boca de hombre cada 500 metros a concretar con la dirección de obra (preferiblemente en ventosas), incluidas en el precio de la tubería.

Para realizar el diseño de las piezas de acero se seguirá lo establecido en el Awwa Manual M11. En dicho Manual las piezas básicas más comunes se establecen de la siguiente manera:



### TES y CRUCES REDUCIDAS

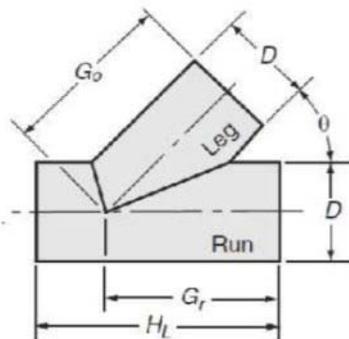


$$A = 0.5D + f_o$$

$$B = 0.5D_o + f_r$$

C. Reducing Tee

### TES LATERALES



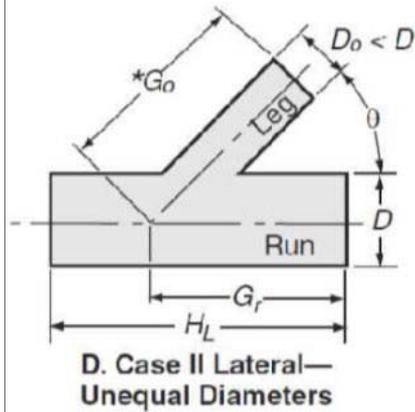
$$G_o^* = \left( \frac{D}{2 \tan(\theta/2)} \right) + 2f_o$$

$$G_r = \left( \frac{D}{2 \tan(\theta/2)} \right) + 2f_r$$

$$H_L^* = \left( \frac{D}{\sin \theta} \right) + 3f$$

D. Case I Lateral—  
Equal Diameters

### TES LATERALES REDUCIDAS

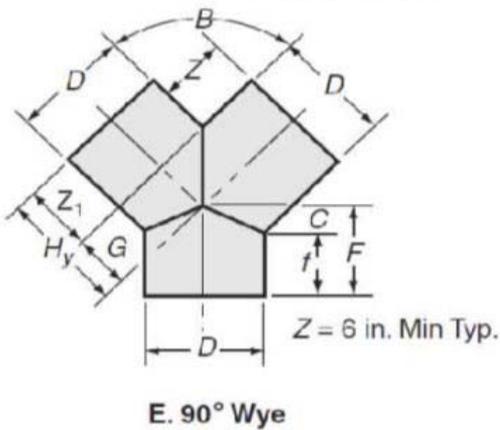


$$G_r = \frac{D}{2 \tan \theta} + \frac{D_o}{2 \sin \theta} + 2f_r$$

$$H_L = G_r + f_r$$

$$G_o = \frac{D}{2 \sin \theta} + \frac{D_o}{2 \tan \theta} + 2f_o$$

### DERIVACION EN Y



$$Z_1 = \frac{f}{\sin \theta/2}$$

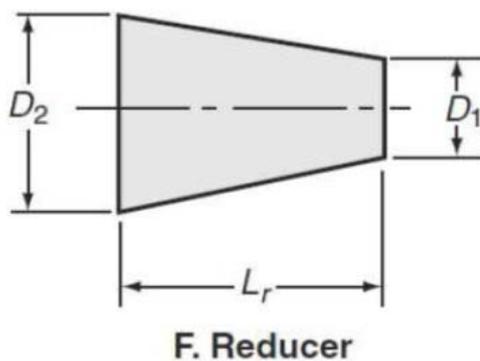
$$C = \frac{\left( \frac{0.5D}{\cos \theta/2} - 0.50 \right)}{\tan \theta/2}$$

$$G = \frac{0.5D}{\tan \theta/2}$$

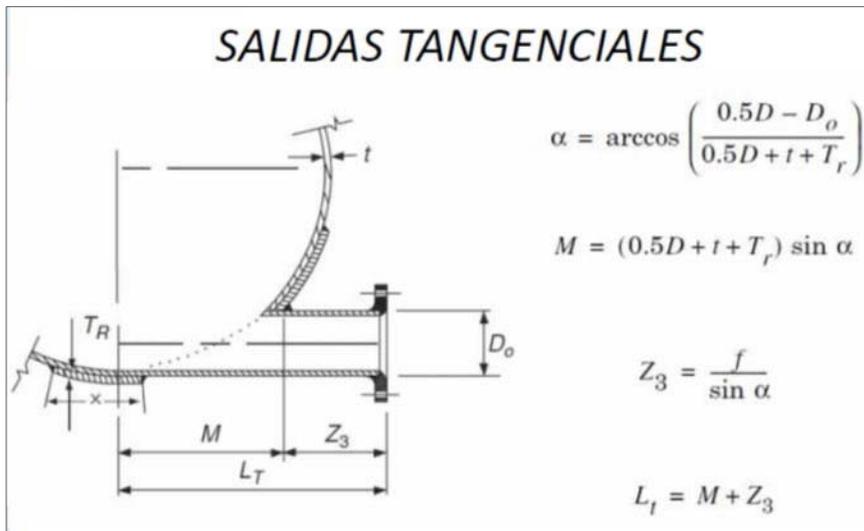
$$F = C + f$$

$$H_y = Z_1 + G$$

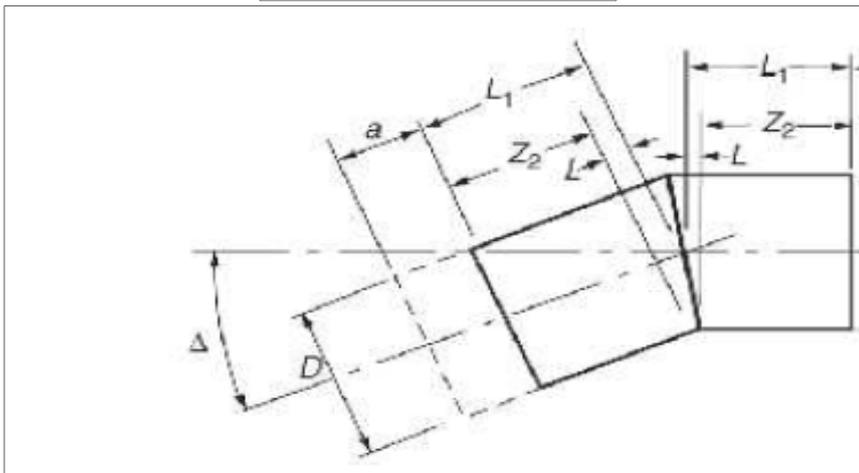
### REDUCCIONES



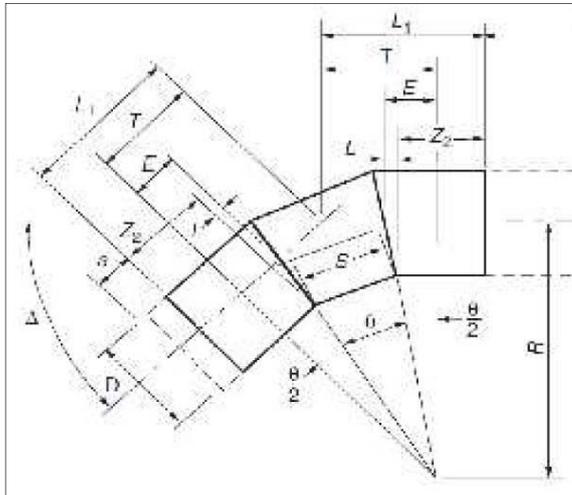
$$L_r = 4(D_2 - D_1)$$



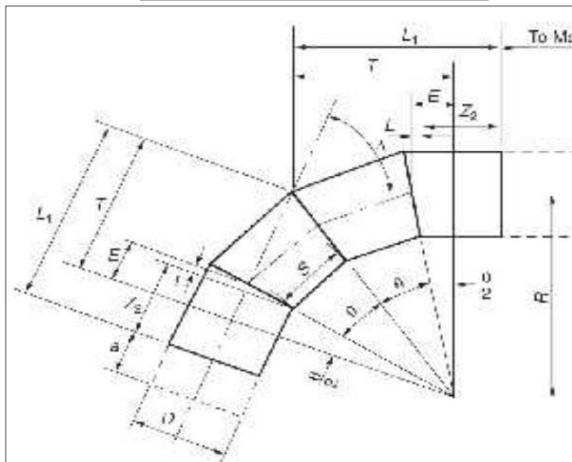
CODOS 0 a 22,5°



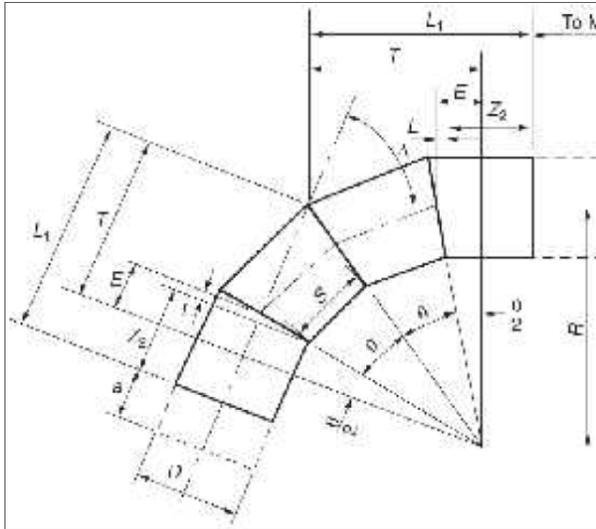
**CODOS 22,5 a 45°**



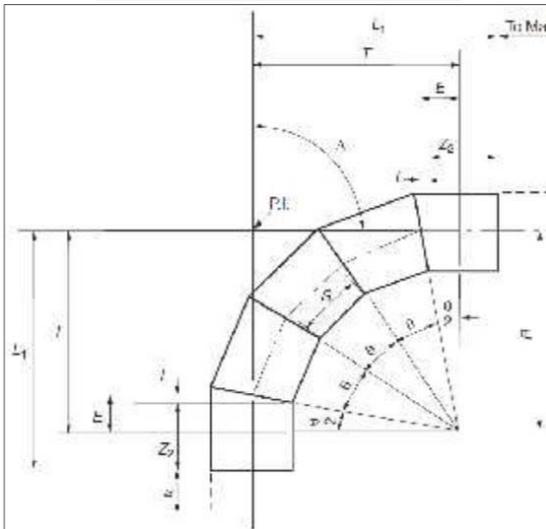
**CODOS 45 a 67,5°**



*CODOS 45 a 67,5°*



*CODOS 67,5 a 90°*



## DIMENSIONES PARA CODOS

Dimension	Radius $R^*$		
	$R = 2.5D$	$R = 1.5D$	$R = D$
$S$	$4D \tan \theta/2$	$2D \tan \theta/2$	$D \tan \theta/2$
$L$	$0.5D \tan \theta/2$	$0.5D \tan \theta/2$	$0.5D \tan \theta/2$
$T$	$2.5D \tan \Delta/2$	$1.5D \tan \Delta/2$	$D \tan \Delta/2$
$E$	$2.5D \tan \theta/2$	$1.5D \tan \theta/2$	$D \tan \theta/2$
$Z_2$	$f, \text{ Table 1}$	$f, \text{ Table 1}$	$f, \text{ Table 1}$

En todos los diseños de las piezas especiales, tanto en las piezas más comunes descritas en este apartado, como en otras con diseños más particulares, las diseños indicadas en el **Awwa Manual M11** se supeditan a unas dimensiones mínimas, debiéndose garantizar en todo caso la correcta instalación de las piezas en obra (embocaduras de tubos, conexión de elementos, soldaduras con tubos de HPCH, etc.) así como la correcta ejecución de anclajes de hormigón armado especificados en el plano y anejo correspondiente (dimensiones de anclajes; embocaduras de tubos libres; espacio suficiente para encofrar, atornillar bridas, soldar tubería de HPCC, etc.).

- **La longitud mínima de las tés y cruces será un metro (1).**
- **En los codos, la longitud mínima de cada brazo será 0,7 m**
- **La longitud mínima de los carretes de válvulas de anclaje y de desmontaje será 1,5 m**
- **La longitud mínima de las reducciones será:**
  - o **Zona reducida: longitud mínima = 0,3 m.**
  - o **Longitud mínima total de la reducción:**
    - Cuando el diámetro mayor de la reducción es 160 mm = 0,75 m
    - Cuando el diámetro mayor de la reducción es 200 mm = 1,25 m
    - Cuando el diámetro mayor de la reducción es 250 mm = 1,25 m
    - Cuando el diámetro mayor de la reducción es 315 mm = 1,50 m
    - Cuando el diámetro mayor de la reducción es 400 mm = 1,75 m

### 3.27.4 GARRAS

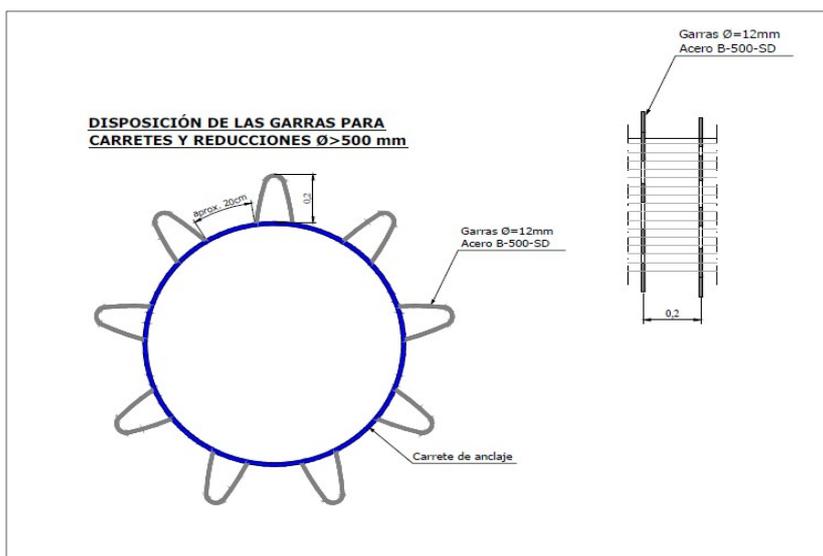
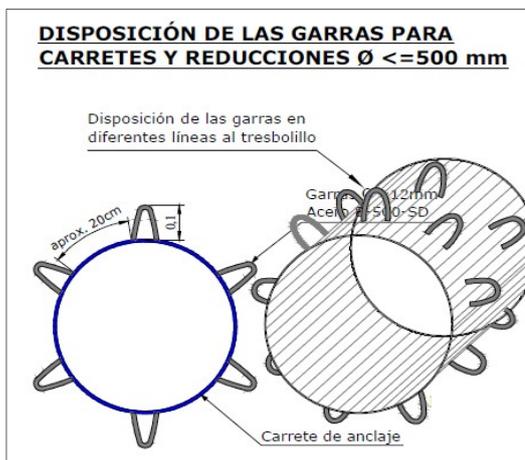
Todas las reducciones y los carretes de anclaje de las válvulas tendrán garras cuya disposición, colocación y número de garras cumplirán lo especificado en los siguientes esquemas.

Todas las garras estarán fabricadas con acero corrugado tipo B-500-SD de DN 12 mm y cumplirán la norma EHE-08.

En las piezas especiales de DN menor o igual a 500 mm se colocará como mínimo una fila de garras con 6 garras.

En las piezas especiales de DN mayor de 500 mm y menor de 800 mm se colocará como mínimo una fila de garras con 9 garras.

En las piezas especiales de DN mayor de 800 mm se colocará como mínimo dos filas de garras, cada una de ellas con 9 garras.



En el resto de piezas especiales de calderería que precisen de anclaje de hormigón armado, se colocará al menos una fila de 6 garras para piezas DN menor o igual a 500 mm o de 9 garras para piezas DN mayor a 500 mm.

### 3.27.5 DEFINICIÓN DE PIEZAS

Previo a la fabricación de una pieza especial, el Contratista realizará el diseño de la misma que será revisado y aprobado por la Dirección Facultativa. No se admitirán piezas especiales que no hayan seguido el siguiente procedimiento:

1. El Contratista presentará a la Dirección Facultativa el diseño de cada pieza mediante planos individuales, debidamente escalados, en planta y alzado, con la localización de la pieza (ramal, pk...) y las características del material utilizado para la fabricación de la misma.
2. La Dirección Facultativa revisará los planos y procederá a su aprobación si procede. En caso de no aprobación, la Dirección Facultativa especificará sobre el mismo plano las modificaciones a realizar en el diseño para que sea rectificado y presentado nuevamente (llamado versión 2 del anterior). El plazo mínimo de revisión de cada entrega de los planos o correcciones de los mismos será de diez días hábiles.
3. La Dirección Facultativa notificará al Contratista el plano aprobado, con fecha, firma y visto bueno.
4. El Contratista realizará el pedido de la pieza especial según plano aprobado por la Dirección Facultativa.

### 3.27.6 FABRICACIÓN

#### 3.27.6.1 TUBERÍAS DE ACERO SIN SOLDADURA

El tipo de acero será el que se detalla en la siguiente tabla:

UNE EN 10025:2006	Resistencia mín. a la tracción $R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )		Límite elástico mínimo $Le_{min}$ (N/mm <sup>2</sup> )	
	$e \leq 3$	$3 < e < 40$	$e \leq 16$	$16 < e < 40$
S 235 JR	360 a 510	340 a 470	235	225

La fecha de fabricación de los tubos no será superior a dos meses desde la firma del contrato, pudiendo la D.O. modificar a su criterio esta fecha.

Los tubos se fabricarán en acero y vendrán definidos por el tipo de acero, el diámetro exterior (mm) y el espesor (mm). El fabricante deberá suministrar información adicional sobre la presión de prueba ( $\text{kg/cm}^2$ ) y el peso del tubo ( $\text{kg/m}$ ).

Los datos facilitados por el fabricante serán, al menos, los siguientes:

*CERTIFICADO DE MATERIALES*, que incluirá lo siguiente:

- Tipo de acero
- Número de colada
- Composición química
- Características mecánicas
- Peso

*CERTIFICADO DE FABRICACIÓN*, que incluirá lo siguiente:

- Certificación pruebas de presión interior
- Certificado de soldaduras según las normas del Pliego

*LISTADO DE EMBARQUE (PACKING-LIST)*, que incluirá lo siguiente para cada tubo:

- Longitud de cada tubo.
- Peso del tubo desnudo.
- Peso del tubo con tratamiento anticorrosión
- Espesor del tubo

### 3.27.6.2 TUBERÍAS DE ACERO HELICOIDAL

El tipo de acero será el que se detalla en la siguiente tabla:

UNE EN 10025:2006	Resistencia mín. a la tracción $R_m$ ( $\text{N/mm}^2$ )		Límite elástico mínimo $Le_{\min}$ ( $\text{N/mm}^2$ )	
	$e \leq 3$	$3 < e < 40$	$e \leq 16$	$16 < e < 40$
S 235 JR	360 a 510	340 a 470	235	225

La fecha de fabricación de los tubos no será superior a dos meses desde la firma del contrato, pudiendo la D.O. modificar a su criterio esta fecha.

Los tubos se fabricarán en acero y vendrán definidos por el tipo de acero, el diámetro exterior (mm) y el espesor (mm). El fabricante deberá suministrar información adicional sobre la presión de prueba ( $\text{kg/cm}^2$ ) y el peso del tubo ( $\text{kg/m}$ ).

Los datos facilitados por el fabricante serán, al menos, los siguientes:

*CERTIFICADO DE MATERIALES*:

- Tipo de acero

- Número de colada
- Composición química
- Características mecánicas
- Peso

**CERTIFICADO DE FABRICACIÓN:**

- Certificación pruebas de presión interior
- Certificado de soldaduras según las normas del Pliego

**LISTADO DE EMBARQUE (PACKING-LIST), que incluirá lo siguiente para cada tubo:**

- Longitud de cada tubo
- Peso del tubo desnudo
- Peso del tubo con tratamiento anticorrosión
- Espesor del tubo

**3.27.6.3 BRIDAS**

Las bridas seguirán lo establecido en la Norma UNE EN 10092-I (equivalentes a las normas DIN2501):

Material: Acero Carbono S235JR

Los tipos de bridas serán los siguientes:

- Bidas Planas – Tipo 01
- Bidas Ciegas – Tipo 05
- Bidas Locas– Tipo 04
- Bidas con cuello para Soldar – Tipo 11
- Brida con Cuello para acoplar y soldar – Tipo 12
- Brida con cuello Roscada – Tipo 13

Las caras de las bridas serán las siguientes:

- Tipo A – Cara Plana (Presión del Cierre en toda la zona de la junta)
- Tipo B – Cara con resalte (Presión del Cierre en la zona del resalte)

**3.27.6.4 PIEZAS ESPECIALES**

**Codos**

- El radio de Curvatura permitido para los codos será 3 veces el DN.
- Se usan según Norma EN10253-1 (DIN2605) hasta DN500, para DN mayores se realizan codos mitrados.
- Estarán fabricados en acero S235 JR.

### Reducciones

- Se usan según Norma EN10253-1 (DIN2616) hasta DN300, para DN mayores se realizan partiendo de chapas cortadas y plegadas.
- Estarán fabricados en acero S235 JR.

### General

Cada partida de piezas se acompañará con un dossier de fabricación, que incluirá:

- Fabricante que ha realizado la pieza
- Numero de pieza que indique la trazabilidad (soldaduras, granallado, recubrimientos, ...)
- Día, mes, año y hora de finalización de la pieza
- Planos de todas las piezas fabricadas.
- Certificados de calidad de materiales.
- Procedimientos de soldadura utilizados y soldador.
- Certificado de calidad del proceso de acabado, tanto galvanizado en caliente como pintura.
- Certificado de ensayos de inspección realizados.
- Marca de calidad (en su caso)
- Tornillería

Los tipos de tornillería permitida para la unión de las piezas serán los siguientes:

- Tornillo Hexagonal Rosca Parcial (Norma DIN931)
- Tornillo Hexagonal (Norma DIN933)
- Varilla Roscada (Norma DIN975)
- Tuerca Hexagonal (Norma DIN934)
- Arandela Plana (Norma DIN125)

Las calidades de la tornillería utilizada para todas las uniones serán la 6,8 y la 8,8. El tratamiento de la tornillería será el bicromatado.

### 3.27.6.5 JUNTAS

Las juntas que se utilizarán para las uniones entre las diferentes piezas y/o tuberías serán las siguientes:

- Juntas de EPDM: de caucho planas (dureza es de 65 +/- 5 Shore según DIN2690)
- Juntas de NBR: de caucho planas (dureza es de 70 +/- 5 Shore según DIN2690)
- Juntas tipo "Klinger" o de cartón: fabricadas a partir de capas de fibras con NBR

- Juntas con alma metálica: de caucho EPDM / NBR con un aro metálico interior, que permiten realizar el cierre con un menor par de apriete

### 3.27.7 DIMENSIONES

#### 3.27.7.1 TUBERÍAS DE ACERO SIN SOLDADURA

El diámetro exterior y espesor para todas las tuberías de este tipo y piezas especiales de calderería a intercalar en la red de tuberías, serán los detallados en la siguiente tabla donde se indican para cada diámetro nominal, su diámetro exterior y espesor en mm:

DN	Diámetro exterior (pulgadas)	Diámetro exterior (mm)	Espesor (mm) TUBOS Y PIEZAS
5	1/8"	10,2	1,6
8	1/4"	13,5	1,8
10	3/8"	17,2	1,8
15	1/2"	21,3	2
20	3/4"	26,9	2,3
25	1"	33,7	3,25
32	1 ¼"	42,4	3,25
40	1 ½"	48,3	3,25
50	2"	60,3	4
65	2 1/2"	76,1	4
80	3"	88,9	4
100	4"	114,3	4
125	5"	139,7	4
150	6"	168,3	4,5
175	7"	193,7,0	5,4
200	8"	219,1	6,3
250	10"	273,0	6,3
300	12"	323,0	6,3
350	14"	368,0	6,3
400	16"	419,0	6,3

Con unas tolerancias permitidas en la medida de los diámetros exteriores será de:

- Diámetros hasta 50 mm: +/- 0,50 mm
- De más de 50 mm: +/- 1,0%

Las tolerancias en espesores de pared admisibles son para el diámetro exterior nominal:

- Tubos con diámetro exterior de hasta 130 mmm +/- 10,0%
- - Tubos con diámetro exterior mayor a 130 mmm y menor a 325 mm +/- 12,50%

- - Tubos con diámetro exterior mayor a 325 mm y menor a 400 mm +/- 15,0%

Las medidas del diámetro exterior medio deben realizarse utilizando un circómetro en el que se lea directamente el diámetro en función de la longitud de la circunferencia, con una precisión mínima de 0,1 mm.

Para tubos con espesor de pared mayor o igual a 0,01 d, la diferencia de la forma circular no excederá del 1%, es decir, un ovalado máximo del 2%.

Los espesores de pared serán solicitados dentro del rango ofertado por el fabricante, siempre y cuando satisfagan lo prescrito en el documento de proyecto.

La longitud del tubo procedente de fábrica será generalmente de 4 A 7,50 m, debiendo ser el 90% de la cantidad de los tubos suministrados más largos que el 75% de la longitud de fabricación acordada, pero ningún tubo más corto que el 40% de la longitud de fabricación. La medida prescrita se cumplirá con una diferencia de  $\pm$  500 mm.

En los pesos de los tubos, que serán detallados por el fabricante, serán admisibles las siguientes diferencias: +12/-8 % para un tubo suelto o +10/-5 % para una carga de vagón de, por lo menos, 10 toneladas.

### 3.27.7.2 TUBERÍAS DE ACERO HELICOIDAL

El diámetro exterior, conforme a la Normas API 5L:2000 y prEN 10224, será alguno de los detallados en la siguiente tabla:

DIÁMETROS (mm)	
406,4	1.270,00
457	1.321,00
508	1.422,00
559	1.524,00
610	1.626,00
660	1.727,00
711	1.829,00
762	1.930,00
813	2.032,00
864	2.134,00
914	2.235,00
1.016,00	2.337,00
1.067,00	2.438,00
1.118,00	2.540,00
1.168,00	2.642,00
1.219,00	2.743,00

Con unas tolerancias permitidas de:

- $\pm (0,005d+1)$  mm, para diámetros exteriores entre 200 y 1000 mm
- 6 mm, para diámetros exteriores superiores a 1000 mm

Las medidas del diámetro exterior medio deben realizarse utilizando un circómetro en el que se lea directamente el diámetro en función de la longitud de la circunferencia, con una precisión mínima de 0,1 mm.

Para tubos con espesor de pared mayor o igual a 0,01 dext, la diferencia de la forma circular no excederá del 1%, es decir, un ovalado máximo del 2%.

Los espesores de pared serán solicitados dentro del rango ofertado por el fabricante, siempre y cuando cumplan como mínimo los espesores de pared especificados para las piezas especiales. Las tolerancias para los espesores de pared se adecuarán a lo detallado en la siguiente tabla:

D ext (mm)	Tolerancia (mm)
hasta 3 mm	+0,3 -0,25
de 3 a 10 mm	+0,45 -0,35
Más de 10 mm	-0,5

La longitud del tubo procedente de fábrica será generalmente de 12 m, debiendo ser el 90% de la cantidad de los tubos suministrados más largos que el 75% de la longitud de fabricación acordada, pero ningún tubo más corto que el 40% de la longitud de fabricación. La medida prescrita se cumplirá con una diferencia de  $\pm 500$  mm.

En los pesos de los tubos, que serán detallados por el fabricante, serán admisibles las siguientes diferencias: +12/-8 % para un tubo suelto o +10/-5 % para una carga de vagón de, por lo menos, 10 toneladas.

### 3.27.7.3 PIEZAS ESPECIALES

UNE EN 10025:2006	Resistencia mín. a la tracción $R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )		Límite elástico mínimo $Le_{min}$ (N/mm <sup>2</sup> )	
	$e \leq 3$	$3 < e < 40$	$e \leq 16$	$16 < e < 40$
S 235 JR	360 a 510	340 a 470	235	225

La utilización de cada tipo de acero en función de los diámetros y timbraje serán los siguientes:

- Acero S 235 JR: diámetros hasta 400 mm y en presiones de 6,10, 16 y 25 atm, siempre según DIN 2248 al igual que sus espesores fijados para esta norma en el capítulo de tuberías de acero sin soldadura.
- Acero S 235 JR: diámetros 406,4 mm a 2.032,0 en PN-6 atm con los siguientes espesores:
  - Diámetros 406,4 mm a 610 mm, espesor 6,40 mm
  - Diámetros 711 mm a 1.016 mm, espesor 8,0 mm
  - Diámetros 1.118 mm a 1.524 mm, espesor 10,0 mm
  - Diámetros 1.626 mm a 2.032 mm, espesor 12,0 mm
- Acero S 235 JR: diámetros 406,4 mm a 2.032,0 en PN-10 atm con los siguientes espesores:
  - Diámetros 406,4 mm a 610 mm, espesor 6,40 mm
  - Diámetros 711 mm a 1.016 mm, espesor 8,0 mm
  - Diámetros 1.118 mm a 1.524 mm, espesor 10,0 mm
  - Diámetros 1.626 mm a 2.032 mm, espesor 12,0 mm
- Acero S 235 JR: diámetros 406,4 mm a 1.219,0 en PN-16 atm con los siguientes espesores:
  - Diámetros 406,4 mm a 762 mm, espesor 6,30 mm
  - Diámetros 813 mm a 914 mm, espesor 8,0 mm
  - Diámetros 1.016 mm a 1.219 mm, espesor 10,0 mm
- Acero S 275 JR: diámetros 1.270 mm a 1.626 en PN-16 atm con los siguientes espesores:
  - Diámetros 1.270 mm a 1.626 mm, espesor 12,7 mm

- Acero S 235 JR: diámetros 406,4 mm a 914,0 en PN-20 atm con los siguientes espesores:
  - Diámetros 406,4 mm a 610 mm, espesor 6,30 mm
  - Diámetros 660 mm a 914 mm, espesor 8,0 mm
- Acero S 275 JR: diámetros 1.016 mm a 1.219,0 en PN-20 atm, espesor 10,0 mm
- Acero S 355 J2 G4: diámetros 1.270 mm a 1.422 en PN-20 atm, espesor 12,7 mm
- Acero X 60: diámetros 1.524 mm a 1.626 mm en PN-20 atm, espesor 12,7 mm
- Acero S 275 JR: diámetros 406,4 mm a 914 mm en PN-25 atm con los siguientes espesores:
  - Diámetros 406,4 mm a 559 mm, espesor 6,30 mm
  - Diámetros 610 mm a 762 mm, espesor 8,0 mm
  - Diámetros 813 mm a 914 mm, espesor 10,0 mm
- Acero S 355 J2 G4: diámetros 1.016 mm a 1.219 en PN-25 atm, espesor 10 mm
- Acero S 355 J2 G4: diámetros 1.270 mm a 1.321 mm en PN-25 atm, espesor 12,7 mm
- Acero X 60: diámetros 1.422 mm a 1.626 mm en PN-25 atm, espesor 12,7 mm

En el caso de tuberías de acero helicosoldado y tuberías de acero sin soldadura, el tipo de acero y espesor que se empleará será el mismo que el de la tubería de acero.

### 3.27.8 TRATAMIENTOS PARA LA PROTECCIÓN

#### 3.27.8.1 PINTURA EN POLVO

Se aplica tanto en las superficies interiores como exteriores de la pieza. Los pasos a realizar son:

1. Granallado de las superficies, rugosidad (SA 2 ½ )
2. Calentamiento de las piezas en el horno a 200°C
3. Recubrimiento de polvo epoxi de 100-120 micras.
4. Polimerizado Instantáneo del Epoxy
5. Recubrimiento de polvo poliéster de 50-80 micras
6. Polimerizado final en horno a 210°C de Temperatura

#### 3.27.8.2 LÍQUIDO

Los pasos a seguir para la aplicación interior de las piezas de acero son:

1. Granallado de las superficies, rugosidad (SA 2 ½)

2. Recubrimiento de Pintura epoxi alimentario sin disolventes de 300 micras de espesor de película seca.

El espesor total de la aplicación interior será de 300 micras.

Los pasos a seguir para la aplicación exterior de las piezas de acero son:

1. Granallado de las superficies, rugosidad (SA 2 ½ )
2. Recubrimiento de pintura epoxi rico en zinc de 50 micras de espesor de película seca.
3. Recubrimiento de epoxi poliamida de 100 micras de espesor de película seca.
4. Recubrimiento de pintura poliuretano alifático de 50 micras de espesor de película

seca. **Color azul RAL 5015.**

El espesor total de la aplicación exterior será de 300 micras.

### 3.27.8.3 GALVANIZADO

El tratamiento seguirá lo establecido en la norma ISO1461/2010. Los pasos a realizar son los siguientes:

1. Desengrase a 40°C
2. Baños de decapado
3. Baños de fluxado para facilitar la reacción hierro-zinc
4. Horno de secado 90 / 100°C
5. Galvanizado en baño de zinc fundido a 450°C

El espesor total depende del espesor de las piezas de acero:

- Espesor inferior a 1,5 mm: 45 micras
- Espesores entre 1,5 mm. y 3 mm: 55 micras
- Espesores entre 3 mm. y 6 mm: 70 micras
- Espesores iguales o superiores a 6 mm: 85 micras

### 3.27.8.4 ENCINTADO

Los pasos a seguir para realizar el encintado en la pieza de acero son los siguientes:

1. Granallado de las superficies hasta conseguir una rugosidad (SA 2 ½) según Norma UNE 48302, para eliminar polvo, óxido, grasa o cascarilla de laminación.
2. Aplicación de pequeña capa de imprimación, a mano con brocha o rodillo.
3. Sin esperar a que seque la imprimación, se enrolla espiralmente la cinta de color Negro y dimensiones 150 x 61 mm proporcionando una protección anticorrosiva a base de polietileno con un adhesivo de gomas butílicas de gran adherencia.

4. Seguidamente y sobre la cinta, se enrollará en la misma dirección de color blanco (150 x 61 mm). Proporcionando protección mecánica altamente resistente al impacto.

### 3.27.9 ENSAYOS

#### 3.27.9.1 TUBERÍAS DE ACERO SIN SOLDADURA

En los métodos de ensayo para la prueba de estanqueidad se seguirá el apartado #6 de la Norma DIN 1626-2.

#### 3.27.9.2 TUBERÍAS DE ACERO HELICOIDAL

En los métodos de ensayo para la prueba de estanqueidad se seguirá el apartado #6 de la Norma DIN 1626-2.

#### 3.27.9.3 SOLDADURAS

En la fabricación de las piezas de acero se deben realizar inspecciones de las soldaduras. Los tipos de inspecciones a realizar son los siguientes:

##### Visual

Es un control no destructivo que controla las soldaduras exteriormente, puede realizarse según UNE EN ISO 17637, and Acceptance criterias s/ UNE EN ISO 5817, class C, o también SEGÚN CODIGO ASME Code, Div.1 Ed.2017 ASME V, Article 9. Acceptance criterias ASME VIII Div.1.

Durante esta inspección se controla:

- Limpieza y repaso (verificar que no haya escoria ni huellas de herramientas)
- Perfil y Dimensiones (Superficie regular, ancho y aguas uniformes)
- Examen Superficial, verificar ausencia de:
  - Grietas
  - Porosidad
  - Faltas de Fusión y Penetración
  - Mordeduras
  - Exceso de Soldadura o de Penetración
  - Empalmes Defectuosos
  - Soldadura Incompleta
  - Inclusiones

Para los criterios de aceptación de los defectos encontrados en las soldaduras se seguirá lo establecido en la Norma UNE EN 5817, B.

##### Líquidos penetrantes

La inspección por líquidos penetrantes, es un ensayo no destructivo que controla las soldaduras exteriormente. Se realizará según lo establecido en la Norma UNE EN ISO 3452-1 con Acceptance criterias s/UNE EN ISO 23277, ó también según CODIGO ASME Code, Div.1 Ed.2017. ASME V, Article 6 and 24. Acceptance criterias ASME VIII Div.1, Appendix 7 and 8

El ensayo de los líquidos penetrantes debe realizarlo personal cualificado que debe poseer el título necesario.

### **Radiografías**

La inspección por radiografías, es un ensayo no destructivo que controla las soldaduras permitiendo localizar defectos en el interior de la misma.

Las radiografías se realizarán según lo establecido en la norma UNE EN ISO 17636-1. Acceptance criterias s/UNE EN ISO 10675-1, ó también SEGÚN CODIGO ASME Code, Div.1 Ed.2017 ASME V, Article 2. Acceptance criterias ASME VIII Div.1.

Para realizar las radiografías el personal cualificado debe de contar con titulación para trabajar con equipos de rayos X.

El Director de Obra establecerá el tipo o tipos de inspecciones de soldaduras a realizar en las piezas de acero exigiendo la documentación necesaria del fabricante que lo acredite.

### **Granallado**

Se realiza el ensayo según la Norma UNE EN ISO 8501-1. La prueba consistirá en realizar una Inspección Visual del Granallado de las piezas, comprobando que queda una superficie libre de óxido.

### **Rugosidad**

Es un ensayo de Rugosidad de la Superficie que se realizará según Norma ISO8503-I. Se realiza de manera manual con los ojos cerrados, es decir, se palpará la superficie de la pieza y luego las diferentes placas del RUGOTEST hasta encontrar una coincidencia.

Para la superficie de Acero Carbono para pintar se usa el RUGOTEST Nº 3.

Medición espesor

1. Se realizará la medición según la Norma UNE EN ISO 2808:
2. Inicialmente se realiza una inspección visual del estado de la pieza. Para ello se comprueba que el tratamiento tiene buen aspecto, es decir, que éste es homogéneo a lo largo de toda la pieza y que no tiene ningún defecto superficial como pueden ser la pintura agrietada, con goterones, etc.
3. Antes de realizar las mediciones se comprueba que la pintura, está seca al tacto.

- Las mediciones se van a realizar utilizando un aparato de medición de micras. Los valores individuales entre el 80% y el 100% del espesor nominal de película seca son aceptables, siempre que la media global sea igual o superior al espesor nominal.

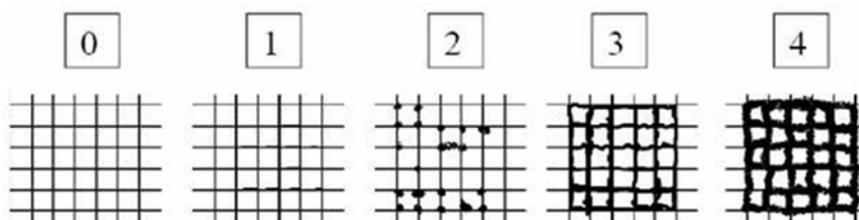
### **Adherencia**

Por rallado: se realizará según la Norma UNE EN ISO 2409. Para determinar la adhesión se utiliza el ensayo de corte por enrejado. Dicho ensayo conlleva el rayado de la superficie pintada, con un aparato de corte manual multicuchilla MODELO A-29, con peines intercambiables que varían en función de la separación que exista entre las seis cuchillas que los forman, la utilización de uno u otro es función del espesor del revestimiento de pintura.

- De 60 a 120 micras: 2 mm
- Más de 120 micras: 3 mm

Los pasos para realizar el ensayo de adherencia por rallado son:

- Posicionar el tipo de peine adecuado según la tabla anterior, en función de las micras de la pintura.
- Rayar la superficie pintada en dos sentidos perpendiculares (90º), de tal forma que quede el rayado en forma de cuadrícula.
- Se colocan tiras de cinta adhesiva hasta ocupar toda la zona rayada y seguidamente se levantará esa cinta.
- Se examinará cuidadosamente la parte cortada del revestimiento sometido a ensayo bajo una buena luz, a simple vista o con la ayuda de una lente.
- Se aceptarán aquellas probetas que se muestren en las categorías 0-1.



Por pull-off: El ensayo se realizará según UNE EN ISO4624/ISO 16276-1. Es un ensayo destructivo y por lo tanto se deberá de realizar en probeta.

Consiste en medir la fuerza a realizar para desprender el tratamiento de la probeta. Los valores necesarios para dar por apto un tratamiento dependerán de éste, como norma general para los tratamientos de varias capas deben igualar o superar los 3 Mpa.

Los pasos para realizar el ensayo de adherencia por pull off son:

1. Limpiar la superficie de la probeta
2. Pegar con pegamento de 2 componentes los Dollys
3. Tras el secado quitar el pegamento de alrededor de los Dollys
4. Colocar el pull off y girar la palanca. Conforme la palanca se gira el indicador calibrado ira cambiando y marcando la fuerza realizada por éste.
5. Girar la palanca hasta que se levante el testigo o Dolly, el resultado será el que marque tras ese momento el aparato.

### **3.27.10 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

#### **3.27.10.1 TRANSPORTE**

- Se fijarán con correas enlonadas que mantendrán las piezas atadas a la caja del camión.
- El piso y los laterales de la caja de los camiones han de estar exentos de protuberancias o cantos rígidos y agudos que puedan dañar a los tubos o accesorios.
- Cuando se carguen tubos de diferentes diámetros, los de mayor diámetro tienen que colocarse en el fondo para reducir el riesgo de que se deterioren los tubos.
- Los tubos no tienen que sobresalir de la caja del camión por la parte posterior, más de un metro.

#### **3.27.10.2 ALMACENAMIENTO**

- Cada pieza será convenientemente recubierta mediante plástico de burbujas y calzada de tal forma que no sufra oscilaciones durante su transporte. Cuando se transporten varias de estas piezas en la caja del camión cada pieza deberá disponer de un distanciamiento libre de 20 cm ante cualquier otro objeto.
- Se evitará que los accesorios sufran:
  - o Sacudidas
  - o Caídas desde el camión
  - o Arrastrados o rodarlos largas distancias
- El tiempo de acopio será inferior a 1 mes en caso de que los accesorios acopiados estén a cubierto, de no estar bien protegido el acopio frente a condiciones externas no se permitirá una permanencia de almacenamiento mayor a dos semanas.
- El lugar destinado para colocar las piezas debe estar nivelado y plano y estar exento de objetos duros y cortantes, con el fin de evitar rodamientos, que podrían llegar a deteriorar los elementos.

- Las juntas de las bridas utilizadas para la unión de piezas especiales deben ser almacenadas libres de cualquier deformación en un lugar fresco y seco, protegidas del contacto de aceites y sustancias perjudiciales y de la exposición directa a la luz solar y nunca podrán ser retiradas de su lugar de almacenaje hasta el momento de su colocación. Cuando las temperaturas ambientales sean bajo cero, las juntas deberán ser almacenadas a 10º C o más para facilitar su instalación.

#### MANIPULACIÓN Y MONTAJE

- Los recubrimientos deberán estar bien adheridos y recubrir uniformemente la totalidad de los contornos de las piezas especiales, constituyendo superficies lisas y regulares, exentas de defectos tales como cavidades o burbujas.
- Las piezas antes de la aplicación de cualquier tipo de recubrimiento que se hiciera deberán estar secas y exentas de óxido, arena, escoria y otras posibles impurezas, debiendo efectuar una cuidadosa limpieza en caso de la existencia de algunos de estos componentes.
- El transporte desde el acopio hasta pie del tajo se realizará con medios mecánicos evitando excesos de velocidad y fuertes frenadas que pudieran mover la carga transportada y deteriorarla.
- El contratista estará obligado a comprobar que el equipo mecánico encargado del desplazamiento y colocación de los tubos tiene suficiente capacidad de carga y que se están cumpliendo las normas de seguridad adecuadas, mantenga la supervisión correcta y cumpla estrictamente las normas y especificaciones nacionales de instalación.
- Todas las caldererías deberán incorporar pasamuros en todos los cruces con muros de arquetas para su correcta colocación.

#### 3.27.10.3 ENSAYOS Y PRUEBAS DE RECEPCIÓN DEL PRODUCTO

- Cada partida o entrega de material irá acompañado de una hoja de ruta que especifique la naturaleza, número, tipo y referencia de las piezas que lo componen. Tendrá que hacerse con el ritmo y plazos señalados por el Director.
- Las piezas y accesorios que hayan sufrido averías durante el transporte, o que presenten defectos no apreciados en la recepción en fábrica, serán rechazadas si el D.O lo considera oportuno.
- El D.O, si lo cree conveniente, podrá ordenar en cualquiera momento la repetición de pruebas sobre las piezas ya ensayadas en fábrica. El contratista, avisado previamente

por escrito, facilitará los medios necesarios para realizar estas pruebas, de las que se levantará acta, y los resultados obtenidos en estas prevalecerán sobre los de las primeras. Si los resultados de estas últimas pruebas fueran favorables, los gastos irán a cargo de la D.O.; de lo contrario corresponderá al contratista que habrá, además, de reemplazar los tubos, piezas, etc., previamente marcados como defectuosos procediendo a su retirada y sustitución en los plazos señalados por el D.O. de no realizarlo el contratista, lo hará la D.O. a cargo de éste.

- Las piezas que no satisfagan las condiciones generales, así como las pruebas fijadas y las dimensiones y tolerancias definidas en este Pliego, serán rechazadas. Cuando una muestra no satisfaga una prueba se repetirá esta misma sobre dos muestras más del lote ensayado. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el lote ensayado, aceptándose si el resultado de ambas es bueno.
- El contratista proporcionará todos los elementos precisos para efectuar estas pruebas, así como el personal necesario; el Director de obra podrá mandar sustituir los manómetros o equipos medidores si lo estima conveniente.

#### **3.27.10.4 INSTALACIÓN**

- El inicio de los trabajos de cada ramal de una red de distribución estará condicionado a la validación de la existencia de las piezas especiales de cada uno de estos en la obra. En caso que eso no sea así, el contratista informará a la Dirección de Obra para que ésta decida la conveniencia o no de iniciar el ramal.
- Las piezas especiales de cada ramal deberán estar físicamente en la obra para proceder de forma continua al montaje de cada ramal, siendo este punto más crítico en el caso de conducciones de PRFV.
- El contratista montará las piezas especiales de acuerdo con la disposición dada en los planos con las instrucciones del Ingeniero Director. El contratista suministrará todos los accesorios para las tuberías, mostradas o no en los planos, o pedidos o no en las especificaciones: bridas, anillos de refuerzo, varillas de anclaje, tensores, sistema de soporte para el montaje, etc. Asimismo, suministrará los elementos de montaje y soldadura.
- Las piezas de calderería tendrán unas dimensiones tales que puedan conectar perfectamente con las tuberías que les correspondan.

- Las soldaduras a realizar en obra, serán realizadas por soldadores cualificados y en base a las especificaciones de un pliego previamente aprobado por el Ingeniero Director.

#### 3.27.10.5 PRUEBA DE INSTALACIÓN

- Las pruebas de instalación se realizarán de forma que nunca haya en obra más de 1500 m de tubería instalada sin probar, ni tampoco permanezca la tubería instalada más de quince días sin ser probada.
- La prueba realizada una vez instalado un tramo se realizará según dicte la norma UNE-EN 805; durante la prueba se revisarán todos los tubos, piezas especiales, válvulas y demás elementos comprobando su correcta instalación y que todas ellas permiten la circulación del fluido con el que se realizará la prueba. Durante dicha revisión se comprobará que el relleno parcial está exento de escombros de raíces y de cualquier material extraño que pueda causar problemas, este relleno deberá dejar visible todas las juntas para comprobar que ninguna junta pierde agua.

#### 3.27.10.6 OTRAS CONSIDERACIONES (ARQUETAS)

- La distancia mínima de la generatriz inferior de la calderería de las arquetas a los suelos será de 0,30 m.
- La distancia mínima de la generatriz lateral de la calderería de las arquetas a los muros será de 0,60 m.
- En los pasos de conducciones a través de muros, estos se realizarán o bien directamente con la conducción, como por ejemplo en el caso de los tubos HPCC, o con piezas especiales, renombradas pasa muros, como por ejemplo en el caso de los tubos de PVC-O, FD, etc. Estas piezas especiales tendrán como mínimo una longitud igual a la distancia entre las paredes externas de la arqueta más un metro, correspondiendo a los dos tramos de 0,50 m a cada lado de la arqueta.
- Toda calderería restará a una distancia mínima de 0,30 m de los suelos, y a una distancia mínima de 0,60 m de los muros verticales.

#### 3.27.11 CONTROL, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

- **Este proyecto incluye los precios de las piezas especiales como un porcentaje dentro de la unidad de obra de ml de tubería.**
- Todos los accesorios (codos, tés, colectores, manguitos, empalmes, piezas de ventosas, etc.) incluidos en el metro lineal de tubería incluyen la carga y transporte

desde los lugares de acopio a los tajos, su colocación y los medios auxiliares, como juntas y tornillería bicromatada.

- El precio incluye también la unión con tuberías sea por junta elástica, tórica, embridada o de otro tipo, así como otros medios auxiliares para su colocación. En caso de que se precise el soldado de la pieza especial con una tubería de acero, los trabajos de soldado, controles de calidad, repintado, y demás medios auxiliares estarán incluidos en el precio.

En caso de producirse deterioros en el transporte o manipulación la pieza podrá ser rechazada y no abonada. Si la Dirección Facultativa ordena que la pieza sea reparada el precio del abono será disminuido en un 50% del precio unitario que figura en el descompuesto del metro lineal de tubería.

No se efectuará la certificación de ninguna partida de accesorios hasta que su diseño esté aprobado por la Dirección Facultativa, estén correctamente montadas, acabadas y probadas.

**Serán a cargo del Contratista, el diseño de las piezas especiales, los ensayos y pruebas obligatorias definidas, tanto los realizados en fábrica como al recibir los materiales en obra y pruebas hidráulicas.**

### 3.28 PASAMUROS METÁLICOS

#### Chapas

Acero estructural al carbono-manganeso S-235-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2: 2006.

#### Revestido

Todos los pasamuros metálicos estarán revestidos tanto el interior como los 4 bordes, tal y como se indica a continuación:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.
- Polimerizado en horno a 200°C.
- Pintado: una capa de pintura en polvo epoxi-poliéster, con espesor mínimo de 120 micras y una segunda capa de pintura en polvo con espesor mínimo de 80 micras. El espesor final medio no será inferior a 200 micras.
- Polimerizado en horno a 210°C.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204: 2006 de todos los elementos metálicos conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará a la empresa ejecutora en el primer envío 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control de calidad del revestido y de las soldaduras se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

### 3.29 ARQUETAS PREFABRICADAS

Las arquetas serán prefabricadas de hormigón armado. Cumplirán lo especificado en el presente pliego para el hormigón y el acero, así como lo especificado en la EHE -08.

La forma y dimensiones de las arquetas cumplirán lo especificado en el anejo y en los planos correspondientes, así como lo especificado en el presente pliego.

Las tolerancias dimensionales admisibles serán de más-menos 0,0150 m.

La distancia mínima que habrá de existir entre las tapas de las arquetas y la parte superior de los elementos en ellas alojados, será de 0,20 m.

Las arquetas se colocarán en obra conforme lo indicado en los planos correspondientes.

#### Aspecto:

Los elementos prefabricados no presentarán:

- coqueras
- descomposiciones
- fisuras de retracción
- fisuras mecánicas
- discontinuidades

#### 3.29.1.1 AIREACIÓN MEDIANTE REJILLA

Todas las arquetas prefabricadas deberán incluir sus rejillas de aireación con las dimensiones que se establecen en los planos y en las figuras.

En el caso de arquetas de ventosas dichas rejillas deberán de permitir la entrada de aire necesaria para la admisión de aire de las ventosas según especificaciones del proyecto.

En el caso de arquetas de hidrantes se dispondrán de uno o más orificios (rejillas) laterales que permita la aireación suficiente de la misma para evitar la condensación dentro de la misma.

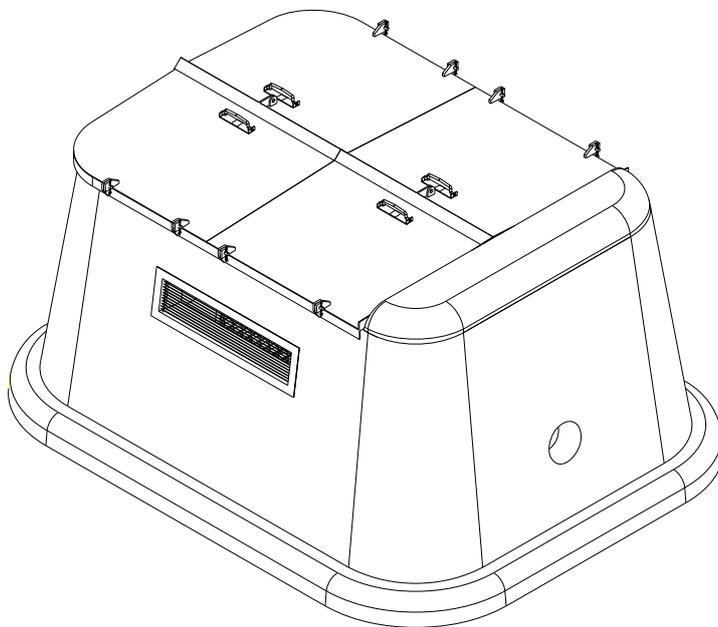
Además, para evitar la entrada de insectos, animales o cualquier intento de sabotaje los orificios o rejillas dispondrán de un elemento de protección.

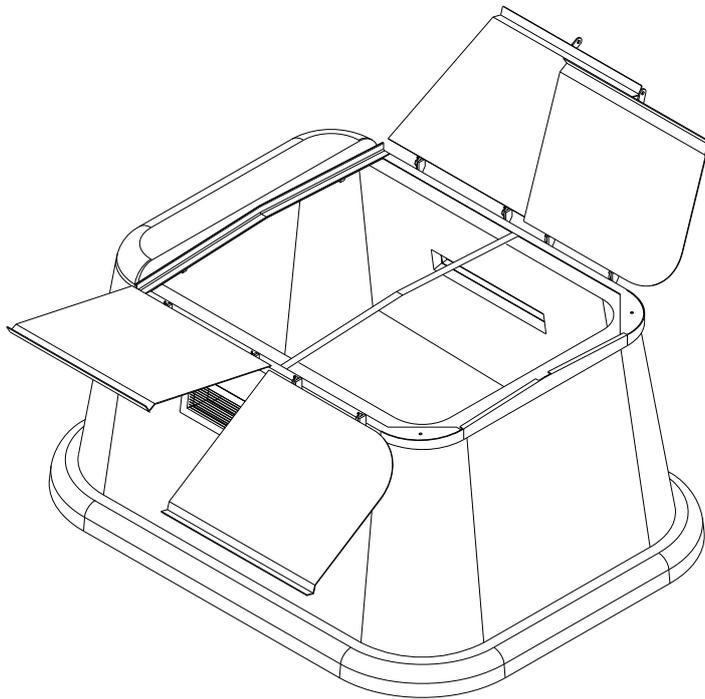
### 3.29.2 ARQUETAS DE HIDRANTES

#### 3.29.2.1 HIDRANTES DE 3" Y 4"

- Dimensiones de la arqueta = 1,6 x 1,0 x 0,7 m
- Volumen de arqueta = 0,367 m<sup>3</sup>
- Volumen de tapa = 0,034 m<sup>3</sup>
- Volumen de hormigón = 0,401 m<sup>3</sup>
- Peso = 1.002 kg
- fck = 35 N/mm<sup>2</sup>
- fyk = 500 N/mm<sup>2</sup>

Las características geométricas de dicha arqueta son las indicadas en los siguientes esquemas:

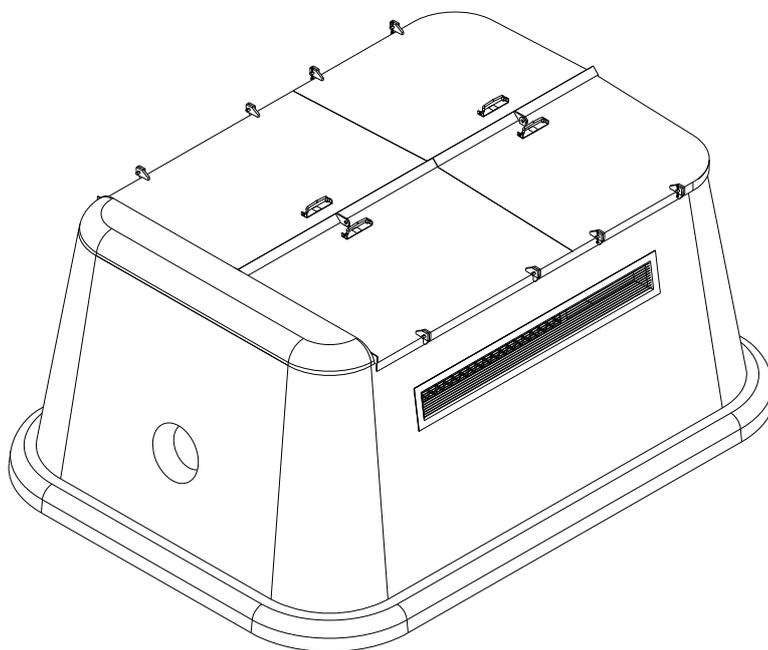




### 3.29.2.2 HIDRANTES DE 6"

- Dimensiones de la arqueta = 1,98 x 1,0 x 0,75 m
- Volumen de arqueta = 0,446 m<sup>3</sup>
- Volumen de tapa = 0,037 m<sup>3</sup>
- Volumen de hormigón = 0,483 m<sup>3</sup>
- Peso = 1.207 kg
- $f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$
- $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$

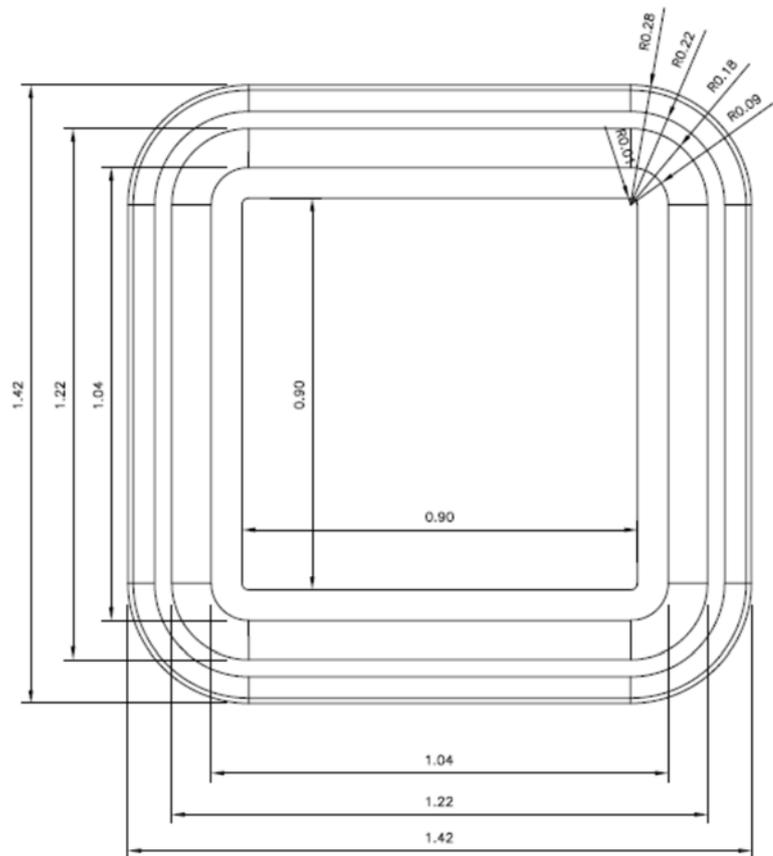
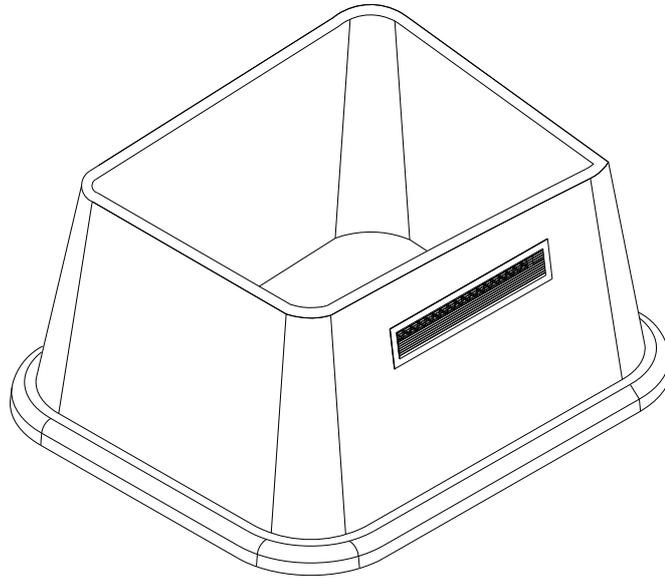
Las características geométricas de dicha arqueta son las indicadas en el siguiente esquema:

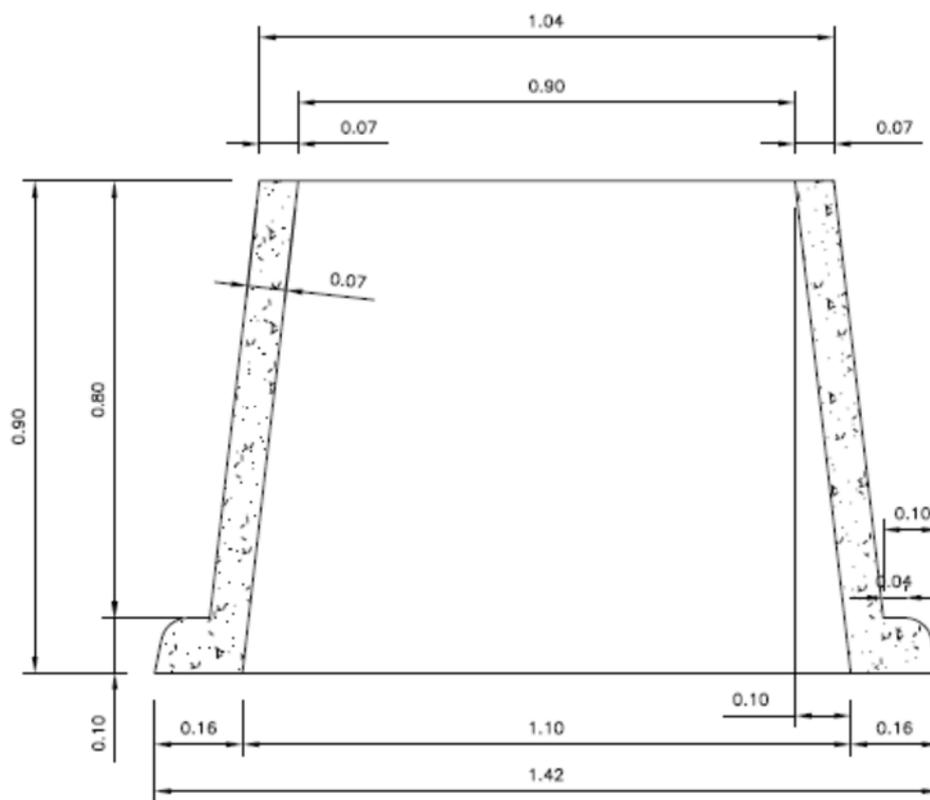
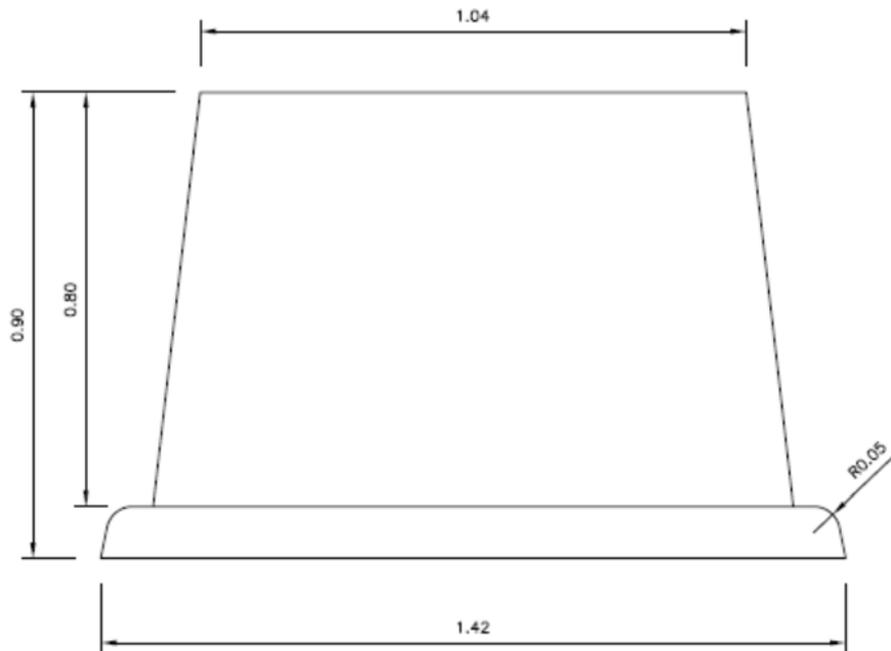


### 3.29.2.3 ARQUETA DE VENTOSAS Y VÁLVULAS

- Dimensiones de la arqueta = 1,0 x 1,0 x 1,0 m  
Para Válvulas  $\varnothing \geq 900$  las dimensiones interiores serán 0,90 x 1,30 x 1,30 m
- Volumen de arqueta = 0,330 m<sup>3</sup>
- Peso = 825 kg
- $f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$
- $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$

Las características geométricas se indican en los siguientes esquemas:





#### 3.29.2.4 CONTROL DE CALIDAD

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y cumplirá todo lo especificado en el presente pliego y en la EHE-08.

#### 3.29.2.5 MARCADO

Todas las arquetas prefabricadas se marcarán mediante plantilla de manera visible, indeleble e inequívoca conforme lo especificado en los planos correspondientes, de forma tal que se pueda garantizar la trazabilidad de cada una de ellas. La pintura empleada para tal fin, será de color negro, resistente al agua y se aplicará mediante brocha, no se aceptará arquetas pintadas mediante spray.

### 3.30 TAPAS DE ARQUETAS PREFABRICADAS

#### 3.30.1 DISEÑO

- Las bisagras de las tapas se soldarán a la tapa mediante un cordón de soldadura continuo. En el caso de las tapas de las arquetas de hidrante estarán compuestas por cuatro hojas abatibles con apertura de forma consecutiva por superposición de las mismas.
- La fijación de las tapas al cuerpo de las arquetas se realizará mediante perforación y anclaje a la parte superior de las mismas. Este sistema de fijación deberá garantizar la estanqueidad del conjunto tapas-arqueta. En caso contrario deberá disponerse de un sistema de sellado mediante masilla que garantice dicha estanqueidad.
- Las tapas dispondrán de candados que aseguren su cierre. En el caso de hidrantes será como mínimo un número de dos.

#### 3.30.2 MATERIAL

Las tapas serán de acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2:2006 con un espesor igual o superior a los 3 mm.

Proceso de pintado: el proceso de revestido comprenderá las siguientes fases:

- Desengrase electrolítico durante 5-10 minutos
- Lavado
- Decapado en HCl durante 20 minutos

- Desengrase electrolítico durante 3 minutos
- Lavado
- Cincado electrolítico de espesor no inferior a 5 micras, durante 30 minutos
- Lavado
- Pasivado amarillo durante 120 segundos
- Lavado
- Secado durante 10 minutos a 70°C
- Pintado con pintura de poliéster electrostática en polvo de espesor no inferior a 45 micras en **color verde RAL 6005**
- Secado durante 27 minutos a 235-240°C

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según la norma UNE-EN 10204:2006 garantizando que las tapas suministradas son de acero S-275-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006, no será necesario realizar el control de calidad de la chapa de acero, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, aportará 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y de las soldaduras se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

### 3.30.3 CANDADOS

Diseño:

- Sistema de doble enganche con tratamiento antioxidación
- Cilindro de alta presión
- Llaves iguales al nº 56716
- Modelo Mar50 n de IFAM o similar
- Resistentes en funcionamiento 3.000 horas en cámara de niebla salina, según norma ASTM B-117

Cuerpo: latón extruido niquelado y cromado

Arco: acero inoxidable AISI 316

Muelles: pasadores de bloqueo y tapa: acero inoxidable

Cilindro: cromado

Llaves: latón niquelado

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente, de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que el contratista pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

### 3.30.4 CARRETES DE ENTRADA Y SALIDA DE HIDRANTES

La calidad de los materiales que se instalen debe ser de igual o superior a lo especificado a continuación:

#### Carrete de entrada

El carrete de entrada alojará el purgador de 1", dos válvulas de esfera M-H de 1" y el transductor de presión conforme el siguiente esquema, la longitud del carrete de entrada será en todos los casos de 400 mm.

Tubos: acero al carbono-manganeso tipo S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025:2006 y cumplirán con lo especificado en la norma UNE-EN 10220:2004.

Té: fundición roscada de 1" tipo hembra-hembra.

#### Carrete de salida

El carrete de salida alojará el detector de flujo de 1" y el presostato conforme se indica en los planos correspondientes, la longitud del carrete de salida será en todos los casos de 450 mm.

Tubos: acero al carbono-manganeso tipo S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025:2006 y cumplirán con lo especificado en la norma UNE-EN 10220:2004.

Salidas: 2 tubos roscados de 1" tipo hembra.

#### Revestido de los carretes

El proceso de pintado de los carretes, tanto interior como exteriormente, comprenderá las siguientes fases:

- Desengrase químico a 50-60°C durante 3-5 minutos
- Decapado con ultrasonidos a 40-60°C durante 3-5 minutos
- Desengrase químico a 50-60°C durante 3-5 minutos
- Lavado desmineralizado
- Autodeposición mediante agitación a 20-22°C durante 90-120 segundos
- Secado en horno a 95-110°C durante 30-40 minutos

- Pintado con pintura líquida esmaltada en color azul RAL 5017, de espesor superior a 20 micras
- Secado al aire

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204:2006 de los materiales metálicos conforme lo especificado en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente, de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control de calidad de las soldaduras, ranurado y revestido se realizará conforme lo expuesto en el presente pliego para piezas metálicas.

### **3.31 MARCOS, PASOS EN LOSA Y LOSAS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO**

#### Hormigón:

Todos los componentes del hormigón cumplirán lo especificado en el presente pliego.

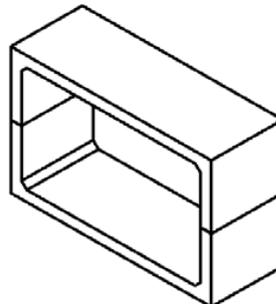
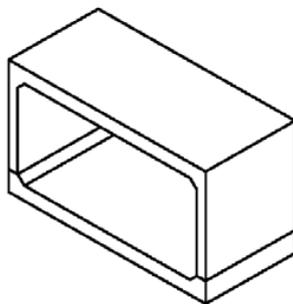
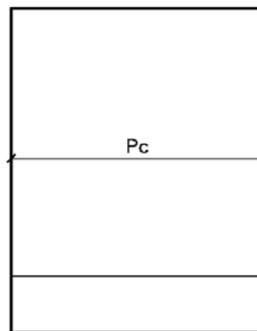
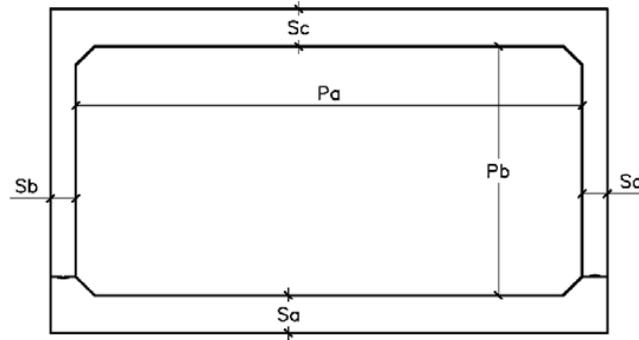
Acero: El acero empleado en barras será del tipo B-500-SD y en mallas B-500-T. Cumplirá lo especificado en la norma EHE-08 para armaduras pasivas.

#### Aspecto: Lo elementos prefabricados no presentarán:

- Coqueras
- Descomposiciones
- Fisuras de retracción
- Fisuras mecánicas
- Discontinuidades

#### **3.31.1 MARCOS**

Los marcos prefabricados se ajustarán a las dimensiones especificadas en el presente pliego con una tolerancia de +/- 2 por mil en medidas longitudinales y transversales.



- P= Cota principal  
- S= Cota secundaria

Dimensiones en cm									
MARCO BIAPOYADO	Pa	Pa Min	Pa	Pb	Pb	Pb Max.	Pc	Pc Min.	Pc Max.
1.50x0.70x2.00	1.50	.48	1.52	.70	0.69	.71	2.00	1.99	2.01
1.50x0.70x4.00	1.50	1.48	1.52	0.70	0.69	0.71	4.00	3.99	4.01
2.00x1.00x1.00	2.00	1.98	2.02	1.00	0.99	1.01	1.00	0.99	1.01
2.00x1.00x2.00	2.00	1.98	2.02	1.00	0.99	1.01	2.00	1.99	2.01
2.00x1.50x1.00	2.00	1.98	2.02	1.50	1.49	1.51	1.00	0.99	1.01
2.00x1.50x2.00	2.00	1.98	2.02	1.50	1.49	1.51	2.00	1.99	2.01
2.00x2.00x2.00	2.00	2.98	2.02	2.00	1.99	2.01	2.00	1.99	2.01
3.00x1.00x2.00	3.00	2.98	3.02	1.00	0.99	1.01	2.00	1.99	2.01
3.00x1.50x2.00	3.00	2.98	3.02	1.50	1.49	1.51	2.00	1.99	2.01

Dimensiones en cm									
MARCO BIAPOYADO	Pa	Pa Min.	Pa	Pb	Pb	Pb Max.	Pc	Pc Min.	Pc Max.
3.00x2.00x2.00	3.00	2.98	3.02	2.00	1.99	2.01	2.00	1.99	2.01
4.00x1.00x2.00	4.00	3.98	4.02	1.00	0.99	1.01	2.00	1.99	2.01
4.00x1.50x2.00	4.00	3.98	4.02	1.50	1.49	1.51	2.00	1.99	2.01
4.00x2.00x2.00	4.00	3.98	4.02	2.00	1.99	2.01	2.00	1.99	2.01
5.00x2.00x2.00	5.00	4.98	5.02	2.00	1.99	2.01	2.00	1.99	2.01
6.00x2.00x2.00	6.00	5.98	6.02	2.00	1.99	2.01	2.00	1.99	2.01

MARCO BIAPOYADO	Sa	Sa Min.	Sa Max.	Sb	Sb Min.	Sb Max.	Sc	Sc Min.	Sc Max.	Sd	Sd Min.	Sd Max.
1.50x0.70x2.00	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15
1.50x0.70x4.00	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15
2.00x1.00x1.00	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15
2.00x1.00x2.00	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15
2.00x1.50x1.00	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15
2.00x1.50x2.00	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15
2.00x2.00x2.00	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15
3.00x1.00x2.00	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20
3.00x1.50x2.00	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20
3.00x2.00x2.00	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20
4.00x1.00x2.00	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20
4.00x1.50x2.00	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20
4.00x2.00x2.00	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20
5.00x2.00x2.00	0.4	0.39	0.40	0.3	0.29	0.30	0.4	0.39	0.40	0.3	0.29	0.30
6.00x2.00x2.00	0.4	0.39	0.40	0.3	0.29	0.30	0.4	0.39	0.40	0.3	0.29	0.30

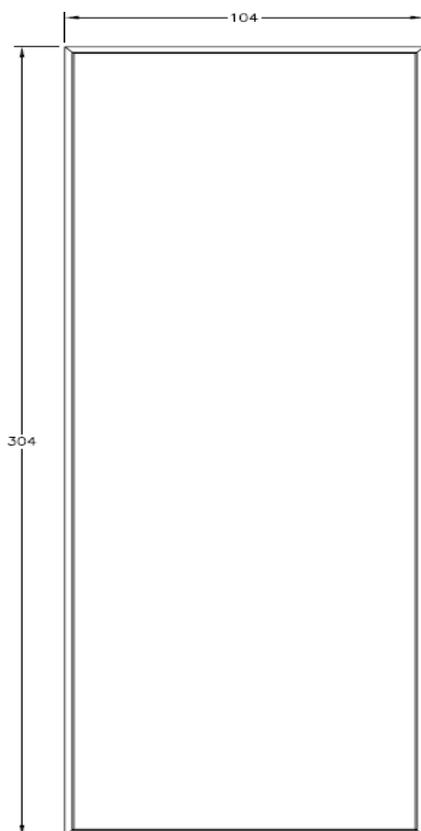
MARCO ARTICULADO	Pa	Pa Min.	Pa Max.	Pb	Pb Min.	Pb Max.	Pc	Pc Min.	Pc Max.
3.00x3.00x2.00	3.00	2.98	3.02	3.00	2.98	3.02	2.00	1.99	2.01
3.00x3.70x2.00	3.00	2.98	3.02	3.70	3.69	3.72	2.00	1.99	2.01
4.00x2.50x2.00	4.00	3.98	4.02	2.50	2.49	2.52	2.00	1.99	2.01
4.00x3.00x1.50	4.00	3.98	4.02	3.00	2.98	3.02	1.50	1.49	1.51
4.00x3.00x2.00	4.00	3.98	4.02	3.00	2.98	3.02	2.00	1.99	2.01
4.00x3.70x2.00	4.00	3.98	4.02	3.70	3.69	3.72	2.00	1.99	2.01
5.00x3.00x2.00	5.00	4.98	5.02	3.00	2.98	3.02	2.00	1.99	2.01
5.00x3.70x1.00	5.00	4.98	5.02	3.70	3.69	3.72	1.00	0.99	1.01
6.00x3.00x2.00	6.00	5.98	6.02	3.00	2.98	3.02	2.00	1.99	2.01
6.00x3.70x2.00	6.00	5.98	6.02	3.70	3.69	3.72	2.00	1.99	2.01

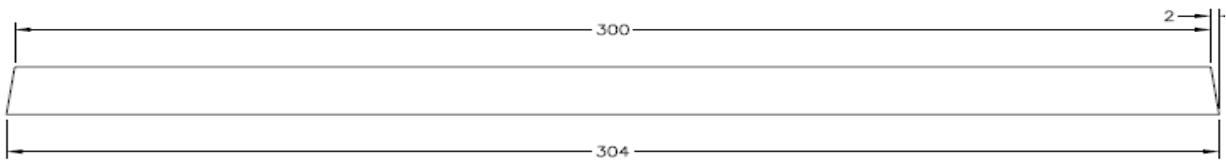
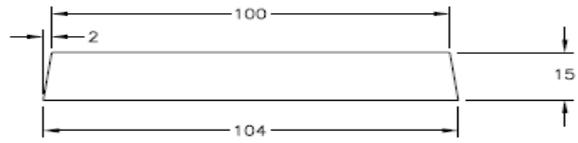
MARCO ARTICULADO	Sa	Sa Min.	Sa Max.	Sb	Sb Min.	Sb Max.	Sc	Sc Min.	Sc Max.	Sd	Sd Min.	Sd Max.
3.00x3.00x2.	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20
3.00x3.70x2.	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20
4.00x2.50x2.	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20
4.00x3.00x1.	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20
4.00x3.00x2.	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20
4.00x3.70x2.	0.3	0.29	0.30	0.3	0.29	0.30	0.3	0.29	0.30	0.3	0.29	0.30
5.00x3.00x2.	0.3	0.29	0.30	0.3	0.29	0.30	0.3	0.29	0.30	0.3	0.29	0.30
5.00x3.70x1.	0.3	0.29	0.30	0.3	0.29	0.30	0.3	0.29	0.30	0.3	0.29	0.30
6.00x3.00x2.	0.4	0.39	0.40	0.3	0.29	0.30	0.4	0.39	0.40	0.3	0.29	0.30
6.00x3.70x2.	0.4	0.39	0.40	0.3	0.29	0.30	0.4	0.39	0.40	0.3	0.29	0.30

### 3.31.2 LOSAS PREFABRICADAS PARA PROTECCIÓN DE TUBERÍAS

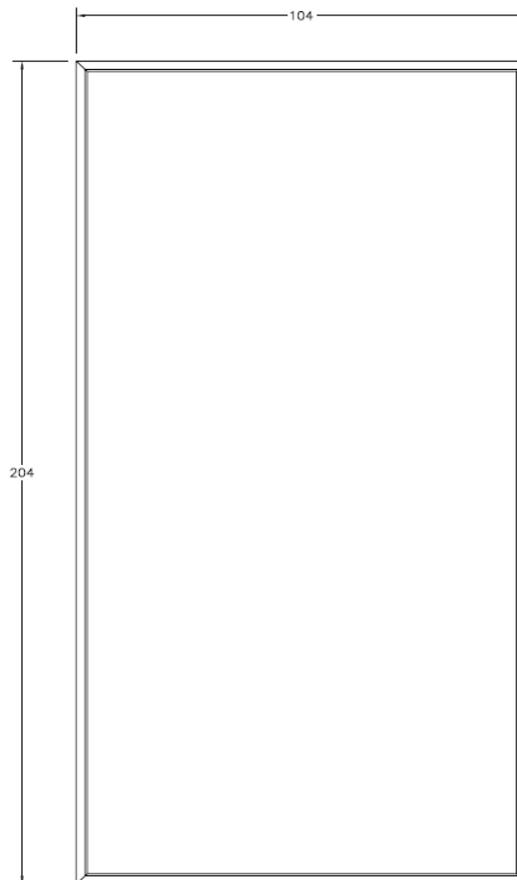
Las losas prefabricadas se ajustarán a las dimensiones especificadas en el presente pliego con una tolerancia de +/- 2 por mil en medidas longitudinales y transversales. Todas las dimensiones están en metros.

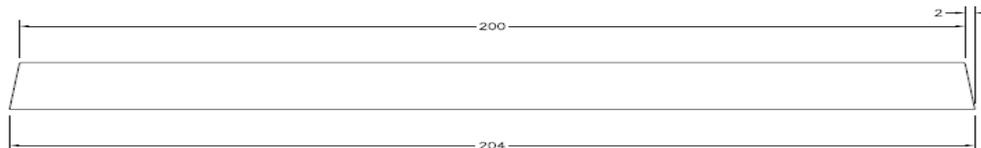
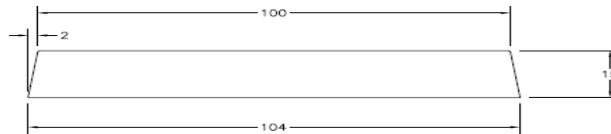
#### Losa 3,00x1,00x 0,15 m





**Losa 2,00x1,00x0,15 ó 1,00x2,00x0,15 m**





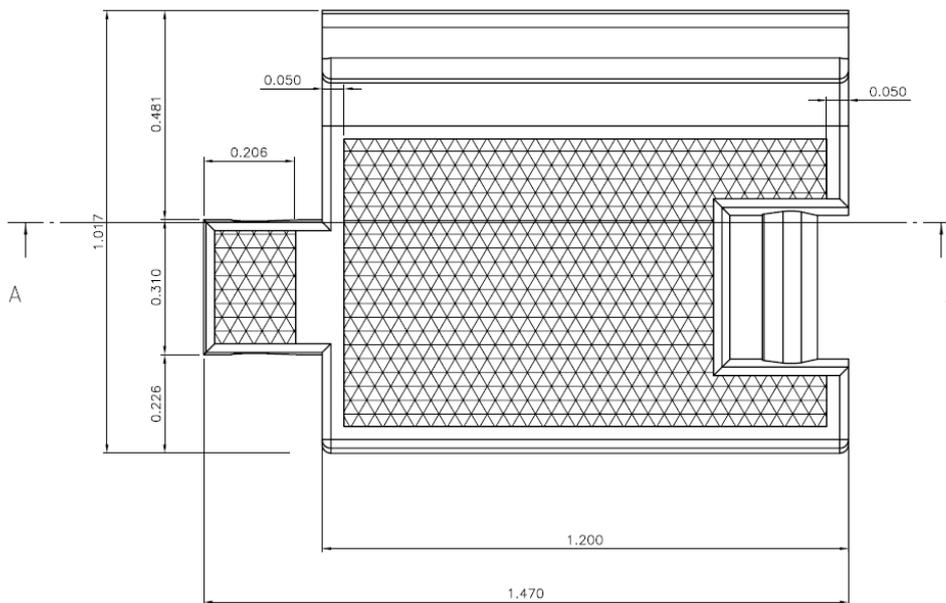
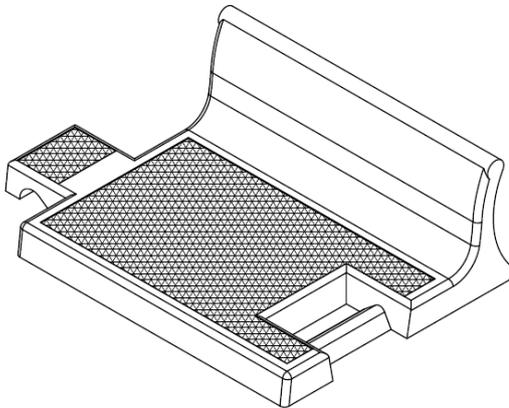
Las losas de protección de la tubería se colocarán en función de lo indicado en la siguiente tabla.

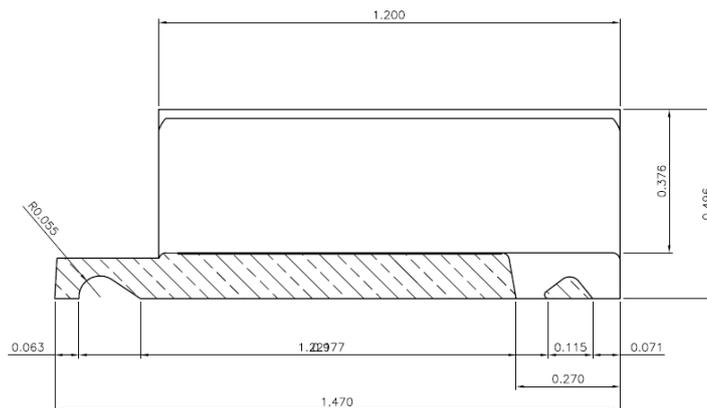
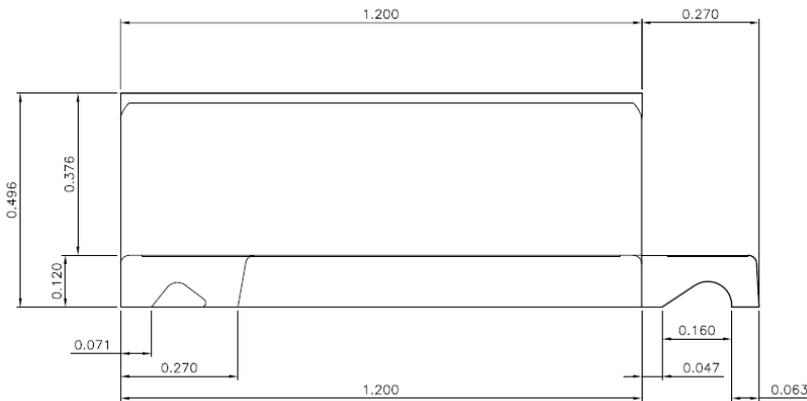
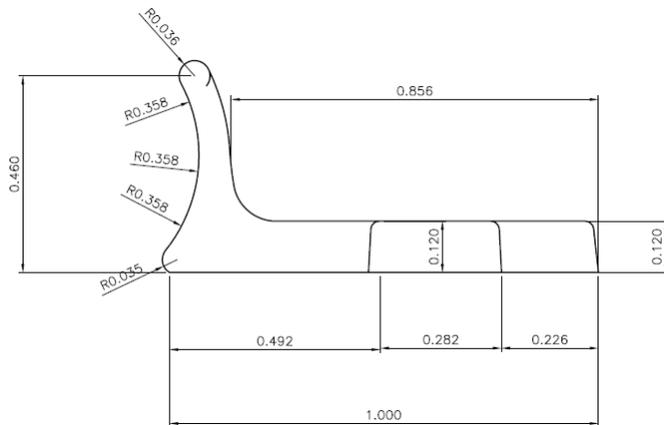
TIPO DE LOSA EN FUNDICIÓN DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA					
TALUDES RECTOS EN EXCAVACIÓN					
DIÁMETRO	BASE DE ZANJA	SUPERIOR DE ZANJA	APOYO SOBRE TERRENO SIN EXCAVAR	ANCHO LOSA MÍNIMO	ANCHO LOSA DEFINITIVO
125	500	500	500	1000	1000
140	500	500	500	1000	
160	500	500	500	1000	
200	500	500	500	1000	
250	500	500	500	1000	
315	500	500	500	1000	
400	700	700	600	1300	2000
450	700	700	600	1300	
500	800	800	600	1400	
600	1000	1000	600	1600	
700	1000	1000	600	1600	
800	1200	1200	600	1800	
900	1300	1300	600	1900	3000
1000	1400	1400	600	2000	
1200	1600	1600	600	2200	
1400	1800	1800	600	2400	
1600	2000	2000	600	2600	

Todas las losas de protección dispondrán de un par de elementos de anclaje embutidas en su cuerpo equidistante y centradamente que permitan su manipulación mediante medios mecánicos.

### 3.31.3 LOSAS PREFABRICADAS O EJECUTADAS IN SITU PARA CORONACIÓN DE BALSA

Las losas prefabricadas se ajustarán a las dimensiones especificadas en el presente pliego con una tolerancia de  $\pm 2$  por mil en medidas longitudinales y transversales. Todas las dimensiones están en metros.





### Marcado:

Todos los marcos, pasos en losa y losas prefabricadas se marcarán de manera visible, indeleble e inequívoca de forma tal que se pueda garantizar la trazabilidad de cada una de ellas.

El fabricante de los marcos, pasos en losa y losas poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y garantizará documentalmente el cumplimiento del presente pliego.

La barrera ejecutada in situ:

Tendrá la dimensión indicada en los planos

Las caras vistas serán lisas, las aristas no presentará descascarillados ni rebabas, y el color será uniforme

La superficie exterior de la barrera será plana

La barrera acabada no presentará fisuras de anchura superior a 1 mm en un número de tramos superior al 2 %

La sección de la barrera no quedará disminuida en ningún punto por la inclusión de objetos extraños.

El agua y los áridos utilizados en la confección de la mezcla cumplirán las prescripciones de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08

Los áridos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración física o química apreciable bajo las condiciones posibles más desfavorables

El cemento utilizado cumplirá lo siguiente: Tipo CEM I, CEM II/A, CEM II/B-S, CEM II/B-V y CEM III/A, con clase resistente 32,5 o 42,5 y principio de fraguado mayor o igual de 2 horas

La armadura longitudinal cumplirá con las exigencias de la EHE08, y las barras corrugadas será B500 SD, con un solape mínimo de 300 mm o cordón de soldadura de 5 mm de longitud

La base de apoyos será estable y resistente

Se cumplirán las condiciones de hormigonado ya establecidas en este pliego

## 3.32 ELEMENTOS RANURADOS

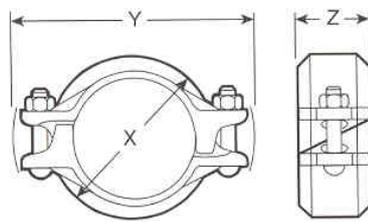
### 3.32.1 DISEÑO

- Cumplirán con la Directiva de Equipamiento Bajo Presión 97/23/CE para los fluidos del grupo 2.

#### Acoplamientos rígidos

- Tendrán aprietes angulares y comprobación del cierre tipo metal/metal.
- Cumplirán la presión de trabajo, dimensiones y pesos máximos que se indican a continuación:

Diámetro exterior (mm)	Presión de trabajo (Bar)	Dimensiones (mm)			Peso (kg)
		A (X)	B (Y)	C (Z)	
114,3	52	157	213	54	2,1
168,3	52	214	289	54	3,7
219,1	28	276	356	62	6,6
273	28	343	425	64	10,6
323,9	28	390	467	64	12
355,6	20	408	505	75	16
406,4	20	467	554	75	17,9
457,2	20	525	607	79	22,3
508	20	582	698	76	26,2
609,6	20	687	803	78	32,1
711,2	17	813	920	127	82
762	17	864	972	127	95
812,8	17	914	1022	127	94
914,4	17	1016	1124	127	96
1016	17	1105	1245	146	123

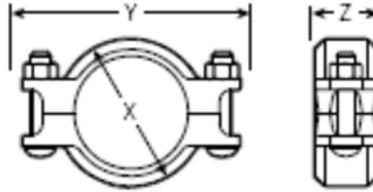


### Acoplamientos flexibles

- Cumplirán la presión de trabajo, dimensiones y pesos máximos que se indican a continuación:

Diámetro exterior (mm)	Presión de trabajo (Bar)	Dimensiones (mm)			Peso (kg)
		A (X)	B (Y)	C (Z)	
114,3	52	157	213	54	2,1
168,3	52	214	289	54	3,7
219,1	28	276	356	62	6,6
273	28	343	425	64	10,6
323,9	28	390	467	64	12
355,6	20	408	505	75	16
406,4	20	467	554	75	17,9
457,2	20	525	607	79	22,3
508	20	582	698	76	26,2

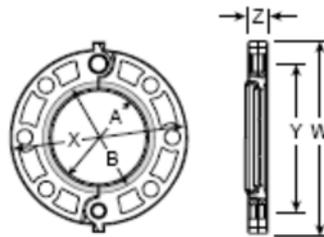
609,6	20	687	803	78	32,1
711,2	17	813	920	127	82
762	17	864	972	127	95
812,8	17	914	1022	127	94
914,4	17	1016	1124	127	96
1016	17	1105	1245	146	123



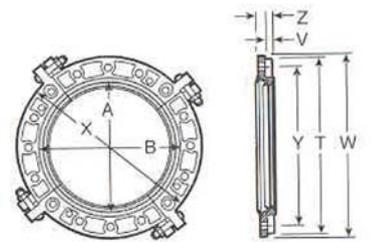
### Adaptadores a brida

Serán conformes con la norma UNE-EN 1092-1-2:2008 :1998 y cumplirán las dimensiones que se especifican a continuación.

Diámetro exterior (mm)	Dimensiones (mm)			
	W	X	Y	Z
60,30	185	165	125	20
73,0	207	185	145	20
88,9	216	200	160	22
114,3	252	229	180	24
159,0	311	285	240	26
165,1	303	280	240	25
168,3	303	278	240	25
219,1 PN10	369	344	296	30
291,1 PN16	360	340	295	30
273,0 PN10	402	382	350	30
273,0 PN16	432	406	362	30
323,9	461	444	410	32

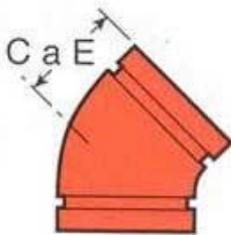


Diámetro exterior (mm)	Dimensiones (mm)					
	T	V	W	X	Y	Z
355,6	495	22	622	533	476	37
406,4	552	22	689	597	540	37
457,0	572	26	737	648	578	40
508,0	641	30	800	699	635	43
610,0	743	35	914	813	749	49



### Codos:

Cumplirán las dimensiones que se especifican a continuación.



Diámetro exterior (mm)	C - E (90°)	C - E (45°)
33,4	57	45
42,4	70	45
48,3	70	45
60,3	83	51
73	95	57
76,1	95	57
88,9	108	64
101,6	114	
108	127	76
114,3	127	76
133	140	83

139,7	140	83
141,3	140	83
159	165	89
165,1	165	89
168,3	165	89
219,1	197	108
273	229	121
323,9	254	133
355,6	280	152
406,4	305	184
457	394	203
508	438	229
609,6	508	280

### 3.32.2 MATERIALES Y REVESTIDO

#### Acoplamientos, adaptadores y codos

- Fundición esferoidal ferrítica tipo: DIN 1693 GGG-42, GGG-38/ ASTM A-536-72:grado 65-45-12 / UNE 1563:98/A1:2002 SS-32.

#### Junta

- EPDM, grado de dureza IRDH 60 conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006

#### Tornillería

- Acero al carbono zincada en caliente de color dorada, conforme ASTM A-449 y ASTM A-183.

#### Revestido, acoplamientos, adaptadores y codos

- Galvanizado en caliente realizado conforme la norma UNE-EN ISO 1461:99 de espesor medio superior a 90 micras y con un espesor local no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99

▪

### 3.32.3 CONTROL DE CALIDAD

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de los materiales metálicos y Certificado de Calidad de Producto conforme lo especificado en el presente pliego, no será necesario realizar un control de calidad de los mismos, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad

ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y aportará con el primer envío: 3 acoplamientos flexibles, 3 acoplamientos rígidos, 1 codo y 1 adaptador a brida, para la realización de los controles que la empresa ejecutora considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

En cuanto al revestido y ranurado cumplirán lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

### 3.33 VENTOSAS TRIFUNCIONALES

Las ventosas trifuncionales se regirán por la norma UNE-EN 1074-4, "Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación. Parte 4: Purgadores y ventosas". Bridas de caras planas conforme la norma UNE-EN 1092-1-2:2002. Distancia entre caras según la norma UNE-EN 558:2008 serie 20.

#### 3.33.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

##### 3.33.1.1 CUERPO

###### A. 1) DISEÑO FUNCIONAL

Es la parte de la válvula en cuyo interior está instalado el sistema de evacuación y/o admisión de aire y de cierre. Será registrable y abierto en su parte superior, donde se cubrirá con la tapa.

En su parte inferior estará la unión con la conducción que en general, será mediante junta de brida autorresistente. Para diámetros iguales o menores de 2" (50 mm) podrán admitirse la unión roscada.

El cuerpo podrá estar preparado para la unión con otros elementos de aeración complementarios, siempre mediante uniones normalizadas.

Interiormente el cuerpo podrá tener nervaduras con el fin de guiar al flotador en su movimiento vertical.

El cuerpo dispondrá de un orificio con cierre de llave por el exterior y unión roscada, situado aproximadamente a nivel de la máxima lámina que el agua pueda alcanzar dentro del mismo, a fin de comprobar la correcta disposición de los sistemas de evacuación y admisión de aire.

###### A. 2) MATERIALES

El cuerpo será de uno de los siguientes materiales: Fundición nodular de calidades

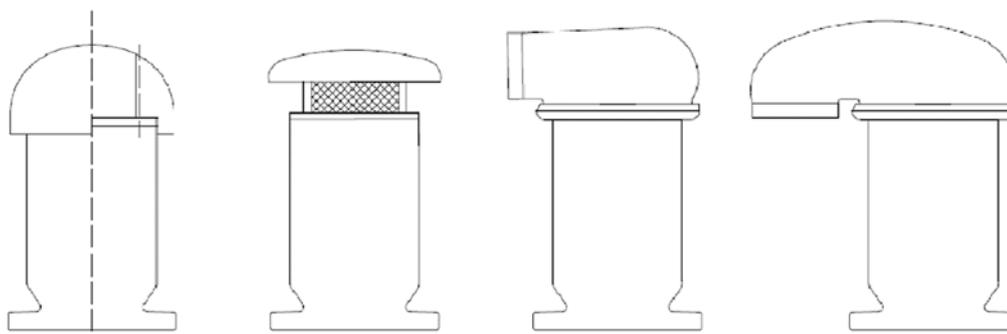
GJS-400-15, GJS-400-18, GJS-500-7 según UNEEN 1563:2012.

### 3.33.1.2 TAPA

#### B. 1) DISEÑO FUNCIONAL

Es el elemento de cierre entre el cuerpo y el exterior. En general, a través del orificio u orificios de aeración existentes en ella, se realiza la evacuación y admisión de aire. Según la dirección de evacuación del aire se pueden distinguir dos tipologías:

- Salida tipo seta: actúa como deflector o difusor de aire
- Salida dirigida: dirige el flujo de aire bien hacia un lado o bien hacia abajo



Salidas tipo seta, salida dirigida hacia un lado y salida dirigida hacia abajo

Debe existir una junta alojada entre cuerpo y tapa que proporciona la estanquidad entre los mismos.

Deberá ser desmontable para acceder a todos los mecanismos internos y poder llevar a cabo labores de mantenimiento y limpieza en caso de ser necesario.

Opcionalmente, podrá existir una rejilla interior de tal manera que se impida la entrada en la red de elementos externos o insectos. Esta rejilla no dificultará el flujo del aire tanto hacia el interior como hacia el exterior.

#### B. 2) MATERIALES

La tapa será de uno de los siguientes materiales:

- Fundición nodular de calidades GJS-400-15, GJS-400-18, GJS-500-7 según UNEEN 1563:2012
- Acero inoxidable de calidades 1.4301, 1.4306, 1.4401, 1.4404 ó 1.4435 según UNEEN 10088-1:2015
- La rejilla podrá ser de acero inoxidable de calidades 1.4301, 1.4401, 1.4404 según UNE-EN 10088-1:2015

### 3.33.1.3 FLOTADOR

#### C. 1) DISEÑO FUNCIONAL

Es el elemento que mediante su movimiento vertical permite el flujo de aire e impide la salida de agua del circuito.

Los flotadores se deben diseñar para resistir la presión a la que son sometidos sin deformación remanente alguna.

En cuanto a la forma, los flotadores deben facilitar el paso del aire, minimizando la superficie de rozamiento para reducir la posibilidad de cierre cinético, existiendo formas esféricas, cilíndricas o compuestas de ambas.

En las válvulas de aducción de aire el disco obturador en su posición de cerrado impide la salida de agua.

#### C. 2) MATERIALES

El material del flotador en contacto con agua deberá ser inalterable en este medio, al aire y al ciclo aire-agua. Igualmente será impermeable y deberá garantizar la inalterabilidad de sus propiedades físicas.

El flotador será de uno de los siguientes materiales:

- Acero inoxidable de calidades 1.4301, 1.4401, 1.4404 según UNE-EN 10088-1:2015. Materiales plásticos: polipropileno, según UNE-EN ISO 19069-1:2015 o ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) según UNE-EN ISO 2580-1:2003

El disco obturador de las válvulas de aducción será de uno de los siguientes materiales:

- Acero inoxidable de calidades 1.4301, 1.4401, 1.4404 según UNE-EN 10088-1:2015.
- Bronce de calidades CC491K, CC499K o latón CB754S según UNE-EN1982:2009.

### 3.33.1.4 SISTEMA DE ESTANQUEIDAD

#### D. 1) DISEÑO FUNCIONAL

La estanquidad en posición de cerrado se consigue mediante el contacto entre una junta solidaria al cuerpo interiormente y el flotador o un obturador metálico elevado por una boya. El sistema de estanquidad permitirá en todo caso la sustitución de la junta.

#### D. 2) MATERIALES

Los elastómeros en contacto con el agua en circulación serán de EPDM (Etileno-propileno-dieno) por su mayor resistencia al ozono y al envejecimiento. Deberán cumplir los requisitos para la clase de dureza 60 o 70 y ser tipo WA, para instalaciones de “suministro de agua potable fría” (para consumo humano), según lo indicado en la norma UNE-EN 681-1:1996.

### 3.33.1.5 JUNTAS DE ESTANQUEIDAD

#### E. 1) DISEÑO FUNCIONAL

Las juntas son dispositivos de estanquidad que deben garantizar el funcionamiento hermético de la válvula en cualquier posición y circunstancia de servicio. Se distinguen:

- Juntas tapa-cuerpo: junta que consigue la estanquidad entre estos dos elementos. En algunos casos, esta junta puede ser la misma que la del sistema de estanquidad.
- Juntas de los enlaces: serán las adecuadas al tipo de enlace y de conducción según la norma UNE-EN 1514-1:1997 para los enlaces de bridas.

#### E. 2) MATERIALES

Las juntas que forman parte de la válvula serán de alguno de los siguientes elastómeros, en ambos casos según la UNE-EN 681-1:1996 (nomenclatura según norma UNE- ISO 1629:2007):

- EPDM (Etileno-propileno-dieno)
- NBR (Caucho nitrílico)

Los elastómeros en contacto con el agua en circulación serán de EPDM por su mayor resistencia al ozono y al envejecimiento.

En ambos casos deberán cumplir los requisitos para la clase de dureza 60 o 70 y ser tipo WA, para instalaciones de “suministro de agua potable fría” (para consumo humano), según lo indicado en la norma UNE-EN 681-1:1996.

### 3.33.1.6 ELEMENTOS INTERNOS

#### F. 1) DISEÑO FUNCIONAL

El diseño de la válvula puede incluir una guía, normalmente un eje, para restringir el movimiento horizontal del flotador, mantenerlo bien posicionado y garantizar una correcta estanquidad en el cierre cuando el flotador se encuentra en la parte superior.

La posición más baja del flotador debe estar limitada para permitir el correcto paso del aire. Este fin se consigue mediante topes en el eje, nervaduras interiores del cuerpo o mediante el uso de rejillas o canastas que dificulten en la menor medida posible el paso del aire.

Las válvulas de aducción precisan de un resorte que ayuda a mantener la estanquidad cuando no se necesita introducir aire en el sistema y de un eje que guíe el disco en su movimiento.

En el caso de purgadores pueden precisar del uso de un mecanismo articulado en forma de palancas para mejorar sus prestaciones a alta presión ya que multiplican el efecto de flotación del flotador.

#### F. 2) MATERIALES

Los materiales empleados deberán ser inalterables a la humedad, al cloro y al ozono. Además, deberán ser suficientemente resistentes para desempeñar su función de manera prolongada en el tiempo. Los materiales a emplear serán:

- Acero inoxidable de calidades 1.4301, 1.4401, 1.4404 según UNE-EN 10088-1:2015.
- Materiales plásticos: polipropileno, según UNE-EN ISO 19069-1:2015 o ABS según UNE-EN ISO 2580-1:2003.

### 3.33.1.7 ENLACES A LA CONDUCCIÓN

#### G. 1) DISEÑO FUNCIONAL

Los elementos de enlace a la conducción aseguran la continuidad hidráulica y mecánica de ésta. Las uniones en general serán mediante bridas, permitiendo uniones roscadas para 2" (50mm) y 1" (25mm).

Las uniones roscadas deberán cumplir las normas UNE-EN ISO 228-1:2003, UNE-EN 10226-1:2004 o UNE-EN 10226-2:2005.

Las bridas autorresistentes son uniones rígidas capaces de soportar esfuerzos de tracción.

Las bridas de enlace a la conducción y el cuerpo de la válvula conformarán una pieza única, formarán ángulo recto con el eje de circulación del fluido. Estarán taladradas y los orificios para los tornillos de unión estarán distribuidos uniformemente en un círculo concéntrico con el eje de paso y deberán cumplir la norma UNE-EN 1092-1:2008/A1 2015 y UNE-EN10922:1998.

No se admitirán taladros roscados en ninguna de las bridas de enlace que permitan la sujeción mediante simple atornillado, ni diseños (nervios, resaltes, etc.) que dificulten la colocación y desmontaje de los tornillos y tuercas de apriete.

#### G. 2) MATERIALES

Las uniones serán del mismo material que el cuerpo de la válvula.

### 3.33.1.8 TORNILLERÍA

#### H. 1) DISEÑO FUNCIONAL

La tornillería presente en una válvula de aeración se puede dividir en:

- Tornillería cuerpo-tapa: elementos de unión entre el cuerpo y la tapa de la válvula.
- Tornillería interna: elementos que forman parte de los sistemas de brazos o ejes.

## H. 2) MATERIALES

Los tornillos serán de uno de los siguientes materiales:

- Acero inoxidable según UNE-EN 10088-1:2015, calidad 1.4301 o UNE-EN ISO 3506-1:2010, calidad A2-70.
- Acero de clase 8.8 según UNE-EN ISO 898-1:2010 con recubrimiento anticorrosivo, sólo para tornillos en el exterior del cuerpo.

### 3.33.1.9 PROTECCIONES

El sistema de protección definido a continuación ha de considerarse independiente de los que puedan corresponder al estudio específico de protección general de la instalación a que se incorporen las válvulas.

Todo el material de fundición nodular llevará una protección anti-corrosión interior y exterior a base de una o varias capas de pintura epoxi-poliamida conforme a lo establecido en la norma UNE-EN 14901:2007. Dicha norma determina que el espesor local mínimo debe ser superior a 200 micras, el espesor medio mínimo igual o superior a 250 micras y en las zonas designadas a continuación se admite un espesor local mínimo de 150 micras:

- Zonas de unión
- Agujeros de pernos
- Marcados autorizados
- Nervaduras Aristas

Previamente a la aplicación de la protección, deberán prepararse las superficies eliminando el polvo, la suciedad y aceites o materias grasas. Se recomienda el sistema de granallado para conseguir una rugosidad homogénea y un endurecimiento superficial. En cualquier caso, el sistema de preparación de superficies deberá alcanzar como mínimo el grado SA 2 1/2 según la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.

El color de la pintura epoxi será azul (PANTONE 3005, RAL 5005, RAL 5007, RAL5010, RAL 5015, RAL 5017) cuando la válvula vaya destinada a la red de abastecimiento de agua para consumo humano y morada (PANTONE 2577, RAL 4001, RAL 4005) para válvulas destinadas a la red de agua reutilizada.

Para cualquiera de las protecciones usadas, deberá tenerse en cuenta el carácter alimentario de agua apta para consumo humano de los recubrimientos a emplear, conforme a lo indicado en el apartado II. Elementos constitutivos.

### 3.33.2 DIMENSIONAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Las válvulas se diseñarán para unas presiones de trabajo conformes con la UNE-EN 1074-1:2001. Las válvulas deben tener una designación PN y cumplir los siguientes valores mínimos de presión, establecidos a 20°C:

PN (BAR)	PFA (BAR)	PMA (BAR)	PEA (BAR)
10	10	12	17
16	16	20	25
25	25	30	35

PFA y PMA se aplican a válvulas en todas las posiciones, desde totalmente abierta a cerrada. PEA sólo se aplica a válvulas que estén totalmente cerradas

- PMF. Presión máxima de diseño: Presión máxima de funcionamiento de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones e incluyendo el golpe de ariete.
- PFA. Presión de funcionamiento admisible: Presión hidrostática máxima que un componente es capaz de soportar de forma permanente en servicio.
- PMA. Presión máxima admisible: Presión máxima, incluido el golpe de ariete, que un componente es capaz de resistir en servicio.
- PEA. Presión de ensayo admisible: Presión hidrostática máxima que puede resistir un componente instalado recientemente, durante un periodo de tiempo relativamente corto, para asegurar la integridad y estanquidad de la conducción.
- PN. Presión nominal: Designación alfanumérica utilizada como referencia, y que se relaciona con una combinación de características mecánicas y dimensionales de un componente del sistema de tuberías. Incluye las letras PN seguidas de un número adimensional.
- STP. Presión de prueba de red Presión hidrostática aplicada a una conducción recientemente instalada de forma que se asegure su integridad y estanquidad.

### 3.33.2.1 PRINCIPIOS DE MANIOBRA

Dado que su funcionamiento ha de ser automático, se describe éste para cada una de las tres funciones de la ventosa:

- a. Evacuación de aire al llenar la conducción: al efectuar el llenado, el aire se escapa a través del orificio mayor sin que el flotador o el mecanismo de cierre del mismo, cualquiera que sea su forma y disposición, sea arrastrado por la corriente de aire; la fuerza resultante del caudal de aire que circula alrededor del flotador, mantiene en posición de abierto el orificio de aeración. Al terminar el proceso de llenado, el nivel de agua va ascendiendo en el cuerpo, al igual que el flotador por la fuerza de elevación, hasta producirse el cierre.
- b. Purga de aire bajo presión de servicio: durante el servicio habrá una acumulación continua de aire en la ventosa, bajando el nivel de agua en su interior, disminuyendo, por lo tanto, la fuerza de elevación. El flotador desciende dejando libre el pequeño orificio de purga, por donde escapa el aire; al ocupar el agua el espacio que queda vacío, el flotador asciende hasta ocupar la posición de cierre.
- c. Entrada de aire al vaciar la conducción: en la operación de vaciado o rotura se produce una diferencia de presiones entre la baja presión interior de la tubería y la presión exterior más alta (presión atmosférica) que puede llegar a producir el aplastamiento de la conducción. Al bajar el flotador por descenso del nivel de agua, queda libre el orificio por donde entra el aire de la atmósfera en la conducción evitando la presión y la formación de vacío.

### 3.33.2.2 CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

Las válvulas se deben diseñar para temperaturas de servicio que vayan desde 0 °C (sin hielo) hasta 40 °C, y para temperaturas de almacenaje entre -20 °C y 70 °C. Para las válvulas fabricadas con materiales cuyo comportamiento mecánico dependa de la temperatura, las presiones PFA, PMA y PEA se deben establecer a 20 °C y, si fuese de aplicación, el fabricante y/o las Normas de producto deben proporcionar un factor de reducción (tabla temperatura/presión) para temperaturas más elevadas.

El diseño de la válvula debe cumplir todas las exigencias de las normas UNE-EN 1074-1:2001 y UNE-EN 1074-4:2001.

La superficie mínima de paso del aire en cada sección será la correspondiente al círculo de diámetro DN, tal y como se indica en la tabla siguiente:

DN	50	80	100	150	200	250	300	350	400
CIRCULO DE DIÁMETRO	50	80	100	150	200	250	300	350	400
SUPERFICIE (mm <sup>2</sup> )	1.963	5.027	7.854	17.671	31.416	49.087	70.686	96.211	125.664

Para calcular dicha sección mínima se tendrán en cuenta todas las secciones con las restricciones de paso existentes en la válvula, tales como las guías y los estrechamientos existentes en el interior del cuerpo, los ejes, la tapa, o las rejillas en caso de existir.

Las ventosas vendrán definidas en todo caso por los siguientes datos:

- DN
- PN
- Superficie mínima de paso
- Capacidad de expulsión de aire a presión diferencial de +0,15 bar
- Capacidad de admisión de aire a presión diferencial de -0,35 bar
- Diámetro de purga
- Presión diferencial a la que se produce el cierre cinético

Cualquier otro diseño o variación del mismo deberá ser debidamente justificado por el fabricante y aprobado por la Dirección de Obra.

### 3.33.2.3 CARACTERÍSTICAS NEUMÁTICAS

El parámetro que caracteriza a cada válvula en particular es su capacidad de aeración. La capacidad de aeración de una válvula expresa el caudal de aire que pasa por el orificio de aeración a una presión diferencial determinada que será la siguiente:

- Evacuación de aire: la presión diferencial es positiva, se recomienda limitar dicha presión a +0,15 bar (+0,015 MPa) para dimensionamiento.
- Admisión de aire: la presión diferencial es negativa, se recomienda limitar dicha presión a -0,35 bar (-0,035 MPa) para dimensionamiento.

Las capacidades mínimas (l/s) exigidas correspondientes a los valores de presión diferencial de referencia serán los señalados en la siguiente tabla:

Q. EVACUACIÓN DE AIRE A +0,15 BAR (L/S)								
DN 25	DN 50	DN80	DN100	DN150	DN200	DN250	DN300	DN400
34	150	340	570	1.100	2.100	3.300	4.700	6.400

Q. ADMISIÓN DE AIRE A 0,35 BAR (L/S)								
DN 25	DN 50	DN80	DN100	DN150	DN200	DN250	DN300	DN400
54	210	480	850	1.900	3.400	5.300	7.600	10.500

La característica declarada por el fabricante debe ser el caudal en función de la presión (capacidad). El fabricante deberá justificar y explicar el procedimiento para la obtención de los valores declarados.

Quando el caudal se mida según las condiciones definidas en los apartados correspondientes de la norma UNE-EN 1074-4, no debe ser inferior al 90% del valor indicado por el fabricante, en dos puntos de la curva, siendo estos puntos indicativos del rango de utilización de la válvula y sus funciones.

El cierre cinético de la ventosa es un fenómeno que se produce cuando durante la evacuación de aire el flotador cierra la válvula antes de la llegada del agua. Esto ocurre debido a que el empuje producido por el aire llega a ser superior al peso del flotador consiguiendo elevarlo. El cierre cinético es un parámetro que dependerá principalmente del diseño de la válvula. Para evitarlo se recomienda limitar la velocidad de llenado de las conducciones de tal manera que se mantengan presiones diferenciales por debajo de 0,15 bar. En todo caso el fabricante deberá declarar, en caso de existir, la presión diferencial positiva que provocaría dicho cierre.

El bloqueo sónico se produce cuando en la admisión de aire se alcanza la velocidad del sonido, a partir del dicho valor, la velocidad y por lo tanto la cantidad de aire admitida, se mantienen constantes.

#### 3.33.2.4 CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

Las dimensiones de las bridas de enlace a la instalación, serán conforme a las normas UNE-EN 1092-1:2008 y UNE-EN 1092-2:1998.

Para  $DN \leq 50$  mm, la unión se podrá realizar mediante enlace roscado. La rosca deberá ser normalizada, con rosca exterior en la válvula de aeración, según normas UNE-EN ISO 2281:2003, UNE-EN 10226-1:2004 o UNE-EN 10226-2:2005.

El diseño interior de la válvula deberá ser tal que el área del cirulo de diámetro DN sea la menor de todas las secciones de paso.

### 3.33.2.5 CONTROL DE CALIDAD

La calidad de los distintos componentes deberá ser asegurada mediante un sistema de control de las materias primas y del proceso de fabricación, que garantice el cumplimiento de las prescripciones técnicas de las normas de referencia utilizadas para la producción de los mismos y los requisitos establecidos en los apartados anteriores.

El sistema de gestión de calidad del fabricante deberá ser conforme a la norma UNE- EN ISO 9001:2015, debiendo disponer del correspondiente certificado.

La Dirección de la obra podrán solicitar la documentación que permita verificar el cumplimiento de los estándares mínimos de calidad especificados en los apartados anteriores, referidas a cada modelo de válvula, y que será la siguiente:

1. Certificado de producto emitido por empresa certificadora acreditada por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) u organismo equivalente para la norma de producto de referencia. Adicionalmente, se podrá solicitar el informe de ensayos efectuados para la obtención de dicho certificado.
2. Certificado de producto emitido por empresa certificadora no acreditada por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) u organismo equivalente para la norma de producto de referencia. Adicionalmente, se podrá solicitar el informe de ensayos efectuados para la obtención de dicho certificado.

En el caso de no disponer de Certificado de producto, la Dirección de Obra podrán considerar la validez y/o suficiencia de un informe de ensayos, que incluirá, al menos, la documentación siguiente:

- Ensayos representativos indicados en que se exponen a continuación sobre los ensayos
- Fotografías de las muestras analizadas con detalle del marcado
- Se deberá garantizar que los componentes incluidos en el informe corresponden con los analizados, y que dicho informe se ha realizado en los últimos cinco años

Los organismos de acreditación deberán ser conformes a lo establecido en la norma UNE-EN ISO/IEC 17011:2004.

Los organismos que actúen como entidades certificadoras o laboratorios de ensayo deberán ser conformes a lo establecido en las normas: UNE-EN ISO/IEC 17065:2012 para entidades que realizan la certificación de producto, UNE-EN ISO/IEC 17021:2011 para organismos que realizan la certificación de sistemas de gestión y UNE-EN ISO/IEC 17025:2005 para laboratorios. El/los laboratorio/s que hayan realizado los ensayos requeridos deberá/n estar incluido/s en uno o varios de los siguientes niveles:

- Laboratorio certificado con UNE-EN ISO 9001 por entidad acreditada por ENAC u organismo equivalente, o laboratorio acreditado por ENAC con UNE-EN ISO/IEC17025, para la realización de los ensayos requeridos. Deberán aportarse los certificados correspondientes, en el caso que así se requiera.
- Laboratorio con sistemas UNE-EN ISO 9001 o UNE-EN ISO/IEC 17025 para la realización de los ensayos requeridos, implantados o mantenidos, pero no certificados o acreditados, respectivamente. La implantación de dichos sistemas deberá estar verificada por entidad certificadora de control de calidad, independiente del laboratorio. En el caso que se requiera deberá documentarse dicha implantación.
- Laboratorio que cumpla los siguientes requisitos:
  - Sistema de aseguramiento interno: disponen de una organización interna de los servicios, de sistemáticas de control de los equipos y de métodos de ensayo/calibración, como garantía de los resultados.
  - Trazabilidad: disponen de control de la trazabilidad de sus medidas, mediante planes de calibración y la realización de intercomparaciones con otros laboratorios. Disponen de procedimientos documentados o normas para la prestación de servicio a los clientes.

En el caso de que así sea requerido, a efectos del caso (3) deberá aportarse la siguiente documentación a fin de comprobar los requisitos anteriores:

- Organigrama con funciones definidas, cualificación y experiencia del personal.
- Manual de calidad.
- Procedimientos o normas de descripción de los ensayos solicitados en la normativa de aplicación.
- Procedimiento predefinido de elaboración y contenido de los informes de ensayo.
- Planes de mantenimiento y calibración de equipos.
- Certificados de calibración de equipos por entidad acreditada por ENAC u organismo equivalente.
- Plan de intercomparación con otros laboratorios o entidades de reconocido prestigio, en caso de disponerse de los mismos.
- Resumen de la sistemática general de aseguramiento de la trazabilidad de las medidas del laboratorio.

- Referencias de ensayos realizados en los cinco últimos años. Deberá acreditarse la realización de al menos 3 ensayos de similares características.
- Inscripción en cualquier relación de organismo reconocidos de ámbito internacional, nacional, autonómico o local.

Tanto en los certificados como en los informes de ensayos se deberá demostrar la trazabilidad del producto a que se hace referencia, así como la identificación del fabricante tanto en las muestras como en la documentación.

La fabricación, montaje y acabado de todos los elementos componentes de las válvulas deberán estar sujetos a un estricto y documentado proceso de autocontrol que garantice la calidad del producto acabado y suministrado.

La Dirección de Obra podrán solicitar el Manual de Control de Calidad del fabricante y en el mismo deberán señalarse las normas oficiales de ensayos que se apliquen, o en otro caso incluirse la descripción detallada de los métodos de ensayo utilizados.

El proceso de autocontrol incluirá, al menos, los conceptos siguientes:

- Materiales
- Composición química
- Estructura molecular
- Características mecánicas
- Tratamientos térmicos
- Otras características
- Fabricación
- Dimensiones, tolerancias y paralelismo
- Soldaduras
- Acabado de superficies
- Comportamiento mecánico
- Protecciones
- Composición química
- Preparación de superficies y espesores
- Comportamiento mecánico
- Comportamiento químico y carácter alimentario de agua para consumo humano, en revestimientos interiores
- Ensayos de verificación del proceso de fabricación. Correspondientes a los requisitos detallados a continuación y en válvulas representativas de la producción:

- Pruebas de presión
- Pruebas de estanquidad
- Pruebas de características neumáticas

Para la determinación de la idoneidad de cada modelo, el fabricante aportará certificado y/o informe de cada uno de los ensayos y pruebas siguientes, para cada gama homogénea de válvulas (entendiendo como tal aquella cuyo diseño es idéntico y de iguales materiales los elementos que la forman):

Ensayos (UNE-EN 1074-1:2001 y UNE-EN 1074-4:2001)				
CARACTERÍSTICA A ENSAYAR	TIPO DE ENSAYO	PARÁMETROS	CONDICIÓN DE APROBACIÓN	
RESISTENCIA MECÁNICA.	RESISTENCIA DE LA CARCASA A LA PRESIÓN INTERIOR Y DE TODOS LOS COMPONENTES SOMETIDOS A PRESIÓN (*1)	PRESIÓN INTERIOR: MÁXIMO DE: <ul style="list-style-type: none"> <li>• PEA</li> <li>• 1,5 X PFA</li> </ul>	DEBE RESISTIR SIN SUFRIR NINGÚN DAÑO	
	RESISTENCIA DEL OBTURADOR A LA PRESIÓN DIFERENCIAL	PRESIÓN DIFERENCIAL: PFA + 5 SI EL PMA INDICADO PARA LAS VÁLVULAS ES MAYOR QUE ESTE VALOR, LA PRESIÓN DIFERENCIAL A APLICAR DEBE SER IGUAL A PMA	EL OBTURADOR DEBE RESISTIR SIN SUFRIR NINGÚN DAÑO.	
ESTANQUIDAD	ESTANQUIDAD	ESTANQUIDAD A LA PRESIÓN INTERIOR (*1)	PRESIÓN INTERIOR: MÁXIMO DE: <ul style="list-style-type: none"> <li>• PEA</li> <li>• 1,5 X PFA</li> </ul>	NO DEBE DETECTARSE NINGUNA FUGA
	ESTANQUIDAD DEL ASIENTO	ESTANQUIDAD DEL ASIENTO A UNA PRESIÓN DIFERENCIAL ELEVADA (*1)	PRESIÓN DIFERENCIAL: 1,1 X PFA CON AGUA DURACIÓN NO INFERIOR A 10 MIN	RATIO DE ESTANQUIDAD A (UNE- EN 122661:2013): NINGUNA FUGA DETECTADA VISUALMENTE DURANTE LA DURACIÓN DEL ENSAYO
		ESTANQUIDAD DEL ASIENTO A UNA PRESIÓN DIFERENCIAL BAJA (*1)	PRESIÓN DIFERENCIAL: 0,5 BAR	NO SE DEBE DETECTAR NINGUNA FUGA
CARACTERÍSTICAS NEUMÁTICAS	FUNCIÓN DE SALIDA DE AIRE	CONFORME A UNE-EN 1074-4 ANEXO A (*2)		
	FUNCIÓN DE ENTRADA DE AIRE	CONFORME A UNE-EN 1074-4 ANEXO B (*2)		

Ensayos (UNE-EN 1074-1:2001 y UNE-EN 1074-4:2001)			
CARACTERÍSTICA A ENSAYAR	TIPO DE ENSAYO	PARÁMETROS	CONDICIÓN DE APROBACIÓN
	FUNCIÓN DE DESGASIFICACIÓN	VERIFICAR MEDIANTE MEDICIÓN DE SECCIÓN, CALCULANDO EL CAUDAL QUE LO ATRAVIESEA EN CONDICIONES SÓNICAS Y COMPARANDO CON EL VALOR EN CATÁLOGOS DE FABRICANTE	DIFERENCIA NO DEBE SER SUPERIOR A $\pm 10\%$
RESISTENCIA A LOS PRODUCTOS DESINFECTANTES		SOLUCIÓN SEGÚN NORMA	LAS PROPIEDADES FUNCIONALES NO DEBEN VERSE AFECTADAS
RESISTENCIA A LA FATIGA	VÁLVULAS CON FUNCIÓN DE ENTRADA Y/O SALIDA DE AIRE	250 CICLOS LLENADO Y DRENAJE CON LA PRESIÓN VARIANDO ENTRE LA ATMOSFÉRICA Y PFA SEGÚN UNE-EN 1074-4 ANEXO C	DEBE SUPERAR LOS ENSAYOS DE ESTANQUIDAD TRAS LOS 250 CICLOS
	VÁLVULAS CON FUNCIÓN DE DESGASIFICACIÓN	2500 CICLOS DE DESGASIFICACIÓN ABRIENDO Y CERRANDO COMPLETAMENTE EN CADA CICLO	DEBE SUPERAR LOS ENSAYOS DE ESTANQUIDAD TRAS LOS 2500 CICLOS
	APERTURA DESPUÉS DE UN CIERRE PROLONGADO	SOMETER LA VÁLVULA A UNA PRESIÓN DE AL MENOS PFA DURANTE 5 DÍAS. EN LAS VÁLVULAS CON VARIAS FUNCIONES SE DEBEN ENSAYAR SIN AISLAR LAS PARTES	LA VÁLVULA DEBE ABRIR CON NORMALIDAD DEBE SUPERAR LOS ENSAYOS DE ESTANQUIDAD TRAS LOS 2500 CICLOS

Ensayos realizados según otras normas				
CARACTERÍSTICA A ENSAYAR	TIPO DE ENSAYO	PARÁMETROS	CONDICIÓN DE APROBACIÓN	NORMA
METALOGRAFÍA	ANÁLISIS DEL GRAFITO	FORMA DE GRAFITO	FORMA V Ó VI	UNE-EN ISO 945:2012
ELASTÓMEROS	ESPECTROSCOPIA INFRARROJA	-	-	UNE 53633:1991

Se realizarán pruebas de capacidad de aeración de cada tipo de válvula, para cada una de las funciones, obteniéndose las curvas correspondientes a las prestaciones de cada diámetro y orificios de aeración correspondientes. Las curvas deberán presentarse en escala tal que permita conocer las capacidades para todas las presiones diferenciales con suficiente precisión. Para los casos en los que

el ensayo no sea posible, se deberá justificar razonadamente la obtención de las capacidades de las válvulas.

Adicionalmente, La Dirección facultativa de las obras podrán solicitar los ensayos (según las normas correspondientes) e informes necesarios que justifiquen el tipo y la calidad del material de cualquiera de los elementos de la válvula, para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

Además, el fabricante deberá facilitar los informes que acrediten la elaboración y los resultados positivos de los ensayos siguientes, realizados por un organismo competente:

- Cumplimiento del Real Decreto 140/2003 de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano
- El recubrimiento cumplirá los ensayos recogidos en la Norma UNE-EN 14901:2007

La Dirección de Obra podrá solicitar que se realicen todos los ensayos que considere necesarios.

### 3.33.3 IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

Toda válvula deberá estar marcada de manera visible y duradera, conforme a lo que se dispone en la norma UNE-EN 1074-1:2001, y deberá de constar:

- DN
- PN
- Identificación del fabricante
- Número de la parte aplicable de esta norma (opcional)
- Identificación de los materiales de la carcasa. Identificación del año de fabricación

Para ventosas de DN < 50, sólo son obligatorias las siguientes marcas:

- PN
- Identificación del fabricante
- Número de la parte aplicable de esta norma (opcional)

La norma UNE-EN 1074-1:2001, establece además que las válvulas conformes a la misma se deben marcar según se define en la norma UNE-EN 19:2002, que permite hacerlo de las dos maneras siguientes:

Marcado integral, es decir marcado en la fundición o en la caperuza/cubierta de la válvula.

Placa de marcado: placa fijada de forma segura al cuerpo o la caperuza/cubierta de la válvula con uno o más marcados obligatorios.

La norma UNE-EN 19:2002 indica como marcados obligatorios los siguientes:

- DN
- PN

- Material
- Nombre o marca del fabricante

Y como marcados suplementarios u opcionales:

- Identificación de la colada
- Año de fabricación

La Dirección de Obra podrán establecer la obligatoriedad de cualquiera de los marcados suplementarios u opcionales, y la manera de realizar dicho marcado, de forma integral o a opción del fabricante (marcado integral o placa de montaje).

#### **3.33.4 EMBALAJE Y TRANSPORTE**

El fabricante deberá embalar y/o proteger las ventosas contra posibles daños mecánicos durante su manipulación, transporte y almacenaje, de forma tal que garantice el perfecto estado de las piezas en el momento de su montaje.

En los acopios no se colocarán directamente unas sobre otras, debiendo separarse mediante palets de madera. Asimismo, las piezas no deben desembalarse del protector de plástico hasta su colocación en su ubicación definitiva.

En los transportes, se evitará el riesgo de contacto directo entre las ventosas o con cualquier elemento, mediante la colocación de separadores de madera (palets) o goma (ruedas).

### 3.34 VÁLVULAS DE MARIPOSA RANURADAS

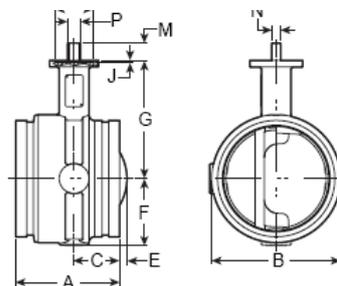
#### 3.34.1 MATERIALES Y REVESTIDO

Las válvulas cumplirán lo especificado a continuación:

- Válvulas: Directiva 2014/68/UE para los fluidos del grupo 2
- Bridas: no lleva, son ranuradas
- Cuerpo: fundido de una sola pieza
- Eje integrado en disco
- Las válvulas con diámetro superior a 150 mm (6") y las instaladas en los hidrantes llevarán reductor. Este reductor y la propia válvula dispondrán de pletina conforme la norma UNE-EN ISO 5211:2018 (tipo F07 para válvulas de  $DN \leq 200$  mm, tipo F10 para válvulas de  $200 < DN \leq 300$  mm)
- Presión de garantía de sujeción segura del asiento elástico: 2065 kPa

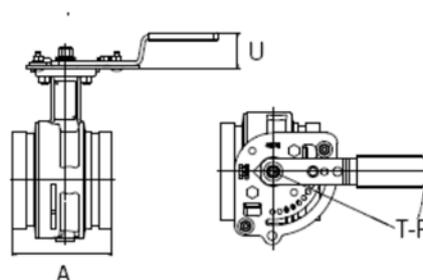
#### 3.34.2 VÁLVULAS DE 4" a 12"

Dimensiones y pesos máximos de las válvulas:



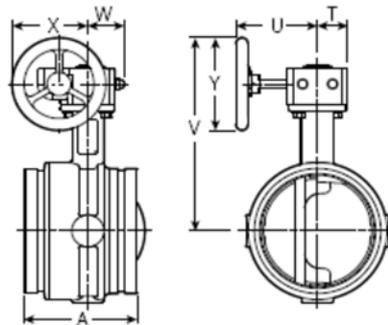
Diámetro (mm)	A (mm)	B (mm)	F (mm)	G (mm)	M (mm)	Peso válvula (kg)
100	117,6	139,7	73,2	133,4	22,6	4,2
250	162,6	311,2	155,7	247,7	57,2	32,7
300	165,1	362,0	181,1	273,1	56,9	39,9

Dimensiones y pesos máximos de las válvulas con palanca:



Diámetro (mm)	A (mm)	T-R (mm)	U (mm)	Peso con palanca (kg)
100	117,6	215,9	41,7	5,4
250	162,6	296,2	114,3	38,1
300	165,1	296,2	114,3	45,4

Dimensiones y pesos máximos de las válvulas con volante:



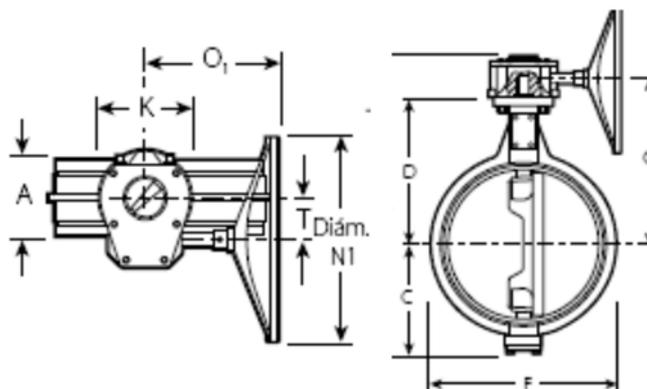
Diámetro (mm)	A (mm)	T (mm)	U (mm)	V (mm)	W (mm)	X (mm)	Y (mm)	Peso con volante (kg)
100	117,6	40,1	112,5	210,3	44,5	92,5	100,1	5,4
250	162,6	73,2	197,1	384,3	82,6	160,0	199,9	39,0
300	165,1	73,2	197,1	409,7	82,6	160,0	199,9	44,2

- ✓ Cuerpo y retén de sellado: fundición dúctil tipo: DIN 1693 GGG-50/ ASTM A-536: grado 65-45-12 / UNE-EN 1563:2019 / EN-JS 1050 conforme la norma UNE-EN 1063:2016
- ✓ Disco: fundición dúctil tipo: DIN 1693 GGG-50/ ASTM A-536: grado 65-45-12 / UNE-EN 1563:2019 / EN-JS 1050 conforme la norma UNE-EN 1063:2016, niquelado por reducción química conforme con ASTM B-733
- ✓ Asiento y juntas del eje: EPDM, grado de dureza IRDH 60 conforme la norma UNE-EN 681-1:1996 y accesorios posteriores
- ✓ Eje: acero inoxidable tipo 416 conforme con la norma ASTM A-582
- ✓ Empaquetadura: latón tipo C36000
- ✓ Rozamientos: fibra de vidrio revestida de TFE
- ✓ Anillo de retención del eje: acero al carbono
- ✓ Tornillería: acero cincado
- ✓ Palanca de maniobra: fundición dúctil tipo: DIN 1693 GGG-42, GGG-38/ ASTM A-536: grado 65-45-12 / UNE-EN 1563:2019/ EN-JS 1050 conforme la norma UNE-EN 1063:2016

- ✓ Barrera térmica: teflón, colocada entre el cuerpo de la válvula y la palanca de maniobra
- ✓ Revestido interior y exterior del cuerpo:
  - Desengrase químico
  - Calentamiento en horno a 200°C
  - Pintado: pintura en polvo epoxi, con espesor mínimo de 20 micras en color RAL 5017
  - Polimerizado en horno a 210°C
- ✓ Revestido de la palanca de maniobra: Galvanizado en caliente realizado conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2010, con un espesor medio y espesor mínimo según lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2010

### 3.34.3 VÁLVULAS DE 14" a 20"

Dimensiones y pesos máximos:



Diámetro (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	F (mm)	G (mm)	K (mm)	N1 (mm)	O1 (mm)	Peso con volante y actuador(kg)
350	254	665	246	327	406	369	200	500	327	70,8
400	267	737	278	358	457	406	220	500	364	91,2
500	292	920	357	409	584	464	285	700	468	174,3
600	305	1017	408	511	678	569	370	700	521	274,4

Números de giros máximos para cerrar la válvula:

- DN 350: 9,5 vueltas

- DN 400: 13,75 vueltas
- DN 500: 52 vueltas
- DN 600: 79,25 vueltas
  
- ✓ Cuerpo: fundición dúctil tipo: DIN 1693 GGG-50/ ASTM A-536: grado 65-45-12 / UNE-EN 1563:2019 / EN-JS 1050 conforme la norma UNE-EN 1063:2016.
- ✓ Disco: fundición dúctil tipo: DIN 1693 GGG-50/ ASTM A-536: grado 65-45-12 / UNE-EN 1563:2019 / EN-JS 1050 conforme la norma UNE-EN 1063:2016, revestido de sulfuro de polifenileno negro (PPS). Disco excéntrico.
- ✓ Asiento: revestido de sulfuro de polifenileno negro (PPS)
- ✓ Juntas y sellado del vástago: EPDM, grado de dureza IRDH 60 conforme la norma UNE-EN 681-1:1996 y accesorias posteriores
- ✓ Vástago superior e inferior: Acero inoxidable tipo 17-4 PH
- ✓ Cojinete: PTFE reforzado
- ✓ Arandela de empuje: bronce
- ✓ Pasador de arrastre del disco: Acero inoxidable tipo 17-4 PH
- ✓ Segmento retención junta: acero inoxidable AISI 304
- ✓ Anillo de retención: acero inoxidable AISI 302
- ✓ Tornillos: acero inoxidable AISI 304
- ✓ Elementos internos: acero inoxidable
- ✓ Revestido:
  - Revestimiento exterior: imprimación de sulfuro de polifenileno (PPS)
  - Revestimiento interior: capa de imprimación y recubrimiento final de sulfuro de polifenileno (PPS), clasificación UL según ANSI/NSF 61
- ✓ Reductor: todas las válvulas con diámetro superior a 150 mm (6") y las instaladas en los hidrantes llevarán reductor, con caja de señalización de fin de carrera. Este reductor dispondrá de pletina UNE-EN ISO 5211:2018 para posterior motorización, solamente se admitirán pletinas en estas condiciones.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de los materiales metálicos y Certificado de Producto del resto de los materiales conforme la normativa aquí expuesta no será necesario realizar un control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará 3 elementos completos o probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el

Certificado correspondiente, para la realización de los ensayos que la empresa ejecutora considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y del ranurado se realizará conforme lo expuesto en el presente pliego para piezas metálicas

#### 3.34.4 ENSAYOS

Si el fabricante posee Certificado de Calidad de Producto conforme la norma UNE-EN 1074: Varios años y actualizaciones aportará los resultados de los ensayos obtenidos con cada envío de válvulas, en caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 y realizará los ensayos que se exponen a continuación conforme la norma UNE-EN 1074: Varios años y actualizaciones. Como mínimo realizará dichos ensayos en 3 unidades de cada tipo de válvula.

##### Resistencia Mecánica:

- Resistencia de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión
- Resistencia del obturador a la presión diferencial
- Resistencia de las válvulas a la flexión
- Resistencia de las válvulas al esfuerzo de maniobra

##### Etanqueidad:

- Etanqueidad de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión:
  - a. Etanqueidad a la presión interior
  - b. Etanqueidad a la presión exterior
- Etanqueidad del asiento:
  - a. Etanqueidad del asiento a una presión diferencial elevada
  - b. Etanqueidad del asiento a una presión diferencial baja
- Par máximo para la maniobra y la estanqueidad.

##### Características hidráulicas y neumáticas:

- Resistencia a la fatiga

#### 3.34.5 MARCADO

Todas las válvulas estarán marcadas de manera visible y duradera con la siguiente información:

- DN
- Identificación de los materiales de la carcasa

- PN
- Identificación del fabricante
- Identificación del año de fabricación
- Norma aplicada
- Marcado “CE”

En válvulas de DN < 50, obligatorias estarán marcadas con la siguiente información:

- PN
- Identificación del fabricante
- Norma aplicada

### 3.35 VÁLVULAS DE ESFERA

La calidad de los materiales de las válvulas será igual o superior a lo especificado a continuación.

#### Diseño

- Cumplirán con la Directiva de Equipamiento bajo Presión 97/23/CE para los fluidos del grupo 2
- Conexiones macho - hembra tipo ISO 7/1 (carrete de entrada)
- Conexiones hembra - hembra tipo ISO 7/1 (filtro cazapiedras)
- Poseerán una perforación en la esfera, como protección frente a las heladas

Cuerpo y esfera: Latón niquelado conforme la norma DIN-17660

Mariposa: Latón recubierta de epoxi

Revestido: Todas las superficies interiores que estén en contacto continuo con el agua y las superficies externas (incluyendo la tornillería) que estén en contacto permanente con el sol, el agua o la atmósfera, serán resistentes a la corrosión y al envejecimiento.

Si el fabricante posee Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite, en caso contrario con el primer envío, el fabricante aportará 3 unidades completas o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado para piezas metálicas.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1074:2001 no será necesario realizar un control de calidad de las válvulas. En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y realizará los ensayos y el marcado expuestos en el presente pliego para las válvulas de mariposa ranuradas.

### **3.36 TES DE 1"**

- Fundición gris para soldar en negro, conforme la norma UNE-EN 1561:98

### **3.37 MANGUITO DE 1/8"**

- Fundición gris para soldar en negro, conforme la norma UNE-EN 1561:98
- Conexiones hembra - hembra tipo ISO 7/1 (filtro cazapiedras)

### **3.38 MANGUITO DE ROSCA INTERIOR DE 1"**

- Fundición gris para soldar en negro, conforme la norma UNE-EN 1561:98. Rosca cilíndrica conforme la norma UNE-EN ISO 228-1:2003 (BSP)

### **3.39 TUBO DE ROSCA INTERIOR DE 1"**

- Fundición gris para soldar en negro, conforme la norma UNE-EN 1561:98. Rosca cilíndrica conforme la norma UNE-EN ISO 228-1:2003 (BSP). Longitud del tubo: 19 mm.

### **3.40 SOLENOIDE**

Tres vías, biestable (latch) de 2 hilos. De 12-50 VDC, tiempo de pulso 20-100 ms. Resistencia de la bobina 4.2  $\Omega$  Rango de trabajo 0-10 bar, orificio de la base 2.2 mm.

### 3.41 FILTRO CAZAPIEDRAS

La calidad de los materiales del filtro será igual o superior a lo especificado a continuación.

#### Diseño

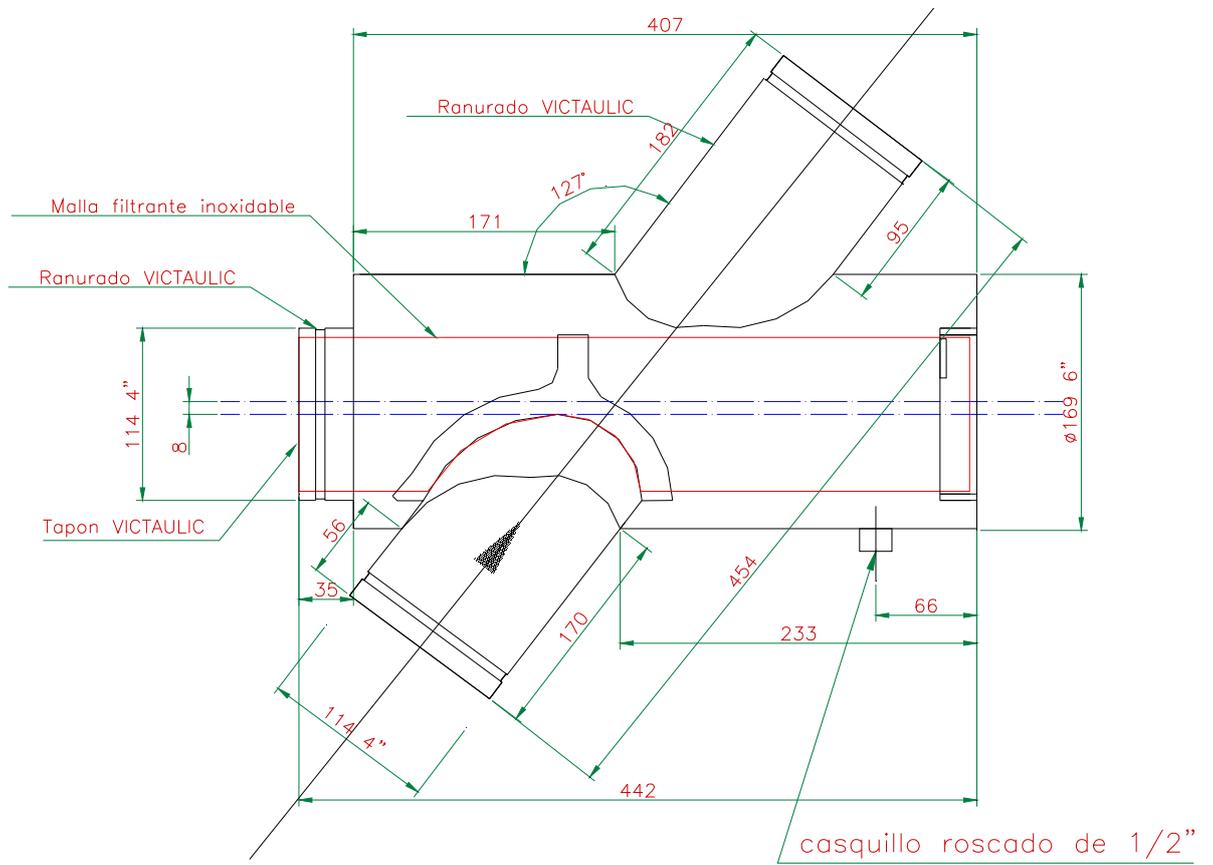
El filtro interiormente dispondrá de un tope para el correcto asiento de la malla filtrante conforme lo especificado en los planos correspondientes. Así como una tapa superior desmontable y ranurada victualic para permitir la limpieza interior del filtro y una salida de 1" en la parte más baja del filtro.

A esta salida de 1" deberá poderse conectar una válvula hidráulica o de seccionamiento con apertura controlada por electroválvula con accionamiento eléctrico desde el sistema de telecontrol.

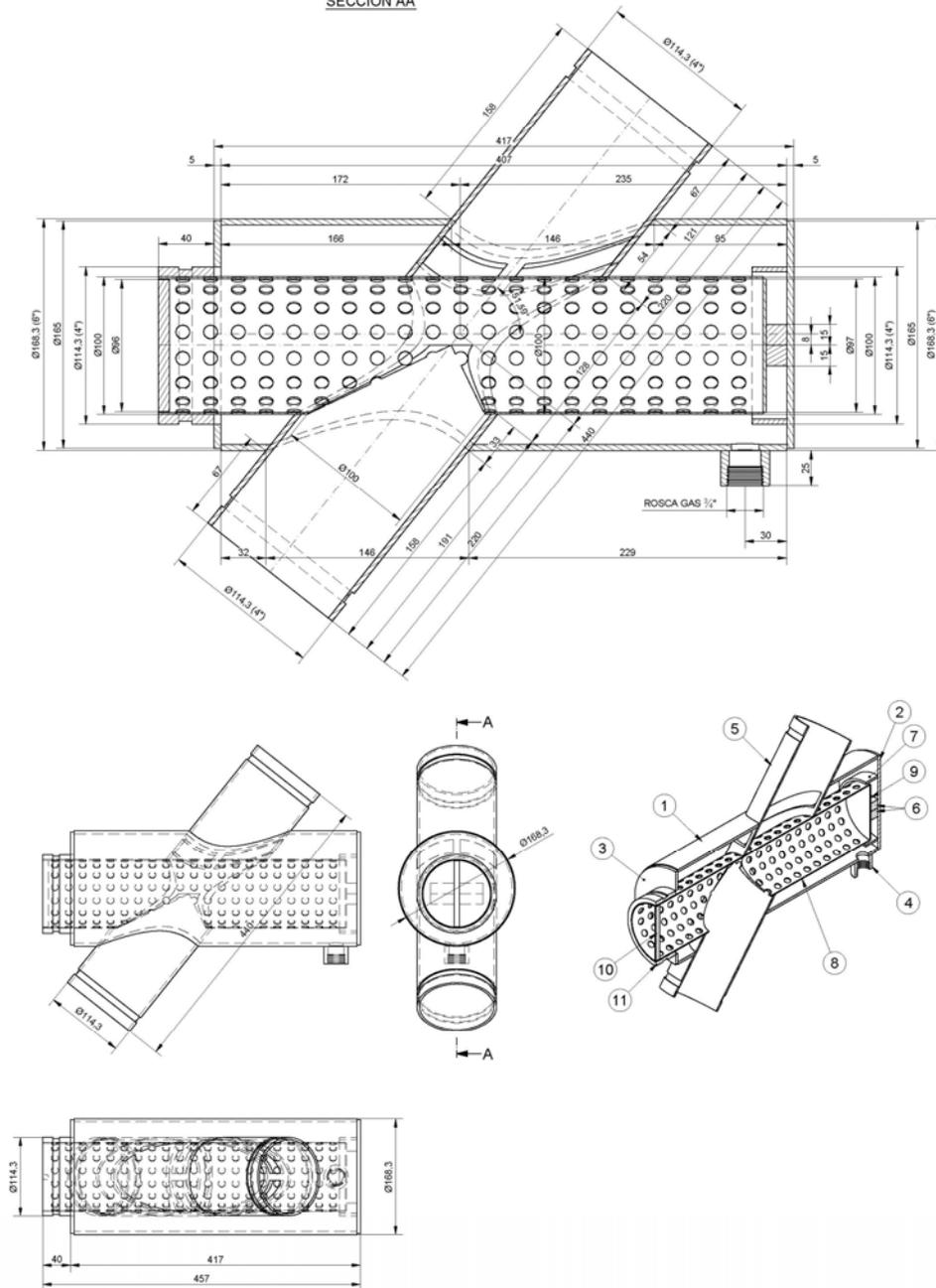
#### Dimensiones

Los filtros cazapiedras cumplirán las especificaciones dimensionales que se indican a continuación:

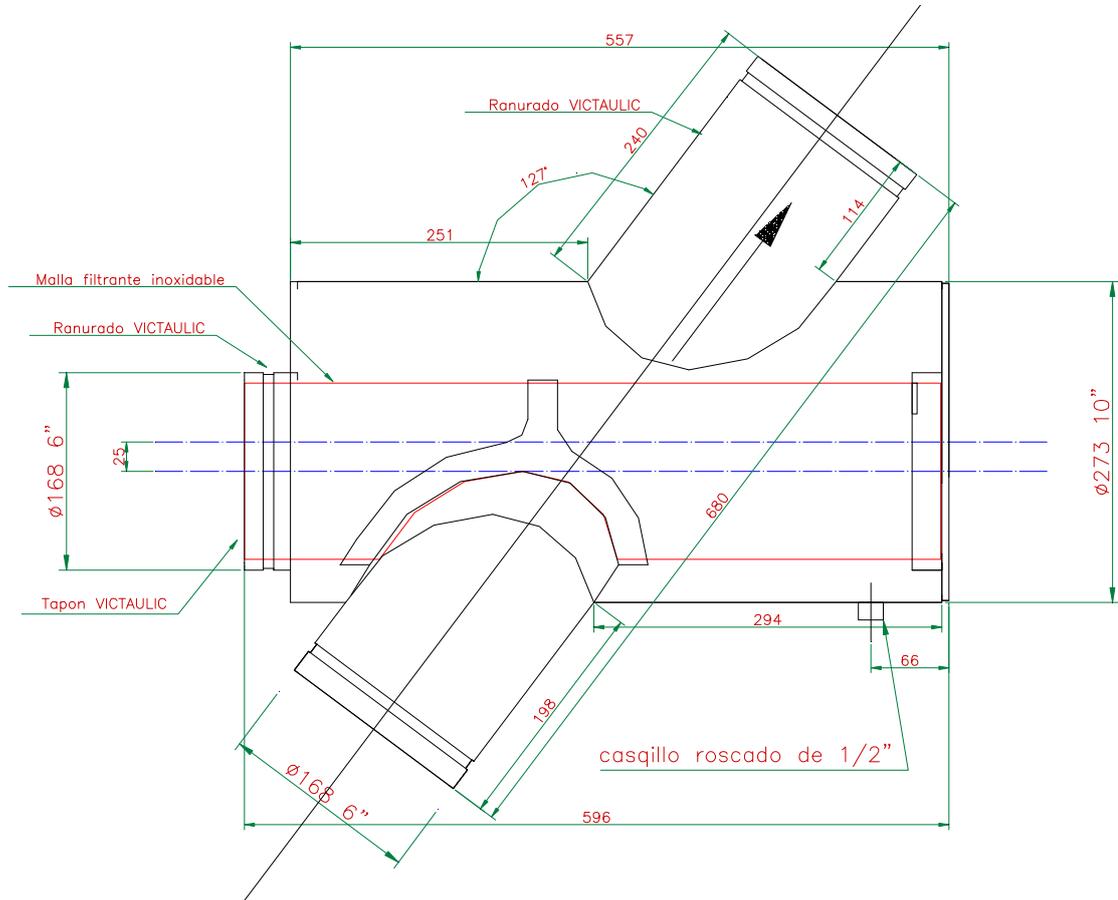
FILTRO DE 4 "

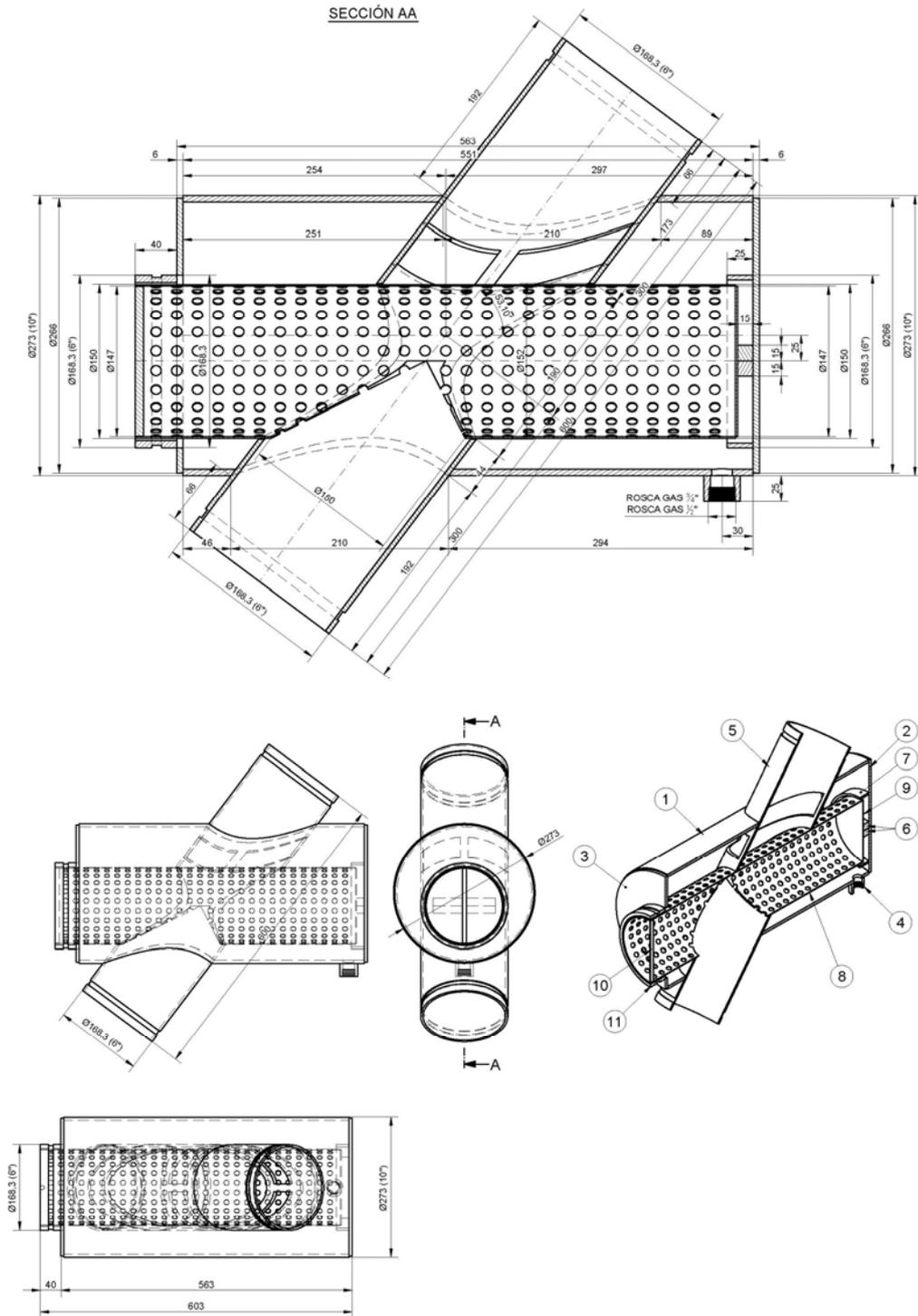


SECCIÓN AA



FILTRO DE 6 "





**Malla filtrante:** Acero inoxidable X5CrNi18-10 (AISI 304) conforme la norma UNE-EN 10088-1:2006, con un espesor igual o superior a 1 mm. La malla estará perforada con agujeros de diámetro igual a 3 mm

separados 5 mm entre ejes. La superficie perforada será inferior al 48% del total de la superficie de la malla.

Cuerpo del filtro: Acero al carbono-manganeso S-275-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1:2006, con un espesor igual o superior a 4 mm. Las dimensiones y masas serán conformes a la norma UNE-EN 10220: 2004.

Revestido:

El proceso de pintado de los filtros cazapiedras, tanto interior como exteriormente, comprenderá las siguientes fases:

- Desengrase químico a 50-60°C durante 3-5 minutos.
- Decapado con ultrasonidos a 40-60°C durante 3-5 minutos.
- Desengrase químico a 50-60°C durante 3-5 minutos.
- Lavado desmineralizado.
- Autodeposición mediante agitación a 20-22°C durante 90-120 segundos.
- Secado en horno a 95-110°C durante 30-40 minutos.
- Pintado con pintura líquida esmaltada en color azul RAL 5017, de espesor superior a 20 micras.
- Secado al aire

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204:2006 de los materiales metálicos conforme lo especificado en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente, de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control de calidad de las soldaduras, ranurado y revestido se realizará conforme lo expuesto en el presente pliego para piezas metálicas.

## 3.42 VÁLVULAS HIDRÁULICAS

### 3.42.1 Materiales y revestido

La calidad de los materiales será igual o superior a lo especificado a continuación.

Diseño:

Deberán de ajustarse a lo establecido en la siguiente normativa: Directiva de Equipamiento bajo Presión 97/23/CE para los fluidos del grupo 2. Norma UNE-EN 1074.

Dimensiones y pesos máximos:

Diámetro (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Peso (kg)
			(sin detector de posición)	
80	250	200	210	19
100	320	223	242	28
150	415	306	345	68

Bridas: no lleva, son ranuradas compatible con el sistema Victaulic o similar

Cuerpo y tapa: fundición de hierro nodular, conforme la norma UNE-EN 1563:98

Diafragma: de asiento plano semirrígido compuesto por caucho natural reforzado (NR) conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:2006, con plástico VRSD (disco de cierre radial vulcanizado)

Muelle: acero inoxidable AISI 302

Microtubo: polietileno de baja densidad PE 32, conforme con la norma UNE 53367:2005

Tornillería exterior: acero enchapado con zinc-cobalto

Tornillería interior: acero inoxidable tipo AISI 316

Conjunto de cierre:

- Diafragma: Caucho natural reforzado (NR)
- Cierre: Nylon reforzado con fibra de vidrio

Conjunto del impulsor:

- Guía: Acero inoxidable AISI 303
- Pivotes y soportes: Carburo de tungsteno
- Alineador superior del flujo: Nylon reforzado con fibra de vidrio
- Impulsor: Polipropileno

Conjunto de la caja del impulsor:

- Asiento de cierre: NBR (Buna-N) Latón vulcanizado
- Caja del impulsor y alineador inferior del flujo: Nylon reforzado con fibra de vidrio
- Anillos en O (Junta tórica): NBR (Buna-N) Latón vulcanizado

Filtro en línea: integrado en el circuito de microtubo previo a la entrada en los pilotos y electroválvulas

Revestido: todas las superficies interiores que estén en contacto continuo con el agua y las superficies externas (incluyendo la tornillería) que estén en contacto permanente con el sol, el agua o la atmósfera, deben ser resistentes a la corrosión y al envejecimiento.

### 3.42.2 Indicador de posición

Pistón guía, eje indicador y cola de milano del protector: latón CuZn39Pb3, conforme con la norma EN 12164: 98

Junta tórica de estanqueidad: NBR

Junta-collarín de estanqueidad: poliuretano

### 3.42.3 Sistema de limitación de caudal interno

La válvula poseerá un tubo-orificio de PVC, instalado como parte integral en el circuito de control de caudales y con el cual se obtendrá una presión diferencial  $\Delta P$  directamente proporcional al caudal. Esta  $\Delta P$  es captada por el piloto Servo 2/3, que se "abre o se cierra" en respuesta a la misma. La apertura y el cierre del piloto hacen que la válvula responda conforme a este, limitando así a un caudal deseado y pre-calibrado. Es decir, cuando este  $\Delta P$  se encuentra por encima de un  $\Delta P$  estipulado en el piloto, éste permitirá un paso en el circuito de la presión aguas arriba hacia la cámara de control de la válvula, la cual reaccionará generando así un cierre de la válvula, hasta que el caudal que esté pasando por la válvula sea igual o menor a lo requerido (el  $\Delta P$  estará por debajo de lo calibrado).

Diseño:

- El diámetro interno del orificio se calculará y se fabricará según el tamaño de la válvula y la limitación de caudales requerida
- Instalación simple y cómoda
- Instalación interna
- Pérdida de carga baja
- Amplio rango de regulación

#### 3.42.4 Pilotos

- Piloto limitador de caudal: 0,2 – 1,7 bar
- Piloto limitador de presión: 1 – 7 bar
- Número de vías: dos
- Circuito de Control: pilotos de 2 vías + Ejector. Este circuito contará con el conexionado y la valvulería que permita un control manual “in situ” del funcionamiento de la válvula hidráulica que domina sin que esta pierda su capacidad de limitación de caudal y de regulación de presión a través de sus pilotos.

#### 3.42.5 Control de calidad

Si el fabricante posee Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego y garantiza documentalmente el cumplimiento de las especificaciones definidas en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, en caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada tipo de válvula, entendiéndose por tipo de válvula diámetro y presión nominal, para poder realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y del ranurado se realizará conforme lo especificado para piezas metálicas.

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y realizará los ensayos y el marcado que se exponen a continuación.

Para ello deberán reproducirse en el banco de ensayos las condiciones de instalación de la válvula hidráulica en hidrante, junto con el resto de elementos.

Las válvulas hidráulicas se probarán con el fin de comprobar la regulación y la precisión de las mismas. No sólo se observará la correcta apertura/cierre y la estanquidad de las válvulas sino también es necesario un control de los ajustes de presión y de caudal.

##### Pruebas de fábrica:

Los bancos de pruebas estarán preparados para poder realizar ensayos reproduciendo las siguientes condiciones:

- a. Según indique la Dirección de Obra (D.O.), instalación de la válvula hidráulica aislada y/o en el conjunto hidrante con el resto de elementos, y en el correcto orden de disposición.
- b. Según indique la D.O., se deberán reproducir geoméricamente las condiciones de entrada de las tuberías que conectan con la línea del hidrante, respetando materiales, diámetros interiores, así como elementos de conexión entre los mismos.
- c. Tamaños 3", 4" y 6".
- d. Los márgenes de caudal y presión serán los suficientes como para realizar todos los ensayos previstos en este protocolo. La válvula hidráulica de mayor tara, tanto en presión como en caudal, se tomará como referencia.

Los aparatos de medidas deberán estar verificados por una empresa homologada por el Organismo pertinente. La Dirección de Obra podrá contrastar los aparatos del banco.

Todas las válvulas serán sometidas a una inspección visual general con el fin de detectar posibles desperfectos. En el caso de existir no conformidades se registrarán para poder revisar la subsanación del problema.

Todas las válvulas hidráulicas deberán llevar una etiqueta en donde se refleje:

1. Modelo
2. Descripción
3. Nº de serie
4. Fecha de fabricación

En todas las válvulas hidráulicas, y en lugar visible, se marcarán los siguientes datos:

1. Nº de la válvula hidráulica (indicación de la D.O.)
2. Presión de tara en bares o m.c.a.
3. Caudal de tara en m<sup>3</sup>/h o l/s

En al menos tres válvulas hidráulicas de cada diámetro y presión nominal se obtendrán las medidas geométricas: Diámetro de la ranura, diámetro de la sección interior, altura de la válvula hidráulica, ancho de la misma, etc....

Todos los dispositivos de regulación y limitación y contaje estarán debidamente precintados, de manera que no puedan ser manipulados fácilmente, y en caso contrario quede constancia de ello.

Las pruebas se efectuarán sobre lotes de cada diámetro sorteados por la Dirección de obra, y se incluirán cuatro válvulas hidráulicas, preferiblemente aquellas que trabajan en rangos de presiones y caudales más ajustados (según criterio de la D.O.), de cada lote de cincuenta válvulas hidráulicas o

fracción. El número de válvulas de cada lote y las de prueba se podrán alterar conforme a las exigencias de la obra.

Las pruebas serán las siguientes:

- a. Precisión del regulador de presión
- b. Ajuste del regulador de presión
- c. Precisión del limitador de caudal
- d. Ajuste del limitador de caudal
- e. Apertura/Cierre a Q mínimo

La **aceptación de los lotes precisa del siguiente cumplimiento:**

- ✓ Que las cuatro válvulas hidráulicas cumplan satisfactoriamente las seis pruebas A, B, C, D y E.
- ✓ Que el incumplimiento de una de las pruebas de tan sólo uno de las válvulas hidráulicas, las cuatro válvulas hidráulicas del lote extraídas en un segundo muestreo cumplan satisfactoriamente las seis pruebas.
- ✓ Si se incumplen las pruebas B y D se obligará al proveedor volver a regular todas las válvulas hidráulicas, pero si las incumplidas son las A, C y E el lote de válvulas quedará rechazado, prescribiéndose todo él para instalación en obra.

### 3.42.6 Pruebas del regulador de presión

#### 1.- Prueba de Precisión (PRUEBA A)

La prueba de precisión del regulador de presión de la válvula hidráulica se realizará para tres valores de presión distintas aguas arriba: 1, 2 y 3 kg/cm<sup>2</sup> por encima de la presión de tara, Pt.

Se entenderá que el regulador tiene buena precisión si la diferencia entre los valores extremos medidos aguas debajo de la válvula es  $\leq 0,4$  kg/cm<sup>2</sup>.

#### 2.- Prueba de ajuste (PRUEBA B)

La prueba del ajuste del regulador de presión de la válvula hidráulica se realizará para tres valores de presión distintas aguas arriba: 1, 2 y 3 kg/cm<sup>2</sup> por encima de la presión de tara, Pt.

Se entenderá que el regulador está bien ajustado si ninguno de los tres valores queda fuera del intervalo Pt - 0,2 kg/cm<sup>2</sup>: Pt + 0,2 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.42.7 Pruebas del limitador de caudal

El limitador de caudal se deberá tarar un 10% por encima del caudal designado.

#### 1.- Prueba de precisión (PRUEBA C)

De manera semejante a la prueba anterior, ésta se realiza para tres valores de presión aguas arriba de la válvula hidráulica superiores a la presión de tara  $P_t$  y con una presión aguas abajo menor que  $P_t$ , usualmente cerca de la presión atmosférica (válvula de aguas abajo abierta).

Se entenderá que el limitador tiene buena precisión si la diferencia entre los valores extremos del caudal instantáneo medido es  $\leq 10\%$  del caudal de tara ( $Q_t$ ).

### 2.- Prueba de ajuste (PRUEBA D)

De igual manera, ésta se realiza para tres valores de presión aguas arriba de la válvula hidráulica superiores a la presión de tara  $P_t$  y con una presión aguas abajo menor que  $P_t$ , usualmente cerca de la presión atmosférica (válvula de aguas abajo abierta).

Llamando  $Q_t$  al caudal de tarado de la válvula hidráulica se entenderá que el limitador está bien ajustado si ninguno de los tres valores queda fuera del intervalo  $Q_t - 4\%$   $Q_t + 4\%$ .

### 3.- Prueba de apertura/cierre a caudal mínimo (PRUEBA E)

Todos los hidrantes probados deben garantizar un cierre/apertura a los caudales mínimos que se expresan en la siguiente tabla, con una correcta regulación:

Tamaño hidrante	$Q_{min}$ (m <sup>3</sup> /h)
Hidrante de 3"	10
Hidrante de 4"	15
Hidrante de 6"	20

## 3.43 VÁLVULAS DE COMPUERTA

### 3.43.1 MATERIALES Y REVESTIDO

Las válvulas cumplirán la Directiva 2014/68/UE. Las bridas cumplirán con la norma UNE-EN 1092-1:2019, distancias entre caras opuestas conforme la norma UNE-EN 558:2018 serie 14.

La compuerta será guiada. La tuerca que une el eje de la válvula y la compuerta estará embutida en la compuerta.

La calidad de los materiales será igual o superior a lo especificado a continuación:

Cuerpo: fundición dúctil EN GJS500 (GGG-50), según la norma UNE-EN 1563:2019.

Eje: Acero inoxidable X20Cr13 (AISI 420) conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, con la rosca laminada en frío.

Empaquetadura: sellado superior de NBR, 2 juntas tóricas internas y 2 juntas tóricas externas alojadas en un cojinete de plástico con manguito inferior de EPDM.

Cojinete: nylon 6.6 grado S 223 F.

Compuerta: fundición dúctil EN GJS500 (GGG-50), según la norma UNE-EN 1563:2019, vulcanizada con caucho EPDM, equipada con una tuerca de latón, CZ 312 según BS 2874 que acopla la compuerta al eje. El cuerpo lleva guías para guiar la compuerta y evitar su movimiento durante el manejo.

Collarín de empuje: latón CZ 132, según BS 2872.

Tornillos embebidos: acero inoxidable A2, con cabeza cilíndrica para herramienta tipo allen, avellanados y sellados con silicona.

Junta perfil: EPDM con orificios para la protección de los tornillos y embutida en la tapa.

Eje telescópico:

Sólo existirá en aquellas válvulas de diámetro > 150mm.

- Tubo de protección, tapa y cubierta: polietileno PE según las especificaciones de la norma UNE-EN 12201:2012.
- Eje: acero galvanizado conforme la norma UNE-EN ISO 1461:99 con un espesor mínimo y medio no inferior al indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99
- Acoplamiento: fundición dúctil galvanizada conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2010
- Muelle: acero inoxidable

Trampillón:

- Cuerpo: polietileno de alta densidad
- Tapa: fundición gris EN GJL200 (GG-20) conforme la norma UNE-EN 1561:2012
- Tornillería: acero inoxidable A2
- Inscripción: Nylon 6.6 grado S 223 F
- Normalización: dimensiones según DIN 4059
- Ensayos: resistencia de carga cíclica según EN 7057, carga 5.000 kg, ciclos 8.000, resistencia a la carga continua 82,5 KN

Revestido:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Precalentamiento hasta 200 grados
- Pintura polvo epoxy espesor mínimo 150 micras de poliuretano alifático RAL5017

Pares máximos de maniobra

Las válvulas deben cumplir con los siguientes pares máximos de maniobra, a presión nominal, según DIN 3230 apartado 2 (accionamiento mediante volante):

DN	50	40 Nm
	65	60 Nm
	80	60 Nm
	100	80 Nm
	125	80 Nm
	150	80 Nm
	200	120 Nm
	250	180 Nm
	300	200 Nm

Si el fabricante posee Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada tipo de válvula, para poder realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1074:Varios años y actualizaciones, no será necesario realizar un control de calidad de las válvulas, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y realizará los ensayos y el marcado expuestos en el presente pliego para las válvulas de mariposa ranuradas.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas

### 3.44 VÁLVULAS DE MARIPOSA EMBRIDADAS

Las válvulas de mariposa serán todas de presión de trabajo hasta 16 atm y cumplirán las siguientes especificaciones:

- Directiva 2014/68/UE para los fluidos del grupo 2
- Distancia entre caras según la norma UNE-EN 558:2018 serie 20
- Serán de eje horizontal, centrado en la mariposa con anillo envolvente.

- El accionamiento será en función del diámetro nominal de la válvula. Para válvulas menores de DN 1.000 el accionamiento será mediante desmultiplicador motorizable, mientras que para DN 1.000 o mayor será mediante motor reductor. Todas las válvulas tendrán prolongación del cuello de la válvula hasta la superficie.
- El accionador (motor reductor para DN 1.000 o mayor) será compatible para poderle alimentar con un grupo electrógeno directo y poseerá un mando local integrado en las válvulas enterradas.
- El desmultiplicador, con caja de señalización de fin de carrera, tendrá un grado de protección IP-68 (para inmersión continua en agua a una profundidad de 10 metros), conforme a la norma CEI-60529:2001
- La prolongación estará formada por un tubo exterior mecanosoldado con protección IP-68 que incorporará eje de arrastre de una sola pieza, asegurando la transmisión del par de maniobra del accionador de la mariposa.
- El acoplamiento entre bridas será conforme a la norma UNE-EN 1092-1:2019 PN 6, PN 10 y PN 16. Cuerpo con bridas caras planas.
- La pletina para acoplamiento del actuador será conforme a UNE-EN ISO 5211:2018

Los materiales de las válvulas serán de calidad igual o mayor de lo especificado a continuación:  
Cuerpo: fundición nodular ASTM gr 60.40.18/ EN-JS1030 (EN-GJS 400-15, GGG-40), conforme la norma UNE-EN 1563:2019.

Eje de accionamiento: centrado de acero inoxidable, X30Cr13 conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, (ASTM A 276 gr 420/AISI 420/14.029). En las válvulas enterradas el eje se prolongará 1,3 m sobre el que irá situado el desmultiplicador y actuador eléctrico.

Mariposa: acero inoxidable, X2CrNiMo17-12-3 conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, (ASTM A 351 gr.CF8M/ AISI 316/1.4408). Lenticular, centrada y simétrica respecto al eje de giro. Tendrá el mismo nivel de estanqueidad en las dos direcciones de flujo. La mariposa estará unida al eje mediante un mecanizado interno y no con pasadores exteriores que estén en contacto con el agua.

Anillo: EPDM para agua potable. Continuo no vulcanizado al cuerpo y coincidente en forma, con un acanalado interior de la válvula que sirve de cuna al anillo.

Junta tórica: caucho nitrílico NBR dureza IRHD70, conforme la norma UNE-EN 681-1:1996 y accesorias posteriores.

Cojinete: PTFE (politetrafluoruro de etileno) conforme la norma BS3G 210, cargado sobre soporte de acero, o bronce.

Tornillería: acero inoxidable A2-70

Revestido de las válvulas, desmultiplicadores y protectores del eje de tensión:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Pintado: para válvulas enterradas RAL 5012 y para válvulas de la estación de bombeo RAL 5017. Con primera capa de pintura epoxi-zinc, con espesor mínimo de 50 micras, segunda capa de laca acrílica de poliuretano con espesor mínimo de 80 micras. El espesor final medio no será inferior a 130 micras. En el caso de válvulas enterradas, se pintarán conforme a la ISO 12944-5 con espesor mínimo final de 250 micras.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El marcado de las válvulas cumplirá lo especificado en el presente pliego para válvulas de mariposa ranuradas.

Si el fabricante posee Certificado de Calidad de Producto conforme la norma UNE-EN 1074: Varios años y actualizaciones, aportará los resultados de los ensayos obtenidos con cada envío de válvulas, en caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 y realizará los ensayos expuestos en el presente pliego para válvulas de mariposa ranuradas.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado para piezas metálicas.

### **3.45 DESMULTIPLICADORES**

Los desmultiplicadores cumplirán las especificaciones siguientes:

- Grado de protección IP-68 para inmersión continua en agua a una profundidad de 10 metros.
- Mantenimiento: engrasados de por vida
- Estanqueidad: garantizada por juntas tóricas en todos los puntos.
- Par: variable adaptándose a las necesidades de la válvula.

- Cáster: fundición GGG-40 en una sola pieza.
- Cinemática tuerca corredera y biela, en su defecto corona sin fin.
- Caja indicadora de fin de carrera.

Los materiales de los desmultiplicadores serán de calidad igual o mayor de lo especificado a continuación:

Cáster y tapa: fundición nodular JS 1030 (GGG-40) conforme la norma UNE-EN 1563:2019.

Eje de maniobra: acero fosfatado.

Tuerca de maniobra: fundición nodular EN-JS 1060, conforme la norma UNE-EN 1563:2019, o bronce.

Junta: nitrilo.

Revestido:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Pintado de desmultiplicadores y protectores del eje de tensión: primera capa de cataforesis, con espesor mínimo de 25 micras, segunda capa de laca acrílica de poliuretano con espesor mínimo de 80 micras, RAL 5012 para válvulas enterradas y RAL 5017 para las válvulas de la estación de bombeo, el espesor final medio no será inferior a 105 micras.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario con el primer envío, el fabricante aportará 3 probetas de tamaño suficiente o 3 elementos completos de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado para piezas metálicas.

### 3.46 ACTUADORES

La calidad de los materiales del actuador será igual o superior a lo especificado a continuación:

Diseño:

- El actuador para las válvulas enterradas se podrá alimentar con un grupo electrógeno directo y poseerá mando local integrado y será del tipo aumamatic o similar.
- Grado de protección IP-68.
- La pletina para acoplamiento del actuador será conforme a UNE-EN ISO 5211:2018.
- El par de salida del actuador en función del diámetro de la válvula a accionar cumplirá la siguiente tabla:

DIÁMETRO NOMINAL (mm)	PAR DE SALIDA (Nm)
450	4.000
500	4.000
600	4.000
700	4.000
800	8.000
900	8.000
1.000	8.000
1.200	16.000
1.400-1.600	16.000

Carcasa actuador: fundición gris EN-GJL-250 (GG-20), conforme la norma UNE-EN 1561:2012.

Sinfín actuador: acero forjado, 42CrMo4V conforme la norma DIN.

Cuerpo motor: aluminio EN AC-44100 (GD-AISI12), conforme la norma UNE-EN 1706:2011.

Volante actuador: aluminio EN AC-42000 (GK-AISI10Mg), conforme la norma UNE-EN 1706:2011.

Revestido:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ , conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Pintado: primera capa de imprimación de un componente, segunda capa de pintura de poliuretano con óxido de hierro color RAL 9007, el espesor final medio no será inferior a 80 micras.

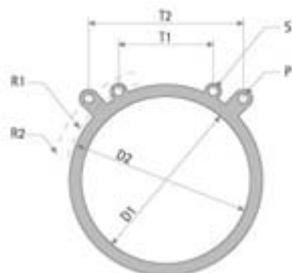
En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario con el primer envío, el fabricante aportará 3 probetas de tamaño suficiente o 3 elementos completos de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

### 3.47 JUNTAS DE NEOPRENO

Las juntas de neopreno se emplearán en todas las uniones entre bridas planas de los elementos de la Estación de Bombeo, colectores, válvulas, caudalímetro etc.

Dimensiones:



DN	DI	D2	E	P	R1	R2	S	T1	T2
500	∅ 500	∅ 576	5	∅ 32	305	325	∅ 26	282	463
600	∅ 600	∅ 675	5	∅ 35	360	375	∅ 29	320	536
700	∅ 700	∅ 790	6	∅ 35	418	414	∅ 29	320	508
800	∅ 800	∅ 880	6	∅ 37	468	468	∅ 32	362	577
900	∅ 900	∅ 990	6	∅ 37	517	517	∅ 32	559	752

#### Juntas:

Las juntas serán de neopreno de dureza 70 IRHD y conformes con la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006, en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente, para los diámetros y presiones del presente proyecto, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y aportará en el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

### 3.48 JUNTAS DE ESTIRENO-BUTADIENO

Las juntas de estireno-butadieno se emplearán en todos los apoyos de los colectores de salida de la balsa (toma de fondo salida a riego y salida desagüe emergencia). Se colocarán 1,40 m de junta entre el apoyo del colector y el colector.

Diseño:

- Espesor: 4 mm
- Resistividad eléctrica: buena
- Resistencia a impactos: buena

Juntas:

La calidad de las juntas deberá ser igual o superior a la especificada en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad	1,5 g/cm <sup>3</sup>	-
Alargamiento	250%	UNE 53510
Carga de rotura	3 MPa	UNE 53510
Dureza	65 SHORE A	UNE-EN ISO 868
Envejecimiento térmico: 72 horas a 72°C	+2 Shore A	-
	+11% tracción	UNE 53510
	-12% alargamiento	-

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad ISO 9001 y garantice las especificaciones de las juntas de estireno-butadieno del presente pliego mediante ensayos realizados en laboratorios autorizados con antigüedad inferior a un año, no será necesario realizar un control de calidad de las juntas. En caso contrario, el fabricante aportará en el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

### 3.49 JUNTAS DE EPDM

Las juntas de EPDM (Caucho sintético Etileno Propileno) se emplearán en todas las uniones entre bridas planas de los elementos de la Red de Riego, ventosas, válvulas, piezas especiales etc.

Juntas:

Las juntas serán de EPDM de dureza 70 IRHD y conformes con la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006, no será necesario realizar un control de calidad de las juntas, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará en el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

### 3.50 CONTADORES

#### 3.50.1 Materiales y revestido

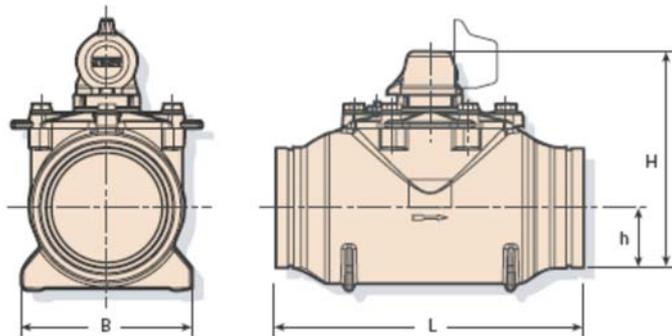
La calidad de los contadores será igual o superior a lo especificado a continuación.

##### Diseño

- Directiva de Equipamiento bajo Presión 97/23/CE para los fluidos del grupo 2.
- Cumplirán lo especificado en la Orden Ministerial de 28 de diciembre de 1988, por la que se regulan los contadores de agua fría y aplica la Directiva 75/33/CEE de 17.12.74.
- Bridas: no lleva, sistema VICTAULIC o similar.
- Contador cumplirá las siguientes características:
  - Clase metrológica B.
  - Error máximo admisible entre el caudal mínimo y el caudal de transición:  $\pm 5\%$ .
  - Error máximo admisible entre el caudal de transición y el caudal máximo:  $\pm 2\%$ .
  - Precintados de forma tal que impida, tanto antes como después de la instalación correcta del contador, el desmontaje o la modificación del contador o de su dispositivo de regulación, sin deterioro de dicho precinto.
  - Equipado con mecanismos de medida intercambiables en el sitio sin que sea necesaria su recalibración y sin que se vean afectadas sus características metrológicas.
- Indicador de volumen: cumplirá las siguientes características:
  - Fácilmente legible, segura y sin ambigüedades visuales.
  - El volumen de agua se indicará en metros cúbicos.

- El símbolo “m<sup>3</sup>” aparecerá en la esfera del indicador o inmediatamente junto al número indicado.
- Los colores a utilizar serán negro para el metro cúbico y sus múltiplos y el rojo para los submúltiplos de metro cúbico.

#### Dimensiones y pesos máximos



DIMENSIÓN	3"	4"	6"
(H) Altura (mm)	252	260	339
(B) Anchura (mm)	130	150	240
(L) Longitud (mm)	248	278	432
h (mm)	44,4	57	84,3
Peso (kg)	15,5	19	35

Cuerpo y tapa: Fundición dúctil ASTM A 536 gr 65-45-12, conforme la norma ASTM., ENJS1040 conforme la norma UNE-EN 1563

Junta: NBR ranurada

Tornillería: Acero inoxidable X5CrNi18-10 (AISI 304), conforme la norma UNE-EN 1563:98/A1:2002.

Hélice: Plástico

Rodamientos: Plástico

#### Revestido

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Calentamiento de la pieza a temperaturas entre 220°C y 230°C durante una hora.
- Pintado: recubrimiento en polvo epoxi-poliéster con espesor mínimo de 200 micras, excepto las partes internas mecanizadas con un espesor mínimo de 50 micras, en color azul RAL 5010.
- Tostado:
  - Las piezas de hasta 4" se someterán a temperaturas entre 210°C y 215°C con una velocidad de circulación de 45 cm/min.

- Las piezas de 6" o de mayores dimensiones se someterán a temperaturas entre 210°C y 215°C con una velocidad de circulación de 40 cm/min.

### Marcado

Todos los contadores estarán marcados de forma visible e indeleble con la siguiente información:

- Nombre o marca del fabricante.
- Clase metrológica y el caudal nominal expresado en metros cúbicos por hora.
- El año de fabricación y el número de contador, separados inequívocamente.
- Una o dos flechas que indiquen el sentido del flujo.
- El signo de aprobación del modelo o, en su caso, de aprobación de modelo CEE.
- La presión máxima de servicio en bar, en el caso de que sea superior a 10 bar.
- La letra V o H, si el contador sólo puede utilizarse en la posición vertical (V) u horizontal (H).

### **3.50.2 Control de calidad**

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de los materiales metálicos y Certificado de Producto del resto de los materiales conforme la normativa expuesta en el presente pliego, no será necesario realizar un control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y aportará con el primer envío 3 elementos completos o probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para la realización de los ensayos que la empresa ejecutora considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y del ranurado se realizará conforme lo expuesto en el presente pliego para piezas metálicas. Las verificaciones periódicas según norma ITC 279/2008.

El fabricante realizará los ensayos que se indican a continuación conforme las normas UNE-EN 14154 y UNE-EN 14268.

### **3.50.3 Pruebas de fábrica**

Deberán reproducirse en el banco de ensayos las condiciones de instalación del contador en hidrante, junto con el resto de elementos.

Los contadores se probarán con el fin de comprobar la precisión de los mismos. No sólo se observará la estanquidad sino la calidad de funcionamiento del contador y emisor de pulsos.

Los bancos de pruebas estarán preparados para poder realizar ensayos reproduciendo las siguientes condiciones:

- a. Según indique la Dirección de Obra (D.O.), instalación del contador aislado y/o en el conjunto hidrante con el resto de elementos, y en el correcto orden de disposición.
- b. Según indique la D.O., se deberán reproducir geoméricamente las condiciones de entrada de las tuberías que conectan con la línea del hidrante, respetando materiales, diámetros interiores, así como elementos de conexión entre los mismos.
- c. Tamaños 3", 4" y 6".
- d. Los márgenes de caudal y presión serán los suficientes como para realizar todos los ensayos previstos en este protocolo.

Los aparatos de medidas deberán estar verificados por una empresa homologada por el Organismo pertinente. La Dirección de Obra podrá contrastar los aparatos del banco.

Todos los contadores serán sometidos a una inspección visual general con el fin de detectar posibles desperfectos. En el caso de existir no conformidades se registrarán para poder revisar la subsanación del problema.

Todos los contadores deberán llevar una etiqueta en donde se refleje:

1. Modelo
2. Descripción
3. Nº de serie
4. Fecha de fabricación
5. En todos los contadores, y en lugar visible, se marcarán los siguientes datos:
6. Nº del contador (indicación de la D.O.)
7. Caudal nominal de trabajo ( $Q_3$ ) en  $m^3/h$  o  $l/s$

En al menos tres contadores de cada diámetro y presión se obtendrán las medidas geométricas: Diámetro de la ranura, diámetro de la sección interior, altura del contador, ancho del mismo, etc.

Todos los dispositivos de contaje estarán debidamente precintados, de manera que no puedan ser manipulados fácilmente, y en caso contrario quede constancia de ello.

Las pruebas se efectuarán sobre lotes de cada diámetro sorteados por la Dirección de obra, y se incluirán cuatro contadores de cada lote de cincuenta contadores o fracción. El número de contadores de cada lote y los de prueba se podrán alterar conforme a las exigencias de la obra.

La prueba del contador y del emisor de pulsos será la siguiente: Se comparará el volumen medido en el hidrómetro y el medido en el contador o volumen de referencia. El resultado es satisfactorio si el resultado es de + 2% del volumen del contador o volumen de referencia. La prueba se realizará con un volumen de 5  $m^3$  de agua en los de 6" y de 2  $m^3$  de agua en los de 4" y 3". Al mismo

tiempo que se realiza la prueba del contador se comprobará que el emisor de pulsos funciona con el ratio previsto de pulsos/Ud. de volumen.

La aceptación de los lotes precisa del siguiente cumplimiento:

- Que los cuatro contadores cumplan satisfactoriamente la prueba.
- Que el incumplimiento de la prueba de tan sólo uno de los contadores, los cuatro contadores del lote extraídos en un segundo muestreo cumplan satisfactoriamente la seis prueba.
- Según indique la Dirección de Obra, si se incumplen los anteriores puntos se obligará al proveedor a volver a calibrar todos los contadores o todo el lote de contadores quedará rechazado, prescribiéndose todo él para instalación en obra.

### 3.51 FILTRO DE CADENAS

La calidad de los materiales de los filtros de cadenas será igual o superior a lo especificado a continuación. En este proyecto, se valora que todos los materiales que forman sistema de filtrado (dos filtros con capacidad de filtrado de 1.700 l/s) sean en **acero inoxidable AISI304L**, condicionado a la comprobación del pH del agua a filtrar, en diferentes épocas del agua y con un sistema de medición continuo para extraer las oportunas conclusiones.

Chapas y perfiles metálicos: Acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR, conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006.

Tubos: Acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR, conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006. Las dimensiones y masas de los tubos cumplirán la norma UNE-EN 10220: 2004.

Tela metálica:

Acero inoxidable X5CrNi18-10 (AISI 304) conforme la norma UNE-EN 10088-1:2006, con paso de 1,5 mm.

Cadena:

Acero galvanizado conforme la norma UNE-EN ISO 1461:99, la calidad del cinc empleado será de calidad UNE-EN 1179:2004.

Boquillas: Latón

Tornillería: Acero inoxidable tipo AISI 304 A2, conforme la norma UNE-EN ISO 3506.

Revestido:

- Elementos metálicos sumergidos:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.
- Pintado con brea-epoxi de color negro y espesor medio de 250 micras.
- Elementos incorporados:
  - Sobre la pintura origen del fabricante se aplicará una capa de pintura tipo epoxi de alto cuerpo y una capa de poliuretano alifático de color azul RAL 5007. El espesor medio total no será inferior a 125 micras.
- Elementos galvanizados:
  - Galvanizado en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:99. Espesor medio y espesor local no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99.

Marcado:

Sobre la carcasa de cada filtro, de forma indeleble, se indicarán como mínimo las siguientes características:

- Diámetro de la brida
- Gasto máximo y gasto recomendado
- Tipo de protección
- Grado de filtrado
- Presión máxima de trabajo
- Marca, modelo y fabricante

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante con el primer envío aportará 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los elementos de los que no aporten el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y de las soldaduras se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

### 3.52 TORNILLOS SINFÍN

La calidad de los materiales del tornillo sinfín será igual o superior a lo especificado a continuación.

Tornillo sinfín: acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2:2006.

Revestido:

El proceso de pintado comprenderá las siguientes fases:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE- EN ISO 8501-1:2008.
- Revestido con brea-epoxi con un espesor medio de 250 micras.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, con el primer envío el fabricante aportará 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el certificado correspondiente, para realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y de las soldaduras se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

### 3.53 COMPUERTAS

#### 3.53.1 Compuertas

La calidad de los materiales de las compuertas será igual o superior a lo especificado a continuación.

Diseño:

- Pletina para conexión con actuador conforme a la norma UNE-EN ISO 5211:2001.
- Husillo ascendente.
- Fijación a la pared mediante pernos de expansión de acero inoxidable tipo HILTI o similar.
- Sellada por los 4 lados.

Perfiles, marco, tablero, columna, pasamanos del carril, pletinas, tornillería: acero inoxidable tipo 14301 (AISI 304) conforme la norma UNE-EN 10088-1:2006.

Husillo: acero inoxidable tipo AISI 303.

Carril de rodadura: polietileno de alta densidad.

Tuerca de arrastre: latón.

Junta de estanqueidad: EPDM dureza Shore 60 conforme la norma UNE 681-1.

Acabado: granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2002.

### 3.53.2 Desmultiplicadores

La calidad de los materiales de los desmultiplicadores de las compuertas será igual o superior a lo especificado a continuación.

Diseño:

- Mantenimiento: engrasados de por vida.
- Estanqueidad: garantizada por juntas tóricas en todos los puntos.
- Grado de desmultiplicación 4:1.
- Cáster: fundición en una sola pieza.
- No existencia de contactos metal-metal, ni siquiera en tornillería.

Eje: acero para temple y revenido tipo 17225 (42CrMo4V) conforme la norma UNE-EN 10083-1:1997.

Cuerpo: fundición nodular JS 1030 (GGG-40) conforme la norma EN 1563:97/A2:2006.

Revestido:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2002.
- Pintado: primera capa de imprimación de un componente, segunda capa de pintura de poliuretano con óxido de hierro, el espesor final medio no será inferior a 80 micras.

### 3.53.3 Control de calidad

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, con el primer envío el fabricante aportará 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente

de todos los materiales de los que no aporte el certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar para realizar los controles que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido de los desmultiplicadores y de las soldaduras de las compuertas y desmultiplicadores, se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

### 3.54 COMPUERTAS CON MEDIDOR DE CAUDAL Y MEDIDOR DE NIVEL

El proyecto contempla la instalación de dos (2) compuertas modelo Slipmeter o similar, para controlar y regular el caudal de entrada a la balsa de regulación.

Se proyectan compuertas con medidor de caudal, medidor de nivel, motorización, automatismo, alimentación solar, baterías y telecomunicaciones

Las compuertas Slipmeter o similar pueden operar con las siguientes consignas:

Objetivo de control		Accionamiento de la compuerta
Local	Posición	Se abre hasta la consigna programada y permanece en esa posición
	Caudal	Mantiene una consigna de tasa de caudal aunque los niveles hídricos aguas arriba y aguas abajo oscilen

Fuente: Regaber.com

De forma remota se pueden programar las compuertas para mantener de forma automática la consigna elegida. Las compuertas se moverán de forma automática las veces necesarias para entregar un caudal exigido. Las compuertas también pueden ser operadas en forma manual mediante el pedestal.

Esta tipología de compuerta permite a la Comunidad de Regantes consultar el caudal y la consigna de forma remota en cualquier momento. Además, se dispone de un archivo automático con el histórico de datos de caudal que se solicite, disponible para la comunidad en cualquier momento.

La compuerta con medición de caudal tipo Slipmeter o similar es también un medidor de caudal muy preciso y por ello, el usuario dispondrá de información del caudal en el canal en tiempo real.

El diseño de esta tipología de compuerta permite que la compuerta, el sistema de accionamiento, el sistema de medición ultrasónica, la fuente de energía por placas solares, el sistema de telemetría, el teclado de control local y el software funcione como una sola unidad.

La descripción de los elementos integrantes de esta compuerta es:

#### 3.54.1 Compuerta mural

- Compuerta Mural de aluminio extruido de calidad marina

- Tablero de construcción laminada de aluminio con núcleo sintético
- Estanqueidad 4 lados
- Pozo tranquilizante totalmente integrado en el lado izquierdo del marco de la compuerta para la instalación de un sensor de nivel hídrico de ultrasonidos
- Rendimiento del cierre < 0,02 l/seg por metro lineal de junta (superior a las normas americanas y Europeas AWWA C513 y DIN 19569)
- Marco auxiliar de aluminio extruido de calidad marina.
- Hardware de acero inoxidable
- Ejes de acero inoxidable AISI 316
- Juntas de caucho EDPM dureza Durometer 70 (Shore A)
- Banda de desgaste de PVC
- Accionamiento mediante motor eléctrico 12VDC totalmente integrado en la compuerta y cable de acero (sin husillo)

#### 3.54.2 Medición de caudal

- Caudalímetro de ultrasonidos en la parte frontal de la compuerta, aguas arriba. Sección cuadrada. Envoltorio de aluminio.
- Tecnología de ondas ultrasónicas multihaz mediante tiempo de tránsito
- Sensores: 32 sensores ultrasónicos individuales, organizados en cuatro cartuchos, en 8 planos de medición. Dispuestos a 11,5 o 45°.
- Precisión  $\leq \pm 2.5\%$  (\*)
- Resolución de la medición del tiempo de tránsito: 100 picosegundos
- Frecuencia de medición  $\geq 2,5$  s
- Medición del caudal instantáneo (l/s o m<sup>3</sup>/s)
- Registro del volumen totalizado (litros o m<sup>3</sup>)

(\*) Precisión en condiciones de Laboratorio

#### 3.54.3 Medición de nivel hídrico

- Sensor de nivel mediante tecnología de ondas ultrasónicas
- Sensor totalmente integrado en el marco de la compuerta
- Fabricado en aluminio anodizado de calidad marina y plástico de copolímero de acetilo con accesorios de acero inoxidable y conectores bañados en oro.
- Sistema autónomo de auto-calibración mediante punto de referencia.
- Incorpora tubo de aluminio para estabilización del agua.

- Incorpora filtro de entrada para partículas en suspensión y residuos
- Precisión  $\leq \pm 0,5$  mm
- Resolución  $\leq 0,1$  mm
- Comunicación mediante protocolo Modbus RTU

#### 3.54.4 Pedestal de control local

- Pedestal de control de aluminio anodizado de calidad marina, totalmente intemperie
- Acceso seguro mediante puerta abatible, llave, cerradura y contraseña de usuario.
- Autómata PLC integrado dentro del pedestal
- Protocolos de comunicación estándar no cautivos: Modbus, DNP3 y MDLC
- Almacenamiento de datos en memoria no volátil
- Control local y remoto (SCADA)
- Pantalla LCD de 4 líneas y teclado para control local
- Idiomas de la pantalla incorporados: español, inglés, francés, italiano e chino
- Radio modem UHF y/o modem 3G totalmente integrado dentro del pedestal para telecomunicaciones con SCADA
- Antena 3G/UHF, bidireccional/omnidireccional. Cable coaxial 6 metros para conexión a radio módem
- Sistema de control de energía solar y baterías mediante regulador de carga integrado dentro del pedestal
- Cableado entre Pedestal y compuerta incluido

#### 3.54.5 Energía solar fotovoltaica

- Fuente de energía solar fotovoltaica mediante panel solar monocristalino de 85 W y baterías de 12VDC
- Mástil de 6 metros de aluminio para la ubicación de panel solar y antena de telecomunicaciones.
- Sensor de temperatura en batería integrado
- Baterías de gel de bajo mantenimiento 12VDC mínimo 52 Ah
- Regulador de carga 12VDC
- Protecciones eléctricas
- Autonomía mínima de la batería 5 días sin panel solar

#### 3.54.6 Accionamiento eléctrico

- Motor eléctrico de 12VDC y reductor

- Finales de carrera abierto/cerrado
- Encoder de posición
- Accionamiento mediante cable de acero inoxidable. Sin engrases
- Control de posición mediante encoder. 256 conteos del codificador magnético
- Accionamiento auxiliar manual mediante manivela
- Accionamiento auxiliar eléctrico mediante batería externa y botonera auxiliar

### 3.54.7 Objetivos de control

- Control Local o Remoto mediante SCADA
- Control por pulsador: Se abre o cierra mediante pulsador manual
- Control por posición: Se abre o cierra hasta la consigna de posición programada y permanece en esa posición
- Control por caudal: Mantiene una consigna de caudal, aunque los niveles hídricos aguas arriba y aguas abajo oscilen. Autorregulación
- Nivel aguas arriba: Mantiene una consigna de nivel de agua programada en el tramo de canal aguas arriba, aunque el caudal oscile. Autorregulación

## 3.55 COLECTORES

La calidad de los materiales de los colectores, incluso de los apoyos de los mismos, serán igual o superior a lo especificado a continuación.

### Tuberías y chapas para la fabricación de otros elementos:

Acero al carbono S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006. Las dimensiones y masas de los tubos cumplirán la norma UNE-EN 10220:2004.

### Bridas:

Acero al carbono S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006. Las dimensiones de las bridas cumplirán la norma UNE-EN 1092-1-2:2008 (ISO 7005-2).

### Tornillería:

Tornillos de calidad 8.8, zincados, conformes con la norma UNE-EN ISO 898-1:2000.

Tuercas de calidad 8 zincadas, conformes con la norma UNE-EN 20898-2:1994.

Arandelas de calidad 8 zincadas conformes con la norma UNE-EN ISO 887:2000.

### Juntas de estanqueidad:

Dureza IHRD 70 conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006

### Revestido

El proceso de pintado comprenderá las siguientes fases:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ , conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Revestido interior: pintura en polvo epoxi-poliéster de 120 micras de espesor, en color azul RAL 5017.
- Revestido exterior: primera capa de pintura epoxi-poliamida de 80 micras de espesor, segunda capa de poliuretano alifático de 2 componentes de 40 micras de espesor en color azul RAL 5017.
- La cara plana de todas las bridas de los colectores y de las piezas variables estará mecanizada y sin pintar.

Fabricación:

En la fabricación de tubería no comercial, esta se realizara en longitudes mínimas de tres metros, realizando la preparación de bordes adecuada para la unión de los respectivos carretes, todo esto de acuerdo a las longitudes exigidas en la obra.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 probetas de 15x15cm o 3 elementos completos de cada uno de los materiales que no posea Certificado 3.1 o Certificado de Calidad de Producto para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido, soldaduras y ranurado se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

En el caso de que el Director de Obra exija que los colectores sean soldados en obra en lugar de embridados como se especifica en el presente pliego, las soldaduras serán de calidad radiográfica y se comprobará el 25% de la longitud de los cordones de soldadura mediante ensayos radiográficos realizados en obra.

### **3.56 ESTRUCTURA METÁLICA**

#### **3.56.1 MATERIALES Y REVESTIDO**

La calidad de los materiales será igual o superior a lo especificado a continuación.

Perfiles:

Acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2:2006 y estará de acuerdo, en todo lo que le afecte, con lo prescrito en el punto 2.1 de la norma NBE EA-95.

Tornillos, tuercas y arandelas:

Las características de la tornillería a emplear se ajustará a lo prescrito en el punto 2.5 de la norma NBE EA-95.

Se usarán tornillos cincados de alta resistencia tipo 10.9 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2000, tuercas cincadas tipo 10.9 conforme la norma UNE-EN 20898-2:94 y arandelas cincadas tipo A 300 HV conforme la norma UNE-EN ISO 887:2000.

Revestido:

La preparación de las superficies se realizará mediante granallado hasta el grado SA 2 ½ según norma UNE-EN ISO 8501-1:2002.

Una mano de imprimación antioxidante tipo fosfato de zinc con un espesor de 40 micras de película seca de la marca HEMPEL ó equivalente.

Una mano de acabado en taller y retoques en obra a base de esmalte sintético con un espesor de 40 micras de película seca en color verde RAL 6005.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos conforme lo especificado en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará en el primer envío 3 probetas de 15x15cm o 3 elementos completos de cada uno de los materiales de los que no posea Certificado 3.1, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control de calidad del revestido y de las soldaduras se realizará conforme lo expuesto en el presente pliego para piezas metálicas.

### **3.56.2 FABRICACIÓN**

La estructura metálica se fabricará para ser totalmente atornillada en obra. Sólo se podrán realizar soldaduras “in situ”, fuera de la fábrica, las uniones con las placas de anclaje.

El corte para la obtención de chapas y rigidizadores, se ejecutará con máquinas automáticas de oxicorte.

El corte de perfiles laminados se ejecutará con sierra mecánica por arranque de viruta, quedando prohibido el corte por oxicorte manual o mecánico.

Los pernos de anclaje serán roscados, queda prohibido el empalme de varilla roscada.

Los arriostrados se fabricarán con barras redondas roscadas en ambos extremos, quedando prohibido el empalme de varilla roscada.

### 3.57 ESCALERAS Y ACCESOS

#### 3.57.1 MATERIALES Y REVESTIDO

La calidad de los materiales será igual o superior a lo especificado a continuación.

Diseño:

- Perfiles conforme el anejo 2.A1 de la NBE EA-95
- Tornillos de cabeza hexagonal y rosca parcial conforme la norma UNE-EN ISO 4014:2001
- Tuercas hexagonales conforme la norma UNE-EN ISO 4033:2001
- Arandelas planas conforme la norma UNE-EN ISO 7089:2000

Perfiles, chapas de anclaje y pletinas: acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR según la norma UNE-EN 10025:2006.

Trámex: acero estructural al carbono-manganeso S-235-JR según la norma UNE-EN 10025:2006.

Tornillos, tuercas y arandelas:

Tornillos: acero zincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2000

Tuercas: acero zincado de calidad 8 conforme la norma UNE-EN 20898-2:94

Arandelas: acero zincado de calidad A conforme la norma UNE-EN ISO 887:2000

Revestido de perfiles, chapas de anclaje y pletinas:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2002.
- Pintado: tratamiento anticorrosivo y esmalte en color verde navarra RAL 6005, espesor mínimo de 125 micras.

Revestido del trámex:

Galvanizado en caliente por inmersión conforme la norma UNE-EN ISO 1461: 99. Espesor medio y espesor local no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99.

### 3.57.2 CONTROL DE CALIDAD

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante, aportará en el primer envío 3 probetas de 15x15cm o 3 elementos completos de cada uno de los materiales que no posea Certificado 3.1 para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control de calidad del revestido y de las soldaduras se realizará conforme lo expuesto en el presente pliego para piezas metálicas.

### 3.58 CUBIERTA Y CERRAMIENTO INTERIOR

#### Cubierta:

Se realizará con paneles sándwich tipo: plana nervada / plana nervada, 50 x 1000, PUR-A, cumplirá las siguientes especificaciones, así como las indicadas en la norma UNE-EN 14509:2007:

- Homologado por sello AENOR de empresa y producto.
- Espesor de la chapa superior e inferior 0,5 mm. Prelacadas exteriormente en color “rojo teja” RAL 7001e interiormente en color “blanco pirineos”, espesor mínimo del prelacado 25 micras.
- Núcleo de espuma rígida de poliuretano de densidad media 40 kg/m<sup>3</sup>.
- Espesor total del panel 50 mm.
- Peso máximo 10,8 kg/m<sup>2</sup>.
- Panel con nervio central de refuerzo.
- Resistencia al fuego tipo bs3d0 conforme el Código Técnico de Edificación (M- 1 conforme la norma UNE 23727:90).
- Tornillería oculta mediante tapajuntas.

#### Cerramiento interior:

El cerramiento interior de la estación de bombeo se realizará con paneles sándwich que cumplirá las siguientes especificaciones así como las indicadas en la norma UNE-EN 14509:2007:

- Homologado por sello AENOR de empresa y producto.
- Espesor de la chapa superior e inferior 0,5 mm. Prelacadas exteriormente e interiormente en color “blanco pirineos”, espesor mínimo del prelacado 25 micras.

- Núcleo de espuma rígida de poliuretano de densidad media 40 kg/m<sup>3</sup>.
- Espesor total del panel 35 mm.
- Peso máximo 10,5 kg/m<sup>2</sup>.
- Resistencia al fuego tipo bs3d0 conforme el Código Técnico de Edificación (M-1 conforme la norma UNE 23727:90).
- Tornillería oculta mediante tapajuntas.

Remates:

- Espesor de la chapa 0,6 mm. Prelacada exteriormente en color “verde navarra” RAL 6005 e interiormente en color “blanco pirineos”, espesor mínimo del prelacado 25 micras.
- Dimensiones 3,5 m x 1,25 con 50 cm de fondo.

Lucernario:

Policarbonato celular con las siguientes características:

- Espesor: 30 mm +- 0,8 mm
- Peso: 4 kg/m<sup>2</sup>
- Color: transparente
- Resistencia a temperatura: -40 °C a +100 °C.
- Impacto Gardner < 40 Joules
- Impacto a cuerpos blandos: resistente conforme la norma BS 6206.
- Valor k 1,9 W/m<sup>2</sup>k
- Insonorización <= 22 dB.
- Coeficiente de dilatación térmica: 7x10<sup>-5</sup> I/C.
- Transmisión térmica: 52% +- 5%.
- Transmisión solar: 67% +- 5%.
- Protección contra los rayos ultravioletas.
- Garantía: 10 años.

Canalones:

Conformado de chapa plegada con boquillas y tapas, galvanizada de 1,5mm de espesor y 1m de desarrollo.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto conforme la norma UNE-EN 14509:2007 de los paneles y Certificado de Calidad del lucernario conforme la norma UNE-EN 1013-4:2000, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará en el primer envío 3 probetas de 15x15cm o 3 elementos completos de cada uno

de los materiales de los que no posea el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

### 3.59 CERRAMIENTO EXTERIOR

#### 3.59.1 MATERIALES

El cerramiento se realizará con paneles prefabricados de 15cm de espesor total cuya calidad será igual a superior a lo especificado a continuación.

Hormigón: cumplirá lo especificado en la EHE-08.

Juntas: poliuretano.

Revestido: exteriormente con hormigón blanco y acabado con árido blanco MACAEL.

Interiormente hormigón de calidad similar al especificado en el presente pliego.

#### 3.59.2 FABRICACIÓN Y COMPROBACIONES

##### Paneles de encofrado:

Los paneles se fabricarán con moldes que cumplan las siguientes características:

- Metálicos horizontales
- Abatibles a 85º
- Los diferentes elementos que componen el molde estarán bien ajustados, formando un conjunto estanco para evitar las pérdidas de lechada.
- Las diferentes piezas de los paneles se hormigonarán de forma continua sin que se realicen juntas de hormigonado.
- Irán provistas de elementos de manipulación y elevación colocados por encima del centro de gravedad.
- Resistencia al fuego de 240 minutos.

##### Desmoldeo:

La resistencia inicial para el desmoldeo de las piezas de los paneles será superior a 100 N/mm<sup>2</sup> y se realizará conforme al apartado correspondiente de la EHE-08.

Las piezas se almacenarán en vertical y separadas entre ellas para permitir la libre circulación del aire para su secado.

Control dimensional:

- Longitud +- 1,8 mm
- Altura +- 0,6 mm
- Espesor mínimo de 15 cm +- 5 mm
- Planeidad < 2%

Inspección visual:

Los paneles presentarán sus aristas perfectamente definidas, estarán exentas de grietas, coqueras o cualquier otro desperfecto que pueda afectar sus condiciones de funcionalidad.

Acabado liso, fratasado la cara exterior en árido blanco MACAEL.

Marcado:

Todos los paneles estarán perfectamente identificados de forma inequívoca con el marcado de trazabilidad correspondiente.

El fabricante del cerramiento poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y garantizará documentalmente el cumplimiento del presente pliego.

### **3.60 REJAS PARA VENTILACIÓN**

En la parte inferior de las ventanas, en las que en los planos correspondientes se indique su existencia, se colocará tanto exterior como interiormente una reja para la ventilación.

La calidad de las rejas para ventilación de la estación de bombeo será igual o superior a lo especificado a continuación.

Rejas para ventilación exteriores:

Rejas dotadas de lamas antilluvia, rejilla antiinsectos y marco frontal taladrado para unión con la reja interior o con la propia estructura de la estación de bombeo.

- Dimensiones: 1,25 x 0,75 m
- Acero inoxidable tipo 1.4301 conforme la norma UNE-EN 10088-3 (AISI 304).

Rejas para ventilación interiores:

Rejas dotadas de rejilla antiinsectos y marco frontal taladrado para unión con la reja interior o con la propia estructura.

- Dimensiones: 1,25 x 0,75 m

- Acero S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006, galvanizado en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:1999 con un espesor medio y espesor local no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99. Pintado posteriormente en color “blanco pireneos”.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según la norma UNE-EN 10204:2006 garantizando que las rejillas son del acero solicitado, no será necesario realizar el control de calidad del acero, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará 3 probetas de tamaño suficiente o 3 elementos completos, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y de las soldaduras de las rejillas de ventilación se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

### 3.61 PUERTAS METÁLICAS

La calidad de los materiales que componen las puertas metálicas será igual o superior a lo especificado a continuación.

#### Bastidor y rejilla reforzada:

Perfil de sección rectangular de acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2:2006 y estará de acuerdo, en todo lo que le afecte, con lo prescrito en el CTE «DB SE-A Exigencias básicas de seguridad estructural. Acero».

#### Panel sándwich:

- Espesor de la chapa superior e inferior 1,5 mm.
- Núcleo de espuma rígida de poliuretano de densidad media 40 kg/m<sup>3</sup>
- Espesor total del panel 40 mm
- Resistencia al fuego mínima tipo EI-90, conforme el Código Técnico de Edificación

Componentes de herrajes y cerrojos interiores: acero de calidad F114, cables, de 6-8-10 mm.de diámetro y composición 6x19+1.

#### Contrapesos: acero de calidad St 02 Z 275 N42

#### Revestido:

- Bastidor y contrapesos: galvanizado en caliente con un espesor superior a 308 g/m<sup>2</sup>. Espesor mínimo no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99.

- Chapas del panel sándwich: prelacadas exteriormente en color “Verde Navarra” (RAL 6005) e interiormente en color “Blanco Pirineos”, espesor mínimo del prelacado 25 micras.
- Cerrojos interiores: bicromatados.

El fabricante poseerá Marcado CE de las puertas ofertadas conforme con la siguiente normativa:

- UNE-EN 13241-1:2004 “Puertas industriales, comerciales, de garaje y portones. Norma de producto”.
- Directiva de Productos de la construcción 89/106/CEE.
- Directiva de Máquinas 98/37/CEE y 98/79/CEE.
- Directiva de Compatibilidad Electromagnética 89/336/CEE.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del panel sándwich, conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los mismos, será suficiente aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío, 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los elementos de los que no tenga el certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y de las soldaduras se realizará conforme lo especificado para piezas metálicas.

### 3.62 VALLADO

La calidad de los materiales que componen el vallado serán igual o superior a lo especificado a continuación.

#### Mallas:

- Malla de simple torsión de alambre galvanizado en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:1999 y recubierta de poliéster en color verde RAL 6005.
- Espesor mínimo de galvanizado: 140 g/m<sup>2</sup> y espesor medio no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99
- Rápida instalación

- Diámetro interior del alambre: 2 mm
- Diámetro exterior: 3 mm
- Luz de la malla: 50 mm
- Resistencia del alambre: 45 kg/mm<sup>2</sup>
- Resistencia de la malla: 55 kg/mm<sup>2</sup>
- Altura total instalada: 2 m

Postes:

- Postes fabricados con chapa tipo Z-275 galvanizada en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:1999 y recubiertos de poliéster en color verde RAL 6005. Espesor mínimo de galvanizado: 140 g/m<sup>2</sup> y espesor medio no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99
- Tapón de poliamida para colocación a presión
- Mismo tipo de poste para cualquier tipo de cerramiento. Tiene que servir el mismo poste para arranque, centro o tensión, intermedio o esquina
- Postes de cremallera cuya sección queda inscrita dentro de una circunferencia
- Ausencia de taladros y agujeros
- Altura total instalados: 2 m

Tornapuntas:

- Tornapuntas fabricados con chapa tipo Z-275 galvanizada en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:1999 y recubiertos de poliéster en color verde RAL 6005. Espesor mínimo de galvanizado: 60 micras y espesor medio no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99.
- Cabeza fabricada por estampación

Tornillería: acero inoxidable

Abrazaderas y tensores: pueden ser de poliamida en color verde RAL 6005 o metálicos galvanizados en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:1999 y recubiertos de poliéster en color verde RAL 6005 con un espesor mínimo de galvanizado de 60 micras y espesor medio no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99.

Grapas: fabricadas con acero inoxidable de 3 mm de espesor.

Puertas:

- Puerta de dos hojas fabricadas con chapa tipo Z-275 galvanizada en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:1999 y recubiertas de poliéster en color verde RAL 6005.

Espesor mínimo de galvanizado: 140 g/m<sup>2</sup> y espesor medio no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99.

- Ancho nominal: 4m
- Altura nominal: 2 m
- Travesaños: 25 x 2 mm
- Columnas: 80 x 80 – 3,0
- Montantes: 50 x 30 – 1,5
- Altura total instaladas: 2 m

La malla se suministrará en rollos compactados de 25 m de longitud.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos conforme las especificaciones del presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 unidades completas o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

### 3.63 URBANIZACIÓN

La urbanización para el acceso a la toma de fondo de la balsa de regulación comprenderá lo especificado a continuación:

- Plano de fundación o explanada de terreno natural desbrozado.
- Base de zahorra natural 2" de 25 cm de espesor.
- Lámina de polietileno de baja densidad G-400 en toda la superficie.
- Pavimento de hormigón HA-25 armado con 4 kg/m<sup>3</sup> de fibras de polipropileno de 20 cm de espesor.

#### 3.63.1 BASE

La base de la urbanización de la estación de bombeo será de 25 cm de espesor y se realizará con zahorra natural de 2".

La zahorra natural cumplirá lo especificado en la siguiente tabla, así como el PG3 para la zahorra tipo ZN40.

Características	Especificaciones	Norma		
Granulometría	ZN (40) Tamices UNE: 50:100%, 40:80-95%, 25:60-90%, 20:54-84%, 8:35-63%, 4:22- 46%, 2:15-35%, 0'5:7-23%, 0'25:4-18%, 0'063:0-9%.	UNE-EN 933-1:98		
	Cernido tamiz 0,063 < 2/3 cernido tamiz 0,250			
	Desgaste de los Ángeles		< 40	UNE-EN 1097-2
	Equivalente de arena		>30	UNE-EN 933-8: 2000
CBR	>=20	UNE 103502: 95		
Plasticidad	LL < 30 y IP < 10	UNE 103103: 94		
		UNE 103104: 93		
Compuestos de azufre	< 1%	UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013		

El ensayo de compuestos de azufre sólo se realizará en el caso de antecedentes de la existencia de yesos en el suelo.

### 3.63.2 LÁMINA DE POLIETILENO PARA SOLERAS Y HORMIGONES

La lámina de polietileno de baja densidad G-400 tendrá un espesor de 0,10 mm.

Sus funciones serán las siguientes:

- Barrera de vapor o film anti-humedad bajo pavimento.
- Lámina de separación.
- Protector de la propia losa a su posible desecación de la parte inferior.

#### Materiales:

La lámina o film de polietileno de baja densidad galga 400 de espesor 0,10 mm cumplirá las especificaciones del cuadro:

CARACTERÍSTICAS	MÉTODOS ENSAYO	GALGA 400	UNIDADES
Color		Negro	
Gramaje		100	g/m <sup>2</sup>
Espesor	UNE EN 13.206	0,1	mm
Peso		100	g/m <sup>2</sup>
Resistencia a la tracción (rotura)	UNE-EN ISO 527-1,527083333	Long 27	MPa
		Transv 24	
Alargamiento Rotura	UNE-EN ISO 527-1,527083333	Long 455	%
		Transv 655	

Resistencia Desgarro	UNE-EN ISO 6383- 1,475694444	Long 40 Transv 50	MPa
Resistencia Impacto	UNE-EN ISO 7765- 1,434027778	250	g

### 3.63.3 PAVIMENTO DE HORMIGÓN

El pavimento de hormigón HA-25 armado con 4 kg/m<sup>3</sup> de fibras de polipropileno de la urbanización de la estación de bombeo tendrá un espesor total de 20 cm.

#### Materiales:

El hormigón HA-25 deberá cumplir las especificaciones incluidas en el apartado 3.6 Componentes de hormigones. La resistencia característica del hormigón será 25 MPa.

La fibra de polipropileno cumplirá todo lo especificado en la norma UNE-EN 14889- 2:2008.

Sus especificaciones cumplirán lo siguiente:

- Materia prima empleada: polipropileno
- Densidad: 0,91 g/cm<sup>3</sup>.
- Color: indistinto
- Proceso de transformación: extrusión.
- Forma: deformada (sección irregular)
- Temperatura de distorsión: 110 °C
- Temperatura de descomposición: 280 °C
- Clase de fibra: Ia
- Longitud de la fibra: 12 mm.
- Diámetro equivalente: 31 µm
- Esbeltez ( λ ): 387,10
- Densidad lineal ( ρL ): 6,7 dtex
- Tenacidad (Resistencia a la rotura): 40 cN/tex

### 3.64 ACERA

La acera que se ejecute perimetralmente a la caseta de válvulas de toma de fondo cumplirá las especificaciones de los planos correspondientes y las indicadas a continuación.

- Bordillos: los bordillos serán prefabricados de hormigón tipos H-400, achaflanados, de 17 cm de base y 30 cm de altura y estarán asentados sobre una base de hormigón no estructural.
- Baldosas: las baldosas serán del tipo chino lavado de 40x40 cm recibidas con mortero tipo M-40 (1:6) y se nivelarán con capa de arena de 2 cm de espesor medio.
- Junta de dilatación: la junta de dilatación empleada para el hormigonado de las aceras será de PVC de 80 mm.

### 3.65 TERRAPLÉN DE LA BALSA

Los datos geotécnicos están recogidos en el Anejo nº4 “Estudio Geotécnico” formando parte de este proyecto. Además, previo a la ejecución de las obras, y si a juicio de la Dirección de Obra y de la empresa constructora se requiere la realización de nuevos trabajos geotécnicos deberán ser realizados para ratificar dichos datos y de forma especial, los vinculados a la época del año, como son los niveles freáticos y la solución recogida en el proyecto para garantizar la integridad de la estructura de tierra. El proyectista recomienda el contraste de dichos datos antes de empezar la ejecución del proyecto.

El terraplén de la balsa estará formado por las siguientes capas:

- Coronación: parte superior del terraplén, sobre la que se apoya el firme, formada como mínimo por dos tongadas, el espesor total de la capa de coronación estará comprendido entre 0,50 m y 1,0 metros.
- Núcleo: es la parte del relleno del terraplén comprendida entre el cimientado y la coronación.
- Cimientado: es la parte inferior del terraplén en contacto con la superficie de apoyo, y el espesor mínimo será de 1,0 m.

Para la coronación del terraplén sólo podrán emplearse suelos clasificados como “seleccionados” o “adecuados”, conforme lo especificado a continuación.

Para el núcleo y cimientado del terraplén sólo podrán emplearse suelos clasificados como “seleccionados”, “adecuados” o “tolerables”, conforme lo especificado a continuación.

Como mínimo se realizará un ensayo completo del material empleado para el terraplén que nos permita su clasificación, conforme lo especificado a continuación, cada 7500 m<sup>2</sup>, y para cada una de las capas del terraplén.

Tipos de suelos para terraplén:

	Tolerables	Adecuados	Seleccionados
Límites de Atterberg	LL < 40 o	LL < 40	LL < 30
	IP > (0,6xLL – 9)		IP < 10
C.B.R.	> 3	> 5	> 10
Hinchamiento	-	< 2%	Sin hinchamiento
Materia orgánica	< 2%	< 1%	Exenta
Densidad máxima	> 1450 kg/dm3	> 1750 kg/dm3	-
Granulometría	Piedras (< 15 cm): < 25%	Cernido tamiz 0,08 < 35%	Cernido tamiz 0,08 < 25%
		Tamaño máximo <= 10 cm	Tamaño máximo <= 8 cm

### 3.66 CAMINO DE CORONACIÓN DE LA BALSA

Sobre el terraplén de la balsa se colocará una base de 20 cm de espesor de material granular de tamaño máximo 1", obtenido de zahorras naturales, mediante cribado y machaqueo, repartido en dos capas de 10 cm. En este proyecto, no se contempla la disposición de una capa de 5 cm de espesor de aglomerado en caliente salvo que la Dirección de Obra lo considere como una mejora del proyecto.

#### 3.66.1 BASE

La base de la urbanización de la estación de bombeo será de 20 cm de espesor y se realizará con zahorra artificial de 1".

La zahorra artificial cumplirá lo especificado en la siguiente tabla, así como el PG3 para la zahorra tipo ZA25.

Características	Especificaciones	Norma
Granulometría	ZA (25) Tamices UNE: 40:100%, 25:75-	UNE-EN 933-1:98
	100%, 20:65-90%, 8:40-63%, 4: 26-45%, 2:	
	15-32%, 0'5: 7-21%, 0'25:4-16%, 0'063:0-	
	9%.	
	Cernido tamiz 0,063 < 2/3 cernido tamiz 0,250	
Índice de Lajas	< 35	UNE-EN 933-3

Desgaste de los Ángeles	< 35	UNE-EN 1097-2
Equivalente de arena	> 35	UNE-EN 933-8: 2000
Coefficiente de limpieza	< 2	UNE 146130
Plasticidad	No plástico	UNE 103103: 94 UNE 103104: 93
Caras fracturadas	> 50%	UNE-EN 933-5
CBR	> 60	UNE 103502
Compuestos de azufre	< 1%	UNE-EN 1744-1

El ensayo de compuestos de azufre sólo se realizará en el caso de antecedentes de la existencia de yesos en el suelo.

### 3.66.2 AGLOMERADO EN CALIENTE

El aglomerado en caliente del camino de coronación de la balsa, si se contemplase como mejora del proyecto, tendrá un espesor de 5 cm.

#### Riego de imprimación

La emulsión a emplear como riego de imprimación será de tipo ECI (carga catiónica) y cumplirá con las siguientes especificaciones técnicas, así como con lo especificado para este tipo de emulsión en el PG3. La dotación a aplicar será de 01,5 kg/m<sup>2</sup>.

Característica	Unidad	Norma	Valor
Viscosidad Saybolt a 25°C	S	NLT 138	≤50
Carga de las partículas		NLT 194	positiva
Contenido de agua	%	NLT 137	≤50
Betún asfáltico residual	%	NLT 139	≥40
Fluidificante por destilación	%	NLT 139	may-15
Sedimentación	%	NLT 140	≤10
Tamizado	%	NLT 142	≤0,1
Penetración	0,1 mm	NLT 124	200-300
Ductilidad	Cm	NLT 126	≥40
Solubilidad en tolueno	%	NLT 130	≥97,5

#### Mezcla bituminosa en caliente

Materiales:

Para la capa de rodadura se utilizará una mezcla de tipo densa AC 16 SURF 60/70 D (D-12) de 4 cm de espesor.

La mezcla D-12 cumplirá lo especificado a continuación:

MEZCLA	TAMICES UNE-EN 933-2										%LIGANTE
	25	20	12,5	8	4	2	0,5	0,25	0,125	0,063	en peso
D12	-	100	80-95	64-79	44-59	31-46	16-27	11-20	6-12	4-8	4-6

	CARACTERÍSTICAS	NORMA	ESPECIFICACIÓN
Árido grueso	Partículas trituradas del (% en masa)	UNE-EN 933-5	>= 75
	Índice de lajas	UNE-EN 933-3	<= 35
	Desgaste de Los Ángeles	UNE-EN 1097-2	<= 25
	Coefficiente de pulimento acelerado	UNE 146130	>= 0,40
	Contenido de impurezas	UNE 146130	< 0,5% en masa
Árido fino	Proporción no triturado (%)	UNE-EN 933-5	<= 20
	Limpieza	---	Exenta de terrones y material vegetal
	Desgaste de los Ángeles	UNE-EN 1097-2	Base: < 30 Rodadura: < 25
Polvo mineral	Proporción máxima (%)	---	>= 50
	Densidad aparente	NLT-176	0,5 – 0,8 g/cm <sup>3</sup>
Ligante	Dotación mínima (%)	---	Base: 4% Rodadura: 4,75%

Ligante: para todas las capas el betún será un tipo B60/70 que cumpla con las especificaciones técnicas siguientes.

	CARACTERÍSTICAS	NORMA NLT	ESPECIFICACIÓN
BETÚN ORIGINAL	Penetración	124	60 - 70 s
	Índice de penetración	181	-1 +1
	Punto de reblandecimiento anillo y bola	125	48 – 57 °C
	Punto de fragilidad fraas	182	-8 °C
	Ductilidad a 25°C	126	90 cm
	Solubilidad en tolueno	130	99,5 %
	Contenido en agua	123	0,2 %

RESIDUO DESPUÉS DE PELÍCULA FINA	Punto de inflamación	127	235 °C
	Densidad relativa	122	1,0
	Variación de masa	185	0,8 %
	Penetración	124	50 %
	Variación punto de reblandecimiento	125	9 %
	Ductilidad a 25 °C	126	50 cm

El suministrador de aglomerado poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 e ISO 14001 así como Marcado CE para las mezclas bituminosas indicadas en el presente pliego, en vigor emitido por Organismo Autorizado.

Como mínimo la empresa ejecutora realizará un ensayo completo del riego de imprimación, del riego de adherencia, de todos los áridos empleados en la planta de aglomerado, del betún y del polvo mineral para garantizar el cumplimiento de todas las especificaciones contenidas en el presente pliego.

### 3.67 LÁMINA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

Se instalará para la impermeabilización de la balsa de regulación una lámina de Polietileno de Alta Densidad de **2 mm de espesor**, tanto en taludes como en fondo. A propuesta del contratista, la Dirección Facultativa elegirá un laboratorio de ensayos de contrastada experiencia y con acreditación en materiales geosintéticos, para la realización, como mínimo, de los siguientes ensayos y frecuencias:

- Ensayo de densidad bajo norma UNE EN ISO 1183-1:2013 Método A.
- Ensayo de espesor norma UNE EN 1849-2:2010.
- Ensayo de resistencia al desgarro bajo UNE ISO 34-1:2011 Método B, procedimiento (a).
- Ensayo de tracción (T y L) bajo UNE EN ISO 527-1:2012, UNE EN ISO 527-3:1996, UNE EN ISO 527-3:1996/ AC:2002 (probeta tipo 5).
- Ensayo de alargamiento (T y L) bajo UNE EN ISO 527-1:2012, UNE EN ISO 527-3:1996, UNE EN ISO 527-3:1996/ AC:2002 (probeta tipo 5).
- Ensayo de índice de fluidez bajo norma UNE EN ISO 1133-1:2012 Método A.
- Ensayo de contenido de negro de carbono bajo UNE 53375-1:2007.
- Ensayo de dispersión de negro de carbono ISO 18553:2002, ISO 18553:2002/Amd 1:2007.
- Ensayo de resistencia a la perforación estático CBR bajo UNE EN ISO 12236:2007.

- Ensayo de Tiempo de inducción oxidativa UNE EN 728:1997.
- Ensayos de resistencia a la fisuración bajo tensión en un medio tensoactivo, sentido transversal, stress cracking 300 h (SP-NCTL) bajo UNE EN 14576:2006 o ASTM D 5397-99 (uno por balsa).
- Ensayo de envejecimiento artificial acelerado bajo norma UNE-EN 12224.

Se hará una toma de muestras de material según la norma UNE 104427:2010 o según el número de lotes de fabricación recibidos en obra, siendo el número mínimo de muestreos: 2 ud. Se define lote como un grupo de rollos consecutivamente numerados y procedentes de la misma línea de fabricación.

Tras la recepción de los rollos de geomembrana en obra, el Control de Calidad deberá seleccionar los rollos a muestrear. Las muestras deberán tomarse a lo ancho de cada rollo muestreado y con una longitud de 1 m, salvo especificación contraria. Si el inicio del rollo está dañado, se desechará para muestreo toda la zona dañada.

Como norma general se desechará los 0,5 primeros metros para el muestreo. La información precisa sobre el lote de procedencia de cada rollo debe ser proporcionada por el fabricante o instalador.

La muestra así obtenida será codificada bajo norma UNE EN ISO 10320 y enviada al laboratorio de Control de Calidad donde será sometida a los ensayos anteriormente descritos.

Una vez realizados los ensayos serán entregados a la Dirección Facultativa en su correspondiente informe sellado y firmado por laboratorio y técnico responsable, para su aceptación o rechazo a la vista de los resultados obtenidos.

#### Criterios de aceptación / rechazo

Las láminas de PEAD deberán cumplir para su aceptación los valores mínimos de los ensayos a realizar que figuran en el siguiente cuadro, o los facilitados por el fabricante, si son superiores a los indicados:

ENSAYO	NORMA	VALOR RECOMENDADO POR NORMA UNE 104427:2010
Densidad	UNE EN ISO 1183-1:2013 Método A	$\geq 0.940 \text{ g/m}^3$
Espesor	UNE EN 1849-2:2010	$\geq$ del valor nominal
Resistencia al desgarro		$\geq 135 \text{ N / mm}$

ENSAYO	NORMA	VALOR RECOMENDADO POR NORMA UNE 104427:2010
	UNE ISO 34-1:2011 Método B, procedimiento (a)	
Resistencia a la tracción	UNE EN ISO 527-1:2012, UNE EN ISO 527-3:1996, UNE EN ISO 527-3:1996/ AC:2002 (probeta tipo 5)	Resistencia a la tracción a la rotura $\geq 26$ Pma
		Tracción en el límite elástico $\geq 16$ MPa
Alargamiento	UNE EN ISO 527-1:2012, UNE EN ISO 527-3:1996, UNE EN ISO 527-3:1996/ AC:2002 (probeta tipo 5)	Alargamiento en la rotura $\geq 700$ %
		Alargamiento en el límite elástico $\geq 8$ %
Índice de fluidez	UNE EN ISO 1133-1:2012 Método A 190 °C; 2,16 Kg	$\leq 1$ g/10 min
Contenido de Negro de Carbono	UNE 53375-1:2007	$2.25 \pm 0.25$
Dispersión de Negro de Carbono	ISO 18553:2002, ISO 18553:2002/Amd 1:2007	$\leq 3$
Resistencia al punzonado estático CBR	UNE EN ISO 12236:2007	$\geq 3,5$ KN
Tiempo de inducción oxidativa	UNE EN 728:1997	$\geq 100$ minutos
Resistencia a la fisuración bajo tensión en un tensoactivo, sent. transv.	UNE EN 14576:2006 o ASTM D 5397-99	$\geq 300$ horas
Stress Cracking 300 h (SP- NCTL)		

Las geomembranas suministradas por el fabricante en rollos vendrán identificadas con su número de fabricación y embaladas adecuadamente para permitir su fácil manipulación en la carga y descarga.

Los rollos deberán ser identificados con una etiqueta de control donde se especifique, como mínimo, la siguiente información:

- Nombre del fabricante

- Identificación del producto
- Espesor
- Número de rollo
- Dimensiones del rollo (ancho y longitud)
- Peso del rollo
- Referencia de la Norma que cumple
- Marcado CE

### 3.68 GEOTEXTIL

Bajo lámina de polietileno se proyecta la colocación de un geotextil **de gramaje mínimo de 250 g/m<sup>2</sup> de filamento continuo 100% de polipropileno, no tejido, agujeteado**, para proteger la geomembrana de PEAD contra posibles punzonamientos.

A propuesta del contratista, la Dirección Facultativa elegirá un laboratorio de ensayos de contrastada experiencia y con acreditación para realizar los ensayos de los materiales geosintéticos que a continuación se relacionan:

- Ensayo de peso total unitario bajo norma UNE EN ISO 9864:2005
- Ensayo de tracción y alargamiento bajo norma UNE EN ISO 10319:2015
- Ensayo de resistencia a la perforación estático CBR bajo norma UNE EN ISO 12236:2007
- Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caída de cono bajo norma UNE EN ISO 13433:2007
- Ensayo de espesor bajo carga de 2 kN/m<sup>2</sup> bajo norma UNE EN ISO 9863-1:2005
- Ensayo de determinación de la materia prima (DSC). Calorimetría diferencial.

Se hará una toma de muestras de material según UNE 104427:2010 o según el número de lotes de fabricación recibidos en obra. El número total de muestreos en el geotextil es de 2, por tanto, habrá 2 ensayos de cada uno de los referidos en el párrafo anterior.

Las muestras deberán tomarse después de que se haya comprobado que todos los rollos de lote están presentes en la obra. Las muestras se tomarán de rollos que no presenten desperfecto alguno, y, salvo indicación en contra, tendrán una longitud de 1m por todo el ancho del rollo, desechando el primer 0,5 m.

Siempre que sea posible, se procura exigir el suministro de rollos pertenecientes a un único lote, definiéndose lote como un grupo de rollos fabricados consecutivamente y procedentes de la misma línea de producción.

Las muestras tomadas para conformidad de materiales serán codificadas bajo norma UNE – EN ISO 10320 por el control de calidad que se encargará de su envío al laboratorio.

Una vez realizados los ensayos serán entregados a la Dirección Facultativa en su correspondiente informe sellado y firmado por laboratorio y técnico responsable, para su aceptación o rechazo a la vista de los resultados obtenidos.

Criterios de aceptación / rechazo

Los geotextiles de protección de la geomembrana deberán cumplir para su aceptación los valores mínimos de los ensayos a realizar que figuran en el siguiente cuadro o los que facilite el fabricante, si son superiores a estos:

Parámetro	Unidad	Valor mínimo GTX bajo GMB según UNE 104425:2001	Valor mínimo GTX sobre GMB según UNE 104425:2001	Norma
Peso unitario	g/m <sup>2</sup>	≥200	≥300	UNE EN ISO 9864:2005
Resistencia a perforación CBR	N	≥1000	≥2000	UNE EN ISO 12236:2007
Resistencia por caída de cono	mm	≤ 23	≤ 17	UNE EN ISO 13433:2007
Resistencia a tracción	kN/m	≥4	≥8	UNE EN ISO 10319:2015
Alargamiento	%	≥50	≥50	UNE EN ISO 10319:2015
Espesor	mm	≥2	≥3	UNE EN ISO 9863-1:2005
Determinación de la Materia Prima (DSC)	%	100 % polipropileno	100 % polipropileno	Calorimetría diferencial

NOTA:

- La masa por unidad de superficie y la determinación de la materia prima de los geotextiles será considerada sólo como un parámetro de verificación e identificación de que el geotextil recibido en obra sea el geotextil que se ha solicitado, junto con la norma para la identificación in situ, la norma UNE-EN ISO 10320

- El solapo de los geotextiles será de, al menos, 10 cm si la unión se realiza por cosido o calor; sino el solapo será de 25 cm.
- Durante la colocación, se lastrará el geotextil mediante sacos de arena, neumáticos... para evitar levantamientos producidos por el viento. Lo que no deberá hacerse es fijarlo al suelo mecánicamente con pinzas metálicas ni elementos que pudieran punzonar las geomembranas.

### 3.69 GESTIÓN INTEGRADA DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CONTEMPLADA EN EL PROYECTO

#### CAMBIOS EN LOS PROCESOS DE GESTIÓN

La puesta en marcha del riego modernizado supone un cambio a todos los niveles organizativos, económicos y operativos de la Comunidad de Regantes, la cual, debe afrontar la gestión de una red de distribución modernizada, compleja y, normalmente, con elevado consumo energético.

Los aspectos necesarios a gestionar dentro de una Comunidad de Regantes han ido evolucionando con el paso del tiempo, aumentando en número, complejidad y exigencia, debido fundamentalmente a ésta modernización de los regadíos. En la siguiente tabla se muestra la repercusión que ha tenido la modernización de regadíos en relación a las áreas críticas de gestión:

Aspecto	Regadíos tradicionales	Regadíos modernizados
Dependencia energética	Baja o nula	Elevada
Manejo de la instalación	Sencillo	Complejo
Horarios de riego	Fijos	Demanda
Eficiencia distribución de agua	Baja 50-60%	>85%
Dotaciones de riego por hectárea	Alta	Menores
Sistema de riego predominante	Tradicional	Goteo
Necesidad de capacitación trabajadores	Media	Especialización
Exigencias administrativas (Medioambiente, seguridad, etc.)	Bajas	Crecientes
Empleo de tecnología	Baja	Elevada
Precio del agua	Bajos	Más elevados
Presupuestos anuales	Bajos	Elevados
Demanda de servicios adicionales por los comuneros	No	Sí. Cada vez mayor.
Cambios en la propiedad de la tierra	Bajo	Elevado
Necesidades de mantenimiento de infraestructuras	Bajas y poco profesionalizadas (mondas, limpieza,	Elevadas y profesionalizadas (Tuberías, bombeos, equipos electrónicos, etc)

Aspecto	Regadíos tradicionales	Regadíos modernizados
	reparaciones de acequias)	

Otro aspecto importante que no se puede ignorar consiste en el hecho de que el personal que tradicionalmente está vinculado a la gestión de la Comunidad tiene que adaptarse a una situación completamente nueva con el riego modernizado. Este cambio no es siempre fácil y es tanto más sencillo cuanto antes se involucre a los gestores de la Comunidad en la definición de los cambios de gestión que la modernización va a suponerles.

Con el fin de que la Comunidad de Regantes pueda obtener los beneficios económicos y medioambientales (uso optimizado del agua, la energía, abonado, etc) que se espera se deriven de la explotación de las obras de modernización de infraestructuras y para facilitar un adecuado mantenimiento de las mismas, se deberán contemplar las actividades necesarias para asegurar que los procesos de gestión empleados por la Comunidad de Regantes para realizar sus funciones sean también adaptados a la nueva situación derivada de la modernización.

Además, es necesario modelar estos procesos en un entorno integrado de herramientas de gestión. Para ello es necesario recurrir a un entorno de herramientas de gestión integradas o ERP específicamente diseñado para las Comunidades de Regantes, que es un sistema de información que integra y maneja todos los procesos de negocios asociados con las operaciones de funcionamiento de la Comunidad de Regantes.

También hay que tener en cuenta que la modernización de una Comunidad normalmente se realiza por sectores lo que conlleva la necesidad integrar diferentes procesos de gestión en función de las características de los sectores que componen la Comunidad (sectores a presión con automatismos diferentes, sectores de riego por gravedad, etc.). Esto da lugar a la paradoja de que la modernización, si no contempla la gestión integral de la Comunidad, produce un efecto indeseable al forzar a la desintegración de la información y a la proliferación de herramientas independientes para soportar las necesidades de gestión particulares de cada sector, lo que a medio plazo desemboca en sobrecostes y problemas en el funcionamiento normal de la Comunidad y de su personal.

Por todas las razones mencionadas anteriormente resulta de gran importancia dotar a una Comunidad que se va a modernizar o está recién modernizada de procedimientos de gestión de la Comunidad adaptados a la nueva situación, así como instalar las bases de datos y las herramientas informáticas que permitan gestionar la Comunidad en sus múltiples frentes de la forma más satisfactoria y económica que sea posible. Sin esto, la explotación de las obras de modernización será

mucho más dificultosa y los resultados obtenidos no serán los que cabría esperar de las elevadas inversiones que suponen estas obras.

### 3.69.1 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA GESTIÓN MODERNA DE UNA COMUNIDAD DE REGANTES

La gestión de una Comunidad de Regantes cada día es más compleja y sensible, necesitando administrar gran cantidad de frentes con la máxima coordinación posible en el mínimo tiempo. La gestión exitosa de una Comunidad de Regantes se sustenta sobre una serie de principios básicos que son:

- Eficiencia en el empleo de recursos (energéticos, hídricos, recursos humanos, materiales, etc.). La gestión global de una Comunidad de Regantes, en la que además, se emplean todos sus recursos de forma eficiente genera multitud de sinergias positivas. Todo ello, redundando, entre otros aspectos, en una elevada eficiencia económica, sobre la cual ha de asentarse cualquier organización. Este principio es fundamental, ya que la disminución de costes conlleva un aumento del beneficio potencial obtenido en las explotaciones agrícolas de los comuneros.
- Transparencia. Como se ha comentado, las Comunidades de Regantes tienen la difícil tarea de administrar, directa o indirectamente, recursos sensibles a nivel social, político y ambiental, como son, fundamentalmente, el agua, la energía y la tierra, así como importantes presupuestos. Por tanto, la organización debe transmitir una imagen de transparencia en la gestión, con total disponibilidad de toda la información relativa a su gestión hacia sus comuneros y administraciones y adoptar las mejores prácticas de gestión técnica y económica.
- Calidad del servicio. Obviamente este es el propósito central de una organización de riego, prestar a los comuneros un servicio de alta calidad, que contemple no sólo recibir el agua en tiempo y forma a un precio lo más ajustado posible, sino también recibir otra serie de servicios adicionales que le permitan mejorar su calidad de vida y facilitar los trabajos relacionados con el riego de sus plantaciones.
- Mejora continua, de tal forma que se establezcan los mecanismos y procesos para detectar anomalías y mejoras en el funcionamiento, anticipándose a los acontecimientos y si no es posible adaptándose a ellos con la mayor rapidez y flexibilidad posible. La suma combinada de pequeñas mejoras en cualquier nivel genera importantes mejoras en la Comunidad de Regantes. Intentar mejorar cualquier labor cotidiana realizada, por liviana que pueda parecer, inculca una cultura de innovación y proactividad permanente de vital importancia para la “buena salud” de una Comunidad de Regantes.

- Imagen pública. No basta con realizar una gestión eficiente de los recursos, ser transparentes, ser proactivos, prestar un servicio de calidad, etc. Además, la Comunidad de Regantes, como entidad de gran arraigo social en los territorios que abarca debe ser capaz de transmitir estos principios tanto a sus regantes como a la sociedad en general.

### 3.69.2 REQUISITOS TÉCNICOS APLICABLES PARA LAS APLICACIONES DE GESTIÓN INTEGRADA

A continuación, se describen los requisitos técnicos que deberán cumplir las aplicaciones software que se empleen o haya que desarrollar dentro del proyecto para soportar los procesos de gestión integral de la entidad de riego.

#### 3.69.2.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES DE LAS APLICACIONES PARA GESTIÓN INTEGRADA

Las características generales de las aplicaciones de gestión serán las siguientes:

Las aplicaciones de gestión deberán de contemplar funcionalidad para:

- Apoyar los procesos de gestión dentro de la comunidad que se realizan por el personal propio de la misma: Administrativos, personal de campo, etc.
- Apoyar la toma de decisiones de los directivos (Presidente, Secretario, Junta de Gobierno)
- Mejorar la calidad de los servicios de la Comunidad a los comuneros, permitiendo a éstos la realización de las gestiones más frecuentes con la Comunidad, así como el acceso a información básica (facturas, consumos, etc.) de forma telemática.
- Las aplicaciones de gestión deberán promover la transparencia en la actividad de la Comunidad, a través de una página web integrada con las mismas donde se pueda publicar la información pública relevante.
- Las aplicaciones de gestión deberán permitir cumplir a la Comunidad con lo establecido por la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas, que establece (ART.12) que las administraciones Públicas deberán garantizar que los interesados pueden relacionarse con la Administración a través de medios electrónicos, y también con lo establecido en la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público.
- Las aplicaciones de gestión serán aplicaciones web desarrolladas en lenguaje Java o similar. Estas aplicaciones podrán ser utilizadas por los usuarios mediante una conexión a Internet desde cualquier dispositivo móvil o fijo a través de navegadores estándar sin necesidad de herramientas adicionales.

- El acceso a las aplicaciones se realizará mediante clave de usuario concertada y contraseña que viajarán encriptadas por Internet mediante, TLS/SSL.
- Las aplicaciones de gestión y las bases de datos estarán alojadas en servidores seguros con los que se realizarán transacciones encriptadas mediante protocolo TLS/SSL, preferentemente propios de la comunidad de regantes o gestionados por éstas, para no depender en el tiempo de empresas externas que implicaría una cuota anual más para la comunidad, quedando en las partidas presupuestarias de este proyecto de modernización incluido el trabajo de creación, suministro y puesta en marcha de los equipos así como un mantenimiento y actualización de las versiones durante los cinco años posteriores a la puesta en marcha.
- Las aplicaciones de gestión y las bases de datos cumplirán con lo estipulado en el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD).
- El uso de las aplicaciones será sencillo e intuitivo para el usuario final. Las instrucciones de uso de las aplicaciones de gestión estarán integradas en las propias aplicaciones haciendo innecesaria la existencia de manuales de usuario impresos. Estas instrucciones se actualizarán cuando sea necesario debido a un cambio en la funcionalidad o en la forma de uso del programa.
- El almacenamiento de toda la información necesaria para la gestión integrada de la Comunidad de regantes usuaria se realizará en una o varias bases de datos relacionales. En esta base de datos se almacenará la información necesaria para todos los procesos de gestión usados por la Comunidad de Regantes. Sería, sin carácter excluyente:
  - Gestión administrativa (Censos de usuarios y parcelas, así como facturaciones realizadas)
  - Gestión del agua (Consumos y usos del agua)
  - Gestión de mantenimiento (Tareas realizadas, control de costes)
  - Gestión documental (archivo digital de documentos)
- Las aplicaciones de gestión deberán tener una estructura modular que permita añadir módulos que cubran nuevas áreas de gestión y admitirán la modificación de su software para adaptarse a requisitos específicos que puedan surgir.
- Los módulos de las herramientas deberán permitir la adaptación a las particularidades de gestión de la Comunidad de forma sencilla lo que puede ser necesario por múltiples razones (aparición de nuevas tecnologías, toma de decisiones en la junta de gobierno, evolución de la

comunidad, etc.) sin modificar la información existente y con la posibilidad de hacer uso de la misma.

- El modelo de datos, el software de base empleado y el estilo de programación deberán evitar posibles errores producidos por el incorrecto uso diario de las herramientas (por ejemplo, borrado de información relacionada entre sí tal como parcelas relacionadas con usuarios).
- Las aplicaciones de gestión deberán disponer de métodos web que permitan establecer los procesos de comunicación en ambos sentidos que se requieran entre las herramientas de gestión y otros sistemas de información externos. A estos efectos se valorará que allí donde sea aplicable que se adopte al estándar de comunicaciones de telecontroles interoperable reflejado en el borrador de norma UNE 21622. Si los sistemas externos lo permiten, esta comunicación se realizará a través de métodos web basados en JSON o similar.
- Deberá mantenerse de forma automática una base de datos histórica con los datos de la entidad de riego con la información relativa a la estructura de la misma: cultivos, usos del agua, consumos, etc. a lo largo del tiempo con el objetivo de poder establecer bases de apoyo a la gestión futura.
- Deberá de ser posible explotar de forma conjunta los datos correspondientes a varios procesos de gestión para obtener información con mayor valor añadido mediante la combinación de los mismos.
- Las aplicaciones de gestión deberán generar bases de datos que puedan soportar técnicas de minería de datos y análisis de negocio a partir de las mismas con datos actuales e históricos de múltiples comunidades de regantes, así como en datos externos provistos por diversas fuentes mediante el empleo de herramientas especializadas tales como HANDOOP, HPC, PENTAHO, etc.
- Existirá la posibilidad de que las aplicaciones de gestión y la explotación de la información sea de forma georreferenciada, así como la explotación de información geográfica de apoyo a la gestión que pueda provenir de servicios WMS externos públicos o privados tales como mapas base, imágenes de teledetección obtenidas mediante drones o satélites, etc.

### **3.69.3 REQUISITOS TÉCNICOS APLICABLES PARA EL ENTORNO HARDWARE Y DE COMUNICACIONES**

#### **3.69.3.1 SERVIDORES Y SISTEMA DE ALMACENAMIENTO**

Los servidores deberán estar instalados en un centro de datos con, al menos, las características siguientes:

- Debe ofrecer conexiones redundantes a Internet mediante circuitos de fibra óptica.

- Los servidores deberán ser fácilmente ampliables tanto en capacidad de proceso como en disco duro y en memoria RAM.
- Debe disponer de suministro de corriente alterna compaginado con sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI).
- Deberá existir un control de temperatura y humedad que asegure que los servidores funcionan en las condiciones de trabajo requeridas por el fabricante.
- Los servidores deberán estar protegidos por cortafuegos para prevenir accesos no autorizados a los mismos.
- Los servidores deberán de contemplar una imagen de los distintos softwares instalados en los mismos para que en caso de ser necesario, la réplica en otro junto con la copia de la base de datos pueda ponerse en funcionamiento inmediato.
- Los servidores deberán realizar copias de seguridad periódicas tanto a nivel de datos como de aplicaciones, que permitan restaurar los servicios en caso de necesidad, al menos una vez al día.
- Deberán existir medidas de seguridad y control de acceso que como mínimo comprenderán control de entrada y salida es facilitada mediante guardias de seguridad. El acceso a los equipos se realizará, en todo caso, con llave.
- Los servidores deberán realizar copia de seguridad diaria de las bases de datos en un lugar diferente del centro de datos, así como la posibilidad de una descarga a equipos locales.

La infraestructura de servidores y sistemas de almacenamiento que soporten las aplicaciones de gestión deberá tener las características siguientes:

- Las características mínimas de los servidores serán: 4 CPU a 4 Ghz, RAM 12 GB y disco duro de 1 TB.
- La infraestructura deberá asegurar el funcionamiento ininterrumpido de las aplicaciones, de forma que las posibles averías no afecten al usuario de las mismas.
- Las bases de datos funcionarán sobre discos instalados con configuración RAID 5 o similar.
- Diariamente se deberán realizar copias de seguridad de la información en un lugar externo al centro de datos.
- Si fuese necesario, será posible ampliar la capacidad de procesamiento de la infraestructura mediante la simple adición de mayor capacidad de procesamiento, memoria o disco duro.

- Los servidores estarán protegidos por cortafuegos que eviten las intrusiones en los mismos y el robo de datos.

### 3.69.3.2 SOFTWARE DE USO GENERAL

El software de uso general instalado en los servidores que soportará el funcionamiento de las aplicaciones que se desarrollen será de código abierto. Sus características serán las siguientes:

- Los servidores funcionarán preferentemente bajo sistema operativo WINDOWS.
- Se empleará un gestor de base de datos relacional PostgreSQL, SQLSERVER o similar con capacidad de gestionar la información sin limitaciones de tamaño.
- El servidor de páginas será Apache Tomcat o similar.
- Las aplicaciones de mapeo WebGIS estarán desarrolladas con librerías de código abierto como Leaflet o similar, siempre que tenga acceso la Comunidad de Regantes.
- Los servidores deberán tener capacidad de gestionar correos electrónicos a través de un servidor de correos Openwebmail o similar.

### 3.69.4 FUNCIONALIDAD REQUERIDA PARA LAS APLICACIONES DE GESTIÓN

Cuando se confeccione el anexo de gestión integrada se podrán seleccionar en función de las características de la Comunidad de Regantes usuaria las funciones o módulos que deberán incluirse. Siempre será necesario que exista el módulo de Funciones Base y a éste se le podrán añadir las funciones siguientes:

- Función Base o Común
- Página web
- Función Sede Electrónica
- Apps (Control campo, personal, regantes)

A continuación, se describe la funcionalidad mínima que se exigirá a las distintas aplicaciones de gestión.

#### 3.69.4.1 FUNCIÓN BASE O COMÚN

Las Funciones Base tendrán como objetivo soportar los procesos básicos de gestión integrada de la Comunidad de Regantes. Deberán de cumplir con los requisitos siguientes:

- Censo de usuarios: Contendrá la información necesaria para todos los procesos de gestión de todas aquellas personas, físicas o jurídicas, relacionadas con las parcelas que están incluidas en la Comunidad de Regantes.

- Censo de parcelas: Contendrá la información necesaria para todos los procesos gestión de cada una de las parcelas incluidas en la Comunidad.
- Permitirán la actualización de los datos del SCADA relacionados con la gestión de la Comunidad de Regantes directamente desde las aplicaciones de gestión sin necesidad de introducir estas modificaciones dos veces: en el SCADA y en las aplicaciones de gestión.
- Existirá una funcionalidad que permita la generación automática de votos según las reglas de asignación reflejadas en los estatutos de la Comunidad de Regantes.
- Será posible realizar facturaciones de recibos ordinarios y/o extraordinarios en cualquiera de los conceptos que estos incluyan en la Comunidad de Regantes.
- Será posible crear tantos modelos de factura como sean necesarios en los que se recoja toda la información requerida para las mismas.
- Existirá la posibilidad de realizar el cobro a los usuarios empleando los métodos de pago siguientes:
  - ✓ Domiciliación, mediante generación de cuadernos SEPA de la AEB (Asociación Española de la Banca).
  - ✓ Pago en ventanilla, mediante la generación de cuaderno 57 de la AEB con control por código de barras
- Deberá existir la posibilidad de filtrar usuarios por diversos conceptos para enviar masivamente avisos a los mismos tanto por correo electrónico como por sms.
- Deberán existir herramientas para la generación de informes de gestión tanto en formato .pdf como en formato de hojas de cálculo Excel.
- Deberá existir una herramienta para la generación de correspondencia postal que permita la creación de modelos de carta y su personalización para los regantes a los que se desee enviar.
- Las herramientas deberán incluir un sistema de registro de entrada-salida electrónico conforme a la Ley 30/1992,1 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas.
- Las herramientas deberán incluir un sistema de gestión documental electrónico que permita almacenar en formato digital los documentos que se desee junto con la metainformación que permita su búsqueda e identificación. El sistema estará vinculado con el registro de entrada salida electrónico para poder asociar a los documentos guardados su número de registro de entrada y de salida.

- Deberá existir un archivo histórico de datos de gestión de la Comunidad de Regantes con la posibilidad de descargar documentación en un período de los últimos cinco años.

#### 3.69.4.2 FUNCIONES WEB

Las aplicaciones de gestión deberán disponer de funciones que permitan la publicación en Internet de contenidos, gestionados por la Comunidad de Regantes. A tales efectos la página web deberá incluir las siguientes características:

- Disponer de una web pública de la entidad para suministrar al exterior información que se desee tal como noticias, avisos a los usuarios por averías, publicación de información relacionada con la transparencia como datos de la Junta de Gobierno, estatutos, etc. La página web deberá permitir que entidades externas autorizadas a la Comunidad puedan publicar información de interés. La página web pública regantes dispondrá de una versión móvil para que también pueda ser empleada en dispositivos tipo smartphone.
- Todas las secciones de la página serán autogestionables por la Comunidad a través de formularios sencillos de un gestor de contenidos. El gestor de contenidos deberá permitir la integración de cualquier programación externa (bases de datos, aplicaciones, etc.) que se precise.

#### 3.69.4.3 FUNCIÓN SEDE ELECTRÓNICA

Con el objeto de adaptarse a la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas, y también con lo establecido en la Ley 40/2015, de 1 de octubre de Régimen Jurídico del Sector Público, las aplicaciones de gestión deben incluir la funcionalidad necesaria, particularizada para las Comunidades de Regantes, que permita ofrecer mecanismos electrónicos para la realización de las gestiones de los regantes o terceras personas frente a las Comunidades de Regantes.

Las funciones de sede electrónica permitirán:

- El inicio de trámites con la Comunidad y presentación de la documentación correspondiente que sea requerida de forma telemática en cualquier estado del trámite.
- El seguimiento de expedientes por parte del usuario desde el inicio del expediente hasta la resolución del mismo por parte del usuario.
- La gestión de notificaciones al usuario por parte de la Comunidad

El sistema de sede electrónica implantado estará integrado con el Registro de Entrada-Salida y el sistema de Gestión Documental de la Comunidad que forman parte de las Funciones Base.

El acceso de los usuarios al sistema de sede electrónica se realizará mediante clave concertada.

Los documentos emitidos por la Comunidad de Regantes relativos a cada trámite (justificantes de registro de entrada, notificaciones, etc.) irán firmados electrónicamente por la Comunidad de Regantes.

#### **3.69.4.4 APPS (CONTROL CAMPO, PERSONAL, REGANTES, ETC.)**

##### App Control de Campo

- Permitirá la verificación de consumos de agua en los diferentes hidrantes, así como el seguimiento de las diferentes inspecciones en los diferentes elementos de riego.
- El personal de guardería podrá realizar las anotaciones de las diferentes incidencias en la red de riego.

##### App Personal

Esta aplicación permitirá el seguimiento de:

- Entrada/salida del personal. Control de acceso ligado a ubicación especificada mediante coordenadas.
- Parte de vehículos. Seguimiento de vehículos, kilómetros, repostaje, mantenimiento, incidencias, etc.
- Interactuar con Administración de la Comunidad de Regantes para intercambio de archivos (partes de baja/alta, vacaciones, etc.)

##### App Regantes

- Permitirá la interacción activa del regante con el sistema:
- Solicitud de peticiones de riego
- Seguimiento y control de consumos
- Seguimiento y control de la dotación anual asignada a la explotación

### 3.70 MADERAS

Cualquiera que sea su procedencia, la madera que se emplee en construcciones definidas como provisionales o auxiliares que exija la construcción de aquellas, tales como cimbras, encofrados, andamios, ataguías, pasos provisionales, etc. deberá reunir las condiciones siguientes:

Estará desprovista de nudos, vetas e irregularidades en sus fibras y sin indicios de enfermedad de diversos orígenes que padece este material y que accionan la descomposición del sistema fibroso.

En el momento de su empleo estará seca y, en general, especialmente la que se destine a la ejecución de las obras definitivas, contendrá poca albura.

La dirección de Obra, fijará en cada caso en las permanentes, la especie más adecuada y sus dimensiones precisas cuando no estén especificadas en los planos generales del proyecto y en los correspondientes presupuestos parciales.

### 3.71 MATERIALES CUYAS CONDICIONES NO ESTÁN ESPECIFICADAS EN ESTE PLIEGO

Los materiales cuyas condiciones no estén especificadas en este pliego, deberán cumplir la normativa vigente y aquellas que el uso ha incorporado a las buenas normas de construcción.

En todo caso, deberán ser sometidas a la consideración de la Dirección de Obra, para que decida sobre la conveniencia de autorizar su empleo, quedando obligado el Contratista a la Norma a que esté sometido el producto.

Dada la gran variedad de materias existentes en el mercado con calidad suficiente, y las novedades y mejoras técnicas que pudieran presentarse en las fechas de ejecución de las obras, la Dirección de Obra, podrá ordenar la utilización de productos análogos a los definidos en este Pliego, y que por sus características se consideren más idóneos en el momento de realización de las obras.

## 4 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS: EJECUCIÓN

### 4.1 PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA

Dentro del Inventario Arqueológico de la Provincia de León, estos lugares ofrecen datos muy parciales en lo que a yacimientos arqueológicos se refiere, debiéndose quizás a que corresponden a una de las zonas más antiguas en la realización de éste tipo de investigación.

Esta circunstancia, unida al hecho de que el proyecto tiene como base la ejecución de obras de infraestructura que pueden afectar a yacimientos no reconocidos, es por lo que se propone su prospección y documentación arqueológica, consistente en lo siguiente:

#### I. Documentación

1. Revisión de fuentes documentales y archivísticas.
2. Análisis, revisión y comprobación bibliográfica.
3. Análisis cartográfico (mapas antiguos y actuales).
4. Examen de foto aérea.
5. Estudio toponímico.
6. Revisión de fichas ya existentes en el Inventario Arqueológico de la Provincia.
7. Estudio de los materiales arqueológicos de los yacimientos ya conocidos y depositados en el Museo de León.

#### II. Trabajo de campo

Esta fase consistirá en la prospección arqueológica del terreno; es decir, el reconocimiento de los lugares seleccionados en la etapa anterior, susceptibles de contener información arqueológica, debiéndose constatar tanto los yacimientos localizados como las visitas negativas. La citada prospección arqueológica será previa a toda actuación en la zona de las obras.

Se ha realizado una **prospección arqueológica previa a la elaboración del presente proyecto** que habrá que tener en cuenta durante la ejecución del mismo, así como la notificación de la Comisión Territorial de Patrimonio Cultural, ambos documentos se adjuntan como anejo nº 18 a la memoria del proyecto.

### 4.2 REPLANTEO

Antes de dar comienzo las obras, la Dirección de Obra de las mismas, procederá a la verificación del replanteo, que podrá realizarse en una o varias fases, trasladando al terreno los datos

expresados en el Documento Planos que define la obra. Teniendo todos los datos del levantamiento realizado en fase de proyecto en el anejo de topografía.

Del resultado de este replanteo se levantará acta que suscribirán la Dirección de Obra y el Contratista.

Éste acta se elevará a la Superioridad, y en ella, constará la conformidad entre el Proyecto de la obra y el terreno, o las variaciones existentes en su caso

El Contratista está obligado además a realizar el replanteo, a suministrar todos los útiles y elementos auxiliares necesarios para este, con inclusión de los clavos y estacas, corriendo de su cuenta el personal necesario que deberá tener la capacidad técnica e instrucción suficiente para la realización de estos trabajos.

Podrán realizarse con posterioridad y conforme lo exija el programa de los trabajos, los replanteos de detalle en los que se fijen las tangentes y las bisectrices, así como los ejes de las obras de fábrica, transversales, los puntos de origen y final de las obras de fábrica longitudinales y los puntos del terreno en las alineaciones, intermedios entre los vértices que se utilizarán para tomar los perfiles transversales del terreno, de los que en su día, obtendrán la cubicación de los movimientos de tierra.

El Contratista será responsable de la conversión de los puntos, señales y mojones, y si en el transcurso de las obras sufrieran deterioro o destrucción, serán de su cargo los gastos de reposición y comprobación.

Se exceptúan de la anterior prescripción, aquellas señales o hitos enclavados dentro de la zona ocupada por las obras, las cuales deberán referirse a otros puntos fijos, de tal forma que pueda restituirse su posición.

Serán de cuenta del Contratista todos los gastos que se originen en los replanteos, incluso los que se ocasionen al verificar los replanteos parciales que exija el curso de las obras, así como el levantamiento topográfico de la obra, la ejecución de los perfiles a ejecutar en obra y detectar e informar a la Dirección de Obra de los servicios afectados para la correcta ejecución de la obra objeto del presente proyecto.

El Contratista elaborará los perfiles a ejecutar en obra y los presentará a la Dirección de Obra con tiempo suficiente para aprobación expresa y por escrito de la misma.

A partir del momento en que se lleve a cabo el replanteo de detalle, la continuación de los replanteos será de responsabilidad del Contratista, quién deberá disponer de personal debidamente instruido para la realización de dichos trabajos.

### 4.3 APORTACIÓN DE EQUIPO Y MAQUINARIA

El equipo destinado a la obra, deberá estar disponible en la misma con la suficiente antelación para que no se produzcan retrasos en el desarrollo de los trabajos por este motivo.

Su potencia y capacidad será la adecuada para ejecutar la obra dentro del plazo programado.

El equipo deberá mantenerse en todo momento en condiciones de trabajo satisfactorias, haciéndose las sustituciones o reparaciones para ello.

### 4.4 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Estos trabajos incluyen todas las operaciones necesarias para la excavación de las zonas afectadas por las obras.

#### 4.4.1 DESPEJE Y DESBROCE

##### 4.4.1.1 RETIRADA DE LA CAPA VEGETAL

Se retirará la capa vegetal de la excavación en las trazas que atraviesen masas de parcelas de cultivo, para volver a reponerla tras el tapado de las zanjas.

Para la balsa de regulación, y según recoge el estudio geotécnico se ha estimado, como valor medio, una potencia de 0,60 metros de tierra vegetal.

##### 4.4.1.2 DESARBOLADO Y DESTOCÓNADO

Cuando la traza de la tubería coincida con arbolado se procederá a su derribo, dejándolos fuera del lugar de plantación, hasta su carga y transporte.

Tras el desarbolado, se procederá al arranque de los tocones, dejándolos fuera del lugar de plantación, hasta su carga y transporte.

##### 4.4.1.3 REMOCIÓN DE LOS MATERIALES DE DESBROCE

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en fauna y flora, separando cuidadosamente en montones los restos vegetales que hayan de ser reutilizados, valorados o desechados.

Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a la obra. Así como a la fauna y flora de la misma.

##### 4.4.1.4 RETIRADA DE LOS MATERIALES OBJETO DE DESBROCE

Todos los sub-productos forestales, excepto la leña de valor comercial, serán reutilizados, valorados o retirados a vertedero.

#### 4.4.1.5 VERTEDEROS Y ESCOMBRERAS

Antes de comenzar las obras de excavaciones el Contratista propondrá a la Dirección de Obra los lugares de posibles caballeros o depósitos de escombreras que deberán ser aprobadas por aquella.

Todo escombros vertido fuera de los lugares autorizados por la Dirección de Obra deberá ser recogido, transportado y vertido en los lugares autorizados, por cuenta del Contratista. Estará terminantemente prohibido verter escombros en el cauce de los ríos que puedan ser arrastrados por las riadas y depositados formando barras debajo de los cauces, aliviaderos de descargas y demás instalaciones que en su funcionamiento resultan afectadas por motivo de dicho vertido de escombros no autorizado, serán por cuenta del Contratista las sanciones económicas que podrán llegar al cien por cien del importe de la excavación cuyos escombros han sido vertidos en lugares no autorizados.

Los escombros se dejarán en los depósitos de manera que sean estables y no entorpezcan el tráfico ni la evacuación de las aguas pluviales.

En cualquier caso se reutilizarán o valorizarán todos los escombros posibles. Sólo se utilizará las escombreras como última opción.

#### 4.4.2 ACCESO A LAS OBRAS

Los caminos, pistas, sendas, pasarelas, escaleras, etc., para acceso a las obras y a los distintos tajos serán construidos por el Contratista por su cuenta y riesgo, elementos que la Dirección de Obra designe y marque como destinados a ser conservados intactos.

Para disminuir en lo posible el deterioro de los árboles que hayan de conservarse, se procurará que los que hayan de derribarse caigan hacia el centro de la zona objeto de limpieza. Cuando sea preciso evitar daños a otros árboles o a los elementos destinados a permanecer, los árboles se irán troceando por su copa y troncos progresivamente. Para proteger estos árboles, u otra vegetación destinada a permanecer en su sitio, se levantarán vallas o se utilizará cualquier otro medio que cumpla los fines deseados.

Aquellos árboles que ofrezcan posibilidades comerciales, y sea obligatorio tirarlos serán podados y limpiados; luego se cortarán en trozos adecuados, y finalmente se almacenarán pudiendo exigir la Dirección de Obra mejorar los accesos a los tajos o crear otros nuevos si fuese preciso para poder realizar debidamente su misión de inspección durante la ejecución de las obras. Todo cambio o reposición de cualquier vía de acceso debido a la iniciación de nuevos tajos o modificaciones de proyectos, será por cuenta del Contratista sin que por ello tenga derecho de indemnización alguna ni a que sean modificados los planos de ejecución de las obras. Estas sendas, pasos, escaleras y barandillas, cumplirán las normas legales de seguridad del personal.

También será de cuenta del Contratista los caminos de acceso a las escombreras.

La conservación y reparación ordinaria de los caminos y demás vías de acceso a las obras o a sus distintos tajos, serán por cuenta del Contratista.

#### 4.4.3 DESMONTE Y TRANSPORTE

Los desmontes o excavaciones se clasifican atendiendo a la naturaleza del terreno, dentro de alguna de las tres clases siguientes:

- I. Excavación en roca: Es la realizada en aquellos materiales tan cementados que exclusivamente puedan ser excavados mediante uso de martillo hidráulico.
- II. Excavación en terrenos de tránsito. Definido como aquel terreno que es posible romper, con rendimiento normal, por un tractor oruga con ripper, de una potencia igual o inferior a 240 CV.
- III. Excavación en terrenos de consistencia normal. Comprende la excavación de aquellos materiales cuya consistencia permita la acción directa de las máquinas normales de excavación: bulldozers, traíllas, retroexcavadoras, etc. A este tipo se le denomina habitualmente tierra o terreno franco.

Se han diferenciado para el transporte de materiales seis intervalos de distancia basados en las diferentes máquinas apropiadas para cada trabajo. Los intervalos utilizados son:

- Transporte hasta 20 m
- Transporte hasta 50 m
- Transporte hasta 100 m
- Transporte hasta 200 m
- Transporte hasta 300 m

Los volúmenes a transportar a vertedero o entre caminos, a distancias mayores de 300 m., se excavarán, acopiarán, cargarán con pala y se transportarán en camión a la distancia considerada.

La determinación de las clases a las que corresponden las excavaciones y transportes, de acuerdo con la anterior clasificación compete únicamente al Director de Obra.

#### 4.4.4 EXCAVACIONES

Las excavaciones se ejecutarán con arreglo a las rasantes y alineaciones fijadas en el replanteo, los planos y perfiles del proyecto, los perfiles reales de la obra si los anteriores precisaran de adecuación, así como los planos de detalle que facilitará la Dirección de Obra cuando lo considere necesario.

El levantamiento topográfico de la obra y la adecuación o diseño de los perfiles longitudinales de la obra correrán por cuenta del Contratista, y deberán ser aprobado por la Dirección Facultativa, que tendrá un plazo mínimo para su revisión de 15 días desde la entrega, tanto desde la entrega inicial como para cada corrección entregada posteriormente.

Los productos sobrantes de las excavaciones que no se empleen en las obras, se transportarán a vertedero. Se intentará emplear en las obras los máximos productos sobrantes posibles.

El Contratista propondrá las zonas de vertedero, que serán autorizadas por la Dirección de Obra.

La Dirección de Obra, durante el curso de los trabajos, podrá ordenar variaciones en el perfil de las obras, y por tanto de las excavaciones, para su emplazamiento, a la vista de las condiciones del terreno.

El agotamiento o achique de las excavaciones se mantendrá el tiempo necesario hasta finalizar la ejecución correspondiente: balsa, zanjas, pozos, anclajes, arquetas, etc., estando incluido en las propias labores de excavación el agotamiento continuado hasta la finalización completa de los trabajos, no sólo los de la propia excavación, sino todos los posteriores hasta consumir el tapado o trasdosado de la excavación.

En la ejecución de las zanjas para tuberías, además de lo indicado en este artículo con carácter general, se seguirán particularmente las prescripciones y procedimientos que figuran en el artículo correspondiente del presente pliego.

#### **4.4.4.1 EXCAVACIONES EN DESMONTE**

Una vez terminados los trabajos previos e inspeccionados y admitidos éstos por el Director de Obra, los trabajos de excavación se realizarán ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás datos que figuran en el Proyecto.

Las tierras procedentes de las excavaciones que, a juicio del Director de Obra, no se consideren adecuadas para la construcción de terraplenes o para otro empleo, deberán alejarse del área de ocupación del camino, depositándose en zonas de caballero previstas en el Proyecto o bien procuradas por cuenta del Contratista y de modo que no dañe propiedades públicas o privadas. Cuando esto se incumpla el Director de Obra podrá disponer el alejamiento de las tierras siendo todos los gastos que se ocasionen con cargo al Contratista.

En los tramos de excavaciones en roca se excavarán, como mínimo, quince centímetros más que los fijados como cota de explanación, rellenándose este exceso de excavación con material idóneo que se compactará y se perfilará de acuerdo con las normas sobre terraplenes indicadas más adelante.

En las zonas de excavación donde existan corrientes de agua superficiales, se desviarán fuera de las áreas donde vaya a construirse el terraplén, de acuerdo con las indicaciones del Director de Obra.

En las zonas de excavación donde existan corrientes de agua subálveas, se procederá a su captación y conducción mediante la ejecución de zanjas de profundidad suficiente rellenas de material drenante.

#### 4.4.4.2 EXCAVACIÓN EN ZANJA O POZO

El Contratista de las obras notificará a la Dirección de Obra, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que ésta pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización de la Dirección de Obra.

Los primeros 25 cm de tierra vegetal de cualquier excavación de zanja se retirarán y separarán del resto de material de la excavación, depositándose fuera de la misma. Una vez esté colocada la tubería y se proceda al relleno de la zanja, se colocará como última capa del relleno la tierra vegetal extraída anteriormente.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, la Dirección de Obra autorizará la iniciación de las obras de excavación. La excavación continuará hasta llegar a la profundidad de los perfiles recogidos en los Planos y obtenerse una superficie firme y limpia, a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, la Dirección de Obra podrá modificar tal profundidad, si, a vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar una estabilidad satisfactoria.

También estará obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, siempre que se lo ordene la Dirección de Obra.

Cuando aparezca agua en las zanjas o pozos que se están excavando, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarios para agotarla, siendo dichos medios por cuenta y riesgo del Contratista.

El material excavado se colocará, en la medida de lo posible, de forma que no se obstruya la buena marcha de las obras, ni el cauce de arroyos, acequias o ríos, accesos a parcelas para labores agrícolas y de riego, ni haga peligrar la estructura de las fábricas parcial o totalmente terminadas.

Las superficies de cimentación se limpiarán de todo material suelto o flojo que posean, 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 apoyen sobre material cohesivo, la excavación de los últimos treinta centímetros (30 cm) no se efectuará hasta momentos antes de construir aquellos.

Los caballeros que se formen deberán tener forma regular, superficies lisas que favorezcan las escorrentías de las aguas, y taludes estables que eviten cualquier derrumbamiento. Deberán situarse en lugares que eviten arrastres hacia la carretera o las obras de desagüe, y donde no se obstaculice la circulación por los caminos que haya establecidos, ni el curso de los ríos, arroyos o acequias que haya en las inmediaciones de los caminos.

#### **4.4.4.3 ENTIBACIONES**

El Contratista deberá prever el empleo de entibaciones en todos aquellos tramos de zanja o pozo en los que la seguridad del trabajo así lo exija. El Contratista será responsable de cualquier accidente ocurrido por ausencia de entibación según las normas.

#### **4.4.5 TERRAPLENES**

Los materiales a emplear en la construcción de terraplenes procederán de los desmontes de la propia obra o de las zonas de préstamo adecuadas, señaladas o aprobadas por la Dirección de Obra.

Su ejecución incluye las siguientes operaciones: la preparación de la superficie de asiento, extensión de una tongada, humectación y desecación de la tongada, compactación de la tongada, terminación y refino.

Las tongadas se efectuarán con el espesor fijado, de acuerdo con la maquinaria a emplear, que a su vez será la adecuada al tipo de material.

Los taludes de terraplén serán los que marquen los planos de perfiles transversales.

Deberá cuidarse de que todo el plano de fundación preciso para el asiento de terraplén se encuentre libre de materia orgánica y raíces. Además, es necesario que en él no existan blandones o manantíos. Si en las operaciones de movimientos de tierras se detectaran terrenos de esta naturaleza será preciso establecer un adecuado drenaje antes de iniciar las operaciones de terraplén. En este caso será imprescindible la supervisión del Director de Obra para continuar los trabajos de terraplén.

##### **4.4.5.1 CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES**

El contenido en materia orgánica no deberá exceder del uno (1) por ciento en peso de suelo seco.

No deberán contener elementos pétreos cuyo tamaño exceda de quince centímetros.

La densidad seca máxima en el ensayo de compactación Proctor Modificado será, como mínimo, de uno con ochenta (1,80 g/cm<sup>3</sup>). Solamente podrán emplearse tierras de densidad inferior cuando lo autorice previamente el Director de Obra.

El límite líquido debe ser menor de treinta y cinco.

El agua a emplear para la compactación deberá estar exenta de materia orgánica y sustancias nocivas.

#### 4.4.5.2 CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Las características de las tierras se comprobarán antes de su utilización en obra, mediante la ejecución de los ensayos cuya frecuencia y tipo se señalan a continuación para cada una de las procedencias elegidas.

Por cada 1.000 m<sup>3</sup> o 2.000 m<sup>3</sup> (según contemple la Dirección de Obra) o fracción de materiales a emplear:

- Una determinación de materia orgánica
- Ensayo granulométrico
- Próctor Modificado
- Ensayo de Límites de Atterberg

Por cada 4.000 m<sup>3</sup> o fracción de materiales a emplear:

- Determinación Índice CBR

Por cada 8.000 m<sup>3</sup> o fracción de materiales a emplear:

- Ensayo de hinchamiento
- Contenido en yesos
- Ensayo de colapso
- Contenido en sales solubles

#### 4.4.5.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Antes de extenderse la primera tongada deberá perfilarse y compactarse el plano de fundación donde se asentará el terraplén, hasta una densidad del 96% del Próctor Modificado.

Según las características de los materiales a emplear en la construcción del terraplén, se establecen las siguientes prescripciones a tener en cuenta:

##### A. Materiales cohesivos

Una vez extendida cada tongada se procederá, en caso necesario, al riego homogéneo de la tierra hasta alcanzar un grado de humedad constante en todos sus puntos, que deberán ser el óptimo obtenido mediante el ensayo de compactación.

Para conseguir la humidificación homogénea, se emplearán equipos móviles de riego con esparcidor de agua a presión regulable y equipos idóneos para la mezcla y homogeneización de los materiales.

No se ejecutará la compactación cuando los materiales, por efecto de la lluvia o por cualquier otro motivo, tengan una humedad superior a la óptima.

La compactación de cada tongada se efectuará empleando los medios necesarios para alcanzar, la densidad seca establecida en cada caso.

#### B. Materiales no cohesivos

Las tongadas se extenderán en espesor uniforme, suficientemente reducido para que con los equipos disponibles se obtenga el grado de compactación exigido.

Una vez extendida cada tongada, se procederá al riego homogéneo de los materiales, hasta alcanzar en todos sus puntos la humedad adecuada.

Después de la humidificación se compactará cada tongada con los medios necesarios para alcanzar como mínimo, la densidad relativa establecida en cada caso.

Los terraplenes se compactarán con equipos adecuados (rodillos lisos, compactadores de ruedas neumáticas, compactadores vibratorios, etc.), regulando el número de pases hasta alcanzar la densidad exigida.

#### 4.4.5.4 CONTROL DE CALIDAD EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las diferentes capas del terraplén se compactarán de manera que su densidad sea, como mínimo, el 96% de la densidad máxima alcanzada por ese material en el ensayo Próctor Modificado.

Se tolerarán diferencias de +/- 5 cm en la cota de la rasante respecto a la indicada en cada caso.

La ejecución de las obras se controlará mediante la realización de los ensayos, cuya frecuencia y tipo se señalan a continuación, entendiéndose que estas cifras son mínimas y se refieren a cada una de las procedencias elegidas.

Por cada 1.000 m<sup>3</sup> ó 2.000 m<sup>3</sup> (según contemple la Dirección de Obra) o fracción de materiales a emplear:

- Una determinación de materia orgánica
- Ensayo granulométrico
- Próctor Modificado
- Ensayo de Límites de Atterberg

Por cada 4.000 m<sup>3</sup> o fracción de materiales a emplear:

- Determinación Índice CBR

Por cada 8.000 m<sup>3</sup> o fracción de materiales a emplear:

- Ensayo de hinchamiento

- Contenido en yesos
- Ensayo de colapso
- Contenido en sales solubles

#### **4.4.6 SUPERFICIE DE LA EXPLANACIÓN**

##### **4.4.6.1 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

La superficie de la explanación, también denominada explanada, se compactará siempre previo riego hasta alcanzar la humedad óptima.

El ancho de la superficie de la explanación debe ser el marcado en perfiles transversales. No se admitirán vertidos de tierras adosados al talud de terraplén del camino, ya que los movimientos de tierras están compensados dentro del proyecto y en todo caso se determinan zonas para vertederos fuera de la ocupación de la obra.

Antes de iniciarse el proceso de compactación será preceptivo el visto bueno del Director de Obra confirmando que el perfilado de la rasante es correcto y que los bombeos y peraltes son los adecuados.

##### **4.4.6.2 CONTROL DE CALIDAD**

El grado exigido de compactación de la superficie de la explanación en sus últimos 50 cm será del 100% del Próctor Normal o el 96% del Próctor Modificado, debiéndose cumplir esta condición tanto para desmonte como para terraplén.

Se admitirá una diferencia de +/- 20 cm en la anchura de la superficie de la explanación respecto a la indicada en cada caso, y de +/- 2 cm en la profundidad de las cunetas.

La ejecución de la obra se controlará mediante la realización de ensayos, cuya frecuencia y tipo se señalan a continuación, entendiéndose que las cifras que se dan son mínimas.

Por cada 1.000 m<sup>3</sup> ó 2.000 m<sup>3</sup> (según contemple la Dirección de Obra) o fracción de materiales a emplear:

- Una determinación de materia orgánica
- Ensayo granulométrico
- Próctor Modificado
- Ensayo de Límites de Atterberg

Por cada 4.000 m<sup>3</sup> o fracción de materiales a emplear:

- Determinación Índice CBR

Por cada 8.000 m<sup>3</sup> o fracción de materiales a emplear:

- Ensayo de hinchamiento

- Contenido en yesos
- Ensayo de colapso
- Contenido en sales solubles

## 4.5 HORMIGONES

La fabricación del hormigón, así como su transporte, documentación necesaria, recepción, hormigonado en tiempo caluroso y frío, vibrado y curado del mismo, cumplirá en cualquier caso lo especificado en la norma EHE-08.

### 4.5.1 DEFINICIÓN DE MATERIALES

Los tipos de hormigón que se utilizarán en estas obras son los siguientes:

1. Hormigón HA-25 N/mm<sup>2</sup>
2. Hormigón HA-30 N/mm<sup>2</sup>, en aquellos casos que por las características propias del elemento a hormigonar la Dirección Técnica lo considere necesario.

Los materiales a emplear en la fabricación de estos hormigones son los definidos en los artículos correspondientes al presente Pliego.

No se podrán emplear en la obra hormigones fabricados “in situ”, el hormigón se fabricará conforme lo especificado en la EHE-08.

### 4.5.2 TRANSPORTE

Para el transporte de hormigón se utilizarán procedimientos adecuados para conseguir que la masa llegue al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua del amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tipo de fraguado.

Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80% del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la nueva carga de masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

#### 4.5.3 DOCUMENTACIÓN

Cada carga de hormigón fabricado en central irá acompañada de una hoja de suministro (albarán) que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo los siguientes datos:

- Identificación del suministrador
- Número de serie de la hoja de suministro
- Nombre de la central de fabricación del hormigón
- Identificación del petionario
- Fecha y hora de elaboración en planta, siendo no válidos los datos manuscritos
- Fecha y hora de entrega
- Cantidad de hormigón suministrado
- Designación del hormigón T-R/C/TM/A. Siendo: T= HM, HA o HP, R= resistencia en N/mm<sup>2</sup>, C= letra inicial del tipo de consistencia, TM= tamaño máximo del árido en mm, A= tipo de ambiente
- Tipo y contenido de cemento
- Relación agua/cemento
- Tipo y cantidad de aditivos
- Contenido de adiciones, en su caso
- Identificación del cemento, adiciones y aditivos empleados
- Identificación del lugar de suministro
- Identificación del camión que transporta el hormigón
- Hora límite de uso del hormigón

#### Certificado de garantía final de suministro:

El suministrador de hormigón aportará al final del suministro un certificado final de suministro, en el que se recogerán la totalidad de los materiales suministrados conforme el modelo del anejo nº 21 de la EHE-08.

#### 4.5.4 RECEPCIÓN

Queda expresamente prohibida la adición al hormigón de cualquier cantidad de agua u otras sustancias que puedan alterar la composición original de la masa fresca.

El control del hormigón comprende los ensayos de consistencia y resistencia, cuya toma de muestras se realizará en el momento de la entrega con arreglo a lo especificado en la norma UNE-EN 12350-1:2006 y en un momento comprendido entre  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{3}{4}$  de la descarga del mismo en obra.

El ensayo de consistencia se realizará "in situ" en el momento de suministro del hormigón, mientras que el ensayo de resistencia se realizará en el laboratorio.

Dichos controles los realizará un laboratorio de control autorizado conforme la norma EHE-08 y serán recogidos en un registro de resultados de ensayo.

Cualquier rechazo de hormigón basado en los resultados de los ensayos de consistencia deberá ser realizado durante la entrega. No se podrá rechazar ningún hormigón por estos conceptos sin la realización de los ensayos oportunos.

##### Índice de consistencia:

Se realizará un ensayo de consistencia siempre que se tomen muestras para la realización de un ensayo de resistencia a compresión. El valor de la consistencia del hormigón se determinará mediante el cono de Abrams, de acuerdo con el método de ensayo de la norma UNE-EN 12350-2:2006.

La consistencia vendrá determinada por el valor medio de un número de determinaciones igual o superior a 2. Este valor deberá cumplir con las especificaciones indicadas en la siguiente tabla y coincidir con la consistencia solicitada en el pedido.

Consistencia	Tolerancia en cm	Intervalo resultante
Seca	0	0 – 2
Plástica	-1	2 – 6
Blanda	-1	5 – 10
Fluida	-2	8 – 17
Líquida	-2	14 - 22

Salvo en aplicaciones específicas que así lo requieran, se evitará el empleo de las consistencias seca y plástica. No podrá emplearse la consistencia líquida, salvo que se consiga mediante el empleo de aditivos superplastificantes

##### Resistencia a compresión:

Los ensayos de resistencia a compresión sobre probetas fabricadas y curadas conforme la norma UNE-EN 12390-2:2001, se mantendrán en el molde convenientemente protegidas durante al menos 16 horas y nunca más de 3 días. Durante su permanencia en la obra no deberán ser golpeadas

ni movidas de su posición y se mantendrán al resguardo del viento y del asoleo directo. Durante este periodo la temperatura del aire alrededor de las probetas deberá estar comprendido entre los siguientes límites. En el caso de que puedan producirse otras condiciones ambientales el Constructor habilitará un recinto en el que puedan mantenerse dichas condiciones.

Rango de temperatura	Fck (N/mm <sup>2</sup> )	Periodo máximo de las probetas en obra
15 °C – 30 °C	< 35	72 horas
	>= 35	24 horas
15 °C – 35 °C	Cualquiera	24 horas

Los ensayos de resistencia a compresión se realizarán conforme la norma UNE-EN 12390-3:2003 y la norma EHE-08.

El número de ensayos a realizar en la obra será el indicado en la norma EHE-08, según el tipo de elemento a hormigonar, la cantidad suministrada, etc..

El recorrido relativo de un grupo de 3 probetas obtenido mediante la diferencia entre el mayor resultado y el menor, dividida por el valor medio de las 3, tomadas de la misma amasada, no podrá exceder el 20%. En el caso de 2 probetas, el recorrido relativo no podrá exceder el 13%.

#### 4.5.5 LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

##### 4.5.5.1 HORMIGONADO EN TIEMPO FRÍO

Como norma general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas (48) siguientes, pueda descender la temperatura mínima del ambiente por debajo de los cero grados centígrados (0°C).

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 (armadura, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a 0°C.

En el caso en que, por absoluta necesidad, se realicen hormigonados en tiempo de heladas se utilizarán relaciones agua/cemento lo más bajas posibles y mayores contenidos de cemento o de cementos de mayor categoría resistente. Con ello conseguirá acelerarse la velocidad de curado del hormigón, aumentar la temperatura del mismo y reducir el riesgo de helada. El empleo de aditivos anticongelantes requerirá una autorización expresa, en cada caso, de la Dirección de Obra.

Si existe riesgo de helada prolongada o de hielo, el hormigón fresco se protegerá mediante dispositivos de cobertura o aislamiento, o cerramientos para el calentamiento del aire que rodee el elemento estructural.

#### **4.5.5.2 HORMIGONADO EN TIEMPO CALUROSO:**

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación de agua de amasado y para reducir la temperatura de la masa. Para ello la temperatura en el momento del vertido será inferior a 35°C en el caso de estructuras normales y de 15°C en el caso de grandes masas de hormigón y los elementos constituyentes de hormigón, encofrados y moldes destinados a recibirlo estarán protegidos del soleamiento.

Una vez colocado el hormigón se protegerá éste del sol y del viento para evitar que se deseque. Si la temperatura es superior a 40°C o hay viento excesivo se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten, medidas especiales.

Se recomienda tomar medidas especiales para evitar retracciones plásticas cuando exista peligro de evaporaciones superficiales superiores a 1 kg/m<sup>2</sup>/h, según tabla 71.5.3.2 de la EHE-08

#### **4.5.6 VIBRADO DEL HORMIGÓN**

Es obligatorio el empleo de vibradores de hormigón para mejorar la calidad del mismo, vigilando muy especialmente la condición de que la acción vibradora afecte a toda la masa del hormigón.

Los vibradores tendrán una frecuencia no menor a siete mil (7.000) impulsos por minuto.

El vibrador debe introducirse verticalmente sin que pueda ser movido en sentido horizontalmente mientras está en el hormigón. Se vibrará especial y cuidadosamente el hormigón junto a los encofrados a fin de evitar la formación de coqueas. No se permitirá que el vibrador afecte al hormigón parcialmente endurecido, ni que se aplique al elemento de vibrado directamente a las armaduras.

El tipo de vibrador a emplear, requerirá para ser aprobado, el sufrir una prueba experimental que resulte satisfactoria a la Dirección de Obra.

#### **4.5.7 CURADO DE HORMIGÓN**

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, se asegurará el mantenimiento de la humedad del mismo mediante riego directo que no produzca deslavado o protegiendo las superficies mediante recubrimientos plásticos u otros tratamientos adecuados,

siempre que tales métodos, ofrezcan garantías de retención de la humedad y no contengan sustancias nocivas para el hormigón.

La duración mínima del curado se estimará con la siguiente fórmula:

$$D = KLD_0 + D_1$$

Siendo:

D = duración mínima en días del curado

K = coeficiente de ponderación ambiental.

Clase de exposición	Valor de K
I No agresiva II Normal	1,0
III Marina IV Con cloruros no marinos H Heladas sin sales fundentes	1,15
Q Químicamente agresivo F Heladas y sales fundentes	1,3

L = coeficiente de ponderación térmica.

T media durante en °C	Coficiente L
T media < 6°C	1,7
6°C ≤ T media < 12°C	1,3
T media ≥ 12°C	1

D<sub>0</sub> = parámetro básico de curado.

Determinación del parámetro básico de curado D<sub>0</sub>:

Condiciones ambientales durante el curado	Velocidad de desarrollo de la resistencia del hormigón			
	Muy rápida	Rápida	Media	Lenta
-A-				
- No expuesta al sol.				
- No expuesta al viento.	1	2	3	4
- Humedad relativa > 80%.				
-B-				
- Expuesta al sol con intensidad media.				
- Velocidad del viento media.	2	3	4	5
- Humedad relativa entre el 50 y el 80%.				
-C-	3	4	6	8

- Soleamiento fuerte.				
- Velocidad de viento fuerte.				
- Humedad relativa inferior al 50%.				

#### Determinación del parámetro D1:

Tipo de cemento	Valores	es D1
Portland	CEMI	0
Condiciones	CEM II	1
	CEM II-S	
	CEM II-D	
	CEM II-P	
	CEM II-V	
	CEM II-L	
	CEM II-M	
De horno alto	CEM III/A	3
	CEM III/B	4
Puzolanico	CEM IV	2
Compuesto	CEM V	4
Especial	ESP VI-1	4
	ESP VI-2	4
De aluminato de calcio	CAC/R Estudiar cada caso	

La velocidad de desarrollo de la resistencia del hormigón se puede determinar en función de la clase de cemento utilizado y de la relación agua/cemento según lo indicado en la siguiente tabla.

Clase del cemento	Relación agua/cemento (A/C)		
	A/C < 0,50	0,50 ≤ A/C ≤ 0,60	A/C > 0,60
52,5 R, 52,5 y 42,5 R	Muy rápida	Rápida	Lenta
42,5 y 32,5 R	Rápida	Media	Lenta
32,5	Media	Lenta	Lenta
22,5	Lenta	Lenta	Lenta

## 4.6 ENCOFRADOS Y CIMBRAS

Los encofrados, moldes y cimbras podrán ser de madera, metálicos o de otros materiales que cumplan las condiciones de eficiencia requeridas.

Antes de iniciar la ejecución de los encofrados o cimbras deberá someterse su proyecto a la aprobación de la Dirección de Obra, pero esta aprobación no disminuirá en nada la responsabilidad

del Contratista en cuanto a la seguridad, resistencia, buena calidad de la obra ejecutada y su buen aspecto.

Los encofrados, serán replanteados, colocados y fijados en su posición, por cuenta y riesgo del Contratista.

Para las obras de fábrica, no se admitirán errores de replanteo superiores a dos (2) centímetros en planta, ni más menos diez (10) milímetros de altura.

Las cimbras y encofrados tendrán la resistencia y disposición necesarias para que en ningún momento los movimientos locales sobrepasen los cinco milímetros (5 mm) ni los de conjunto la milésima de la luz (0,001).

Tanto las uniones como las piezas que constituyen los encofrados, deberán poseer la resistencia y la rigidez necesarias para que, con la marcha del hormigonado prevista, y especialmente, bajo los efectos dinámicos producidos por el vibrado, no se originarán en el hormigón esfuerzos anormales durante su puesta en obra, ni durante su período de endurecimiento, ni en los encofrados movimientos locales superiores a cinco milímetros (5 mm).

Las superficies interiores de los encofrados deberán ser lo suficientemente uniformes y lisas para lograr que los parámetros de las piezas de hormigón en ellos fabricados no presenten defectos, bombeos, resaltos o rebabas de más de cinco milímetros (5 mm).

Tanto las superficies de los encofrados como los productos que a ellos que se pueden aplicar, no deberán contener sustancias agresivas a la masa de hormigón.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado para evitar la absorción del agua en el hormigón y se limpiarán, especialmente los fondos, dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

Las juntas entre las diversas tablas, deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego o por el agua del hormigón, sin que, sin embargo dejen escapar las pastas durante el hormigonado.

Se autoriza el empleo de tipos y técnicas especiales de encofrados, cuyos resultados están sancionados por la práctica, debiendo justificarse la eficacia de aquellos que se propongan y que, por su novedad carezcan de aquella garantía a juicio de la Dirección de Obra.

No se efectuará ningún desencofrado ni descimbrado antes de que el hormigón haya adquirido las resistencias suficientes para no resultar la obra dañada por dichas operaciones. Como norma, los periodos mínimos de desencofrado y descimbrado serán los expuestos en la siguiente tabla.

Tipo de encofrado	Temperatura superficial del hormigón			
	≥ 24°C	16 °C	8°C	2°C

Vertical	9 horas	12 horas	18 horas	30 horas
Losas: fondo de encofrado Losas: puntales	2 días	3 días	5 días	8 días
	7 días	9 días	13 días	20 días
Vigas: fondo de encofrado Vigas: puntales	7 días	9 días	13 días	20 días
	10 días	13 días	18 días	28 días

## 4.7 ARMADURAS

### 4.7.1 CALIDAD DE LA EJECUCIÓN

El Contratista deberá presentar a la Dirección de Obra para su aprobación, los planos de despiece de armaduras de cada parte de las obras, con detalle de los empalmes previstos para el mejor aprovechamiento del material, de acuerdo con las normas y especificaciones del proyecto.

En el doblado y en la colocación se cumplirán las prescripciones de los planos y se aplicarán los artículos correspondientes de la norma EHE-08.

### 4.7.2 CONTROL DE CALIDAD

El suministrador aportará de cada fabricante de barras y/o mallas enviadas el Certificado de Calidad Siderúrgica de AENOR correspondiente para cada tipo y diámetro de barra y/o malla colocada en obra. En caso contrario aportará de cada fabricante lo indicado a continuación:

- Certificado de Calidad de Producto de las barras conforme la norma UNE 36065 EX:2000, UNE 36099:96 o UNE 36731:96.
- Certificado de Calidad de Producto de las mallas conforme la norma UNE 36092:96.
- Certificado de Homologación de Adherencia de barras y mallas conforme la norma UNE 36740:98 o conforme la norma UNE-EN 10080:2006, con una antigüedad inferior a 36 meses.

Además, aportará de todas las barras y mallas recibidas en obra el certificado de calidad correspondiente a cada una de las coladas para cada fabricante, diámetro y tipo de acero.

En el caso de suministrar ferralla armada mediante soldadura no resistente, el suministrador aportará los certificados de cualificación del personal que realiza dicha soldadura, que avale su formación específica para dicho procedimiento.

En el caso de emplear ferralla armada mediante soldadura resistente, el suministrador aportará los certificados de homologación de soldadores, según la norma UNE-EN 287-1:2004 y del proceso de soldadura, según UNE-EN ISO 15614-1:2005.

En todos los casos, el adjudicatario aportará con cada suministro el Certificado de Inspección de la colada correspondiente, por diámetro, tipo de acero y fabricante. Existiendo en todos los casos coincidencia entre las lecturas realizadas “in situ” sobre los aceros suministrados y las indicadas en los Certificados de Inspección correspondientes.

Albaranes:

Todos los albaranes del suministrador contendrán como mínimo la siguiente información:

- Identificación del suministrador
- Identificación del lugar de suministro
- Nº del certificado de Mercado CE, o en su caso, indicación de autoconsumo
- Nº de identificación del Certificado de Homologación de Adherencia
- Nº de serie de la hoja de suministro
- Nombre de la fábrica
- Identificación del peticionario
- Fecha y hora de entrega
- Identificación del acero utilizado (fabricante y número de colada)

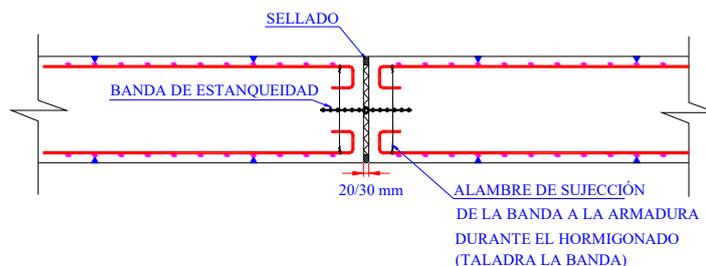
Certificado de garantía final de suministro:

El suministrador aportará al final del suministro un certificado final de suministro, en el que se recogerán la totalidad de los materiales enviados conforme el modelo del anejo nº 21 de la EHE-08.

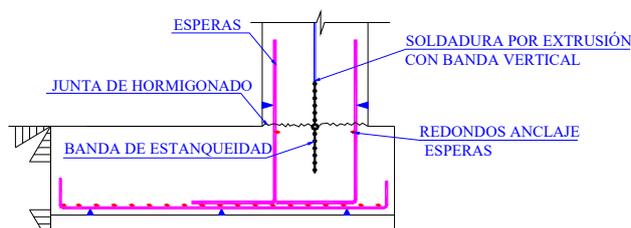
#### **4.8 BANDAS PARA LA ESTANQUEIDAD DE JUNTAS DE DILATACIÓN**

La colocación de las bandas para la estanqueidad de juntas de dilatación se realizará conforme lo especificado en los siguientes esquemas, siendo las bandas para la estanqueidad de las juntas de dilatación las denominadas en los esquemas como “banda de estanqueidad”:

## DETALLE DE ARMADURA EN JUNTAS DE DILATACIÓN



## DETALLE JUNTA DE HORMIGONADO ZAPATA - MURO



### 4.8.1 MARCOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

#### 4.8.1.1 RECEPCIÓN Y DESCARGA

El contratista deberá comprobar que las piezas suministradas corresponden a las solicitadas, así como los útiles necesarios para su descarga e instalación. Durante la descarga se tendrá especial cuidado en no dañar las piezas en sus extremos, ya que esto puede influir en su ensamblaje posterior.

Para la manipulación de las piezas, tanto en la descarga como en la instalación, existen dos sistemas:

1. Mediante pinza. La pieza queda suspendida por el dintel sostenida por una pinza.
2. Mediante bulones embebidos en los laterales. La pieza se sujeta por medio de dos ganchos que abrazan los bulones que lleva incorporada la misma.

Si los elementos no se colocan directamente desde el camión, y es preciso almacenarlos en obra, la forma del apoyo deberá ser igual a la especificada para su posición definitiva, o bien deberán depositarse en terreno firme, sobre dos piezas de madera (cabirones) de altura mayor de 10 cm y en la posición marcada en la figura.

Se procurará no apilar unas piezas sobre otras. Si fuera necesario hacerlo, el marco superior debe descansar sobre dos piezas de madera situadas en el eje del hastial del marco inferior.

#### 4.8.1.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La característica general de las conducciones formadas por estas piezas, es que quedarán enterradas. Estos tipos de módulos prefabricados constan de un extremo macho y otro hembra para su ensamblaje. La instalación habitual es enchufar la pieza con extremo macho, en la otra con extremo hembra situada sobre la base de apoyo.

En el proceso de ensamblaje no es conveniente alinear las dos piezas sólo por un lado, puesto que de esta manera no se reparten las tolerancias.

Si la base de apoyo es de material granular, se debe cuidar que éste no se aloje en la zona de unión de los módulos durante la colocación con arrastre en el empuje.

Si es necesario realizar ajustes de nivel en la base de apoyo, es necesario sacar la pieza, acondicionar de nuevo la base de apoyo y volver a iniciar el proceso de enchufe. Es una mala práctica para realizar ajustes de nivel el relleno puntual en una zona concreta, ya que se destruye la condición de apoyo uniforme tomada en el cálculo.

Tampoco se debe realizar el montaje con agua en la zanja, ya que no se puede hacer una buena nivelación ni obtener un buen apoyo.

El relleno de la zanja deberá realizarse tan pronto como sea posible tras la instalación de las piezas, siempre y cuando éstas hayan alcanzado la edad suficiente para garantizar su resistencia.

El relleno se puede dividir en 2 zonas, con materiales y criterios de compactación distintos. La primera zona se extiende desde la solera hasta un plano aproximadamente 30 cm sobre la cota superior de la pieza. Se suele fijar en 15 cm el recubrimiento mínimo de relleno sobre la pieza. El relleno de esta zona va directamente sobre las piezas, por lo que se deben utilizar medios de compactación manuales o mecánicos ligeros, teniendo en cuenta en este último caso que el relleno tendrá como mínimo 30 cm. La segunda zona incluye todo el relleno restante. En esta zona no se utilizarán equipos de vibración para operar directamente sobre las piezas, hasta un relleno mínimo de 100 cm.

El espesor máximo de la tongada de compactación será la adecuada a los medios de compactación, recomendándose que en ningún caso sea superior de 40 cm.

No son aceptables como relleno las arcillas muy plásticas, los suelos orgánicos, materiales helados, ni cualquier otro material que pueda ser perjudicial (física o químicamente) para las piezas.

Cuando las tierras extraídas difieran significativamente del tipo de material de relleno especificado en el proyecto, será necesario retirarlas, sustituyéndolas en el relleno por el material proyectado.

Las operaciones de relleno se deben realizar simultáneamente en ambos laterales.

Para un mejor funcionamiento mecánico del marco, los laterales se deben compactar al 100 % PN, utilizando los medios necesarios en función del ancho disponible en los laterales. Si no fuera así, deberá comunicarse al fabricante para que en el cálculo mecánico se consideren los coeficientes de empuje correspondientes.

## 4.9 IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS ENTERRADOS

Todos los muros enterrados se impermeabilizarán por su cara interna con dos capas de impermeabilizante de emulsión bituminosa.

La primera capa será de impermeabilizante diluido en agua al 50% y la segunda capa será de impermeabilizante diluido en agua lo mínimo posible hasta permitir su correcta aplicación.

### 4.9.1 MANIPULACIÓN, ALMACENAJE Y CONSERVACIÓN

El impermeabilizante se almacenará en su envase original bien cerrado en un lugar seco y protegido de la lluvia, el sol, el calor y las bajas temperaturas. Temperaturas inferiores a 0°C pueden afectar a la calidad del producto. En estas condiciones se podrá almacenar el impermeabilizante aproximadamente seis meses desde su fecha de fabricación.

En el caso de que se produzcan sedimentaciones del impermeabilizante, se removerá antes de su empleo, hasta devolverlo al estado inicial.

### 4.9.2 MODO DE EMPLEO

#### Preparación del soporte:

El estado del soporte sobre el que se aplicará el impermeabilizante estará limpio, exento de polvo, grasa, restos de pintura, yeso y cuerpos extraños. Las partículas sueltas o mal adheridas al soporte serán eliminadas. Las coqueras, grietas y rugosidades se colmatarán con impermeabilizante, evitando que queden vacíos o huecos que puedan romper la película bituminosa una vez formada.

#### Tipo de soporte:

El impermeabilizante no se aplicará sobre superficies pulidas ya que pueden producirse fallos de adherencia.

Humedad del soporte:

El impermeabilizante puede aplicarse sobre superficies secas o húmedas, pero sin escurrimiento de agua. En superficies muy absorbentes o con aplicaciones en tiempo caluroso y al sol, es conveniente regar la superficie a fin de evitar que el agua de la emulsión sea absorbida o se evapore con excesiva rapidez, lo que podría favorecer la formación de cuarteamientos en la película.

No se aplicará el producto si está lloviendo o nevando.

Tiempo de secado y temperatura de aplicación:

Variable en función de la temperatura ambiente, insolación y humedad relativa.

No se aplicará con temperaturas ambientales inferiores a +5 °C.

Tiempo mínimo entre capas:

Recomendable esperar 24 horas.

Herramientas de aplicación:

Rodillo, brocha o cepillo.

## 4.10 TUBERÍAS

Antes de comenzar la ejecución de las zanjas para tuberías, el Contratista presentará a la Dirección de Obra por escrito, la justificación del cálculo mecánico de las tuberías en función del terreno de la obra para su aprobación expresa por la misma.

La instalación de tuberías estará coordinada en todas sus actividades: no se excavarán más de 100 m de zanja sin proceder a la regularización del fondo, incorporación de cama, instalación de tubería y relleno, al menos parcial, para evitar la posible flotación de los tubos en caso de inundación de la zanja y también para protegerlos, en lo posible de los golpes. No se dejará ninguna tubería sin punteado (tapado parcial que tapa todo menos las juntas) más de 4 horas. Los anclajes de hormigón armado de las piezas especiales se ejecutarán también a continuación de la excavación y montaje de la tubería: no se instalarán más de 500 m de tubería sin ejecutar los anclajes correspondientes a ese tramo.

### 4.10.1 ZANJAS

Las zanjas tanto para tuberías durante su excavación deben cumplir lo siguiente:

- Alineación correcta, que se comprobará en los cambios de rasante y cada 100 m.
- Regularización de la superficie de apoyo. La superficie de asiento de la tubería debe ser uniforme, sin restos de elementos gruesos ni agua.

- La anchura del fondo de la zanja y las secciones de las mismas serán en función del diámetro nominal y cumplirán lo especificado en los planos correspondientes del presente proyecto.

La excavación de la zanja se realizará mediante retroexcavadoras con nivelación por láser.

No se excavarán más de 100 m de zanja sin proceder a la regularización del fondo, incorporación de cama, instalación de tubería y relleno, al menos parcial, para evitar la posible flotación de los tubos en caso de inundación de la zanja y también para protegerlos, en lo posible de los golpes. Los anclajes de hormigón armado de las piezas especiales se ejecutarán también a continuación de la excavación y montaje.

El agotamiento o achique de las excavaciones se mantendrá el tiempo necesario hasta finalizar la ejecución correspondiente: zanjas, pozos, anclajes, arquetas, etc., estando incluido en las propias labores de excavación el agotamiento continuado hasta la finalización completa de los trabajos, no sólo los de la propia excavación, sino todos los posteriores hasta consumir el tapado o trasdosado de la excavación.

#### 4.10.2 ANCLAJES DE PIEZAS ESPECIALES Y VÁLVULAS EN TUBERÍAS

Todas las piezas metálicas y de HPCCH de la red de riego, así como todas las válvulas de la red de riego, tienen que estar ancladas con hormigón, excepto las especificadas a continuación:

- Tés de hidrante con salida vertical
- Tés de ventosa (con una sola ventosa, las tes de ventosa dobles sí se tendrán que hormigonar)
- Carretes de desmontaje de las válvulas

Dichos anclajes se realizarán con hormigón armado tipo HA-25 N/mm<sup>2</sup> y malla de Ø12mm. Tanto el hormigón como el acero a emplear en los mismos tendrán que cumplir en todos los casos la norma EHE-08 y las especificaciones del hormigón y del acero contempladas en los apartados correspondientes del presente pliego.

##### Comprobaciones previas:

Antes de comenzar el hormigonado de las piezas y las válvulas se realizarán las siguientes comprobaciones:

- Replanteo de la pieza y/o válvula.
- Comprobación de la nivelación de la pieza y/o válvula.

- Existencia de la sujeción adecuada de la pieza con cables para evitar su flotación durante el hormigonado. Los cables no dañarán las piezas a hormigonar. Sólo será necesaria esta sujeción para las piezas de DN superior o igual a 500 mm.
- Existencia de 2 tubos de PVC corrugado de Ø160 a ambos lados de la pieza y/o válvula a hormigonar a la cota de la generatriz inferior de la tubería o del apoyo de la válvula, que permita dar continuidad a través del anclaje de la pieza y/o válvula al drenaje que supone la cama y relleno realizado mediante material granular seleccionado de tamaño 6/12.

Dimensiones mínimas y especificaciones de ejecución de los anclajes:

Las dimensiones mínimas de los anclajes de las piezas y las válvulas serán las especificadas en el Anejo 12 - Cálculos de anclajes de las piezas especiales.

La ejecución de los anclajes se realizará conforme las especificaciones descritas en los esquemas del Anejo 13.

**4.10.3 TRANSPORTE A OBRA**

El transporte a obra de cualquier tipo de tubería y accesorio se realizará en camiones o en otro medio de transporte en los que el piso y los laterales de la caja estén exentos de protuberancias o bordes rígidos o agudos que puedan dañar a los tubos o a las piezas especiales.

Si el transporte incluye tubos de distinto diámetro, se colocarán en sentido decreciente de los diámetros a partir del fondo, no debiendo admitir cargas adicionales sobre los tubos que puedan producir deformaciones excesivas en los mismos y garantizando la inmovilidad de los tubos, apilándolos de forma que no queden en contacto unos con otros, disponiendo para ello cunas de madera (de al menos 75 mm de anchura colocados cada 1,5 m) o elementos elásticos.

Los tubos con uniones de enchufe o embocadura termoconformada y extremo liso deben colocarse con los extremos alternados, de tal modo que los enchufes no queden en contacto con los tubos inferiores.

**4.10.4 SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO**

En todo momento durante el transporte, entrega y manipulación del material se cumplirán las recomendaciones reflejadas en el punto 5.2 de La Guía Técnica sobre Tuberías para el transporte del Agua a presión del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

En el momento del suministro se inspeccionarán las tuberías y los accesorios para asegurar que están marcados correctamente, no presentan ningún tipo de daños y cumplen con todos los requisitos del pedido.

Cuando los tubos se almacenan sobre el terreno se comprobará que éste es lo suficientemente resistente para soportar las cargas que se le transmitan y lo suficientemente liso como para que éstos se apoyen en toda su longitud, sin riesgo de que piedras y otros salientes puedan dañarse. El acopio de los tubos en obra se realizará, en posición horizontal, sujetos mediante calzos de madera u otros dispositivos que garanticen su inmovilidad

El número de hileras superpuestas en los acopios y la disposición de las mismas (piramidal o prismática) debe ser tal que ninguno de los tubos apilados sufra daños y cuando la manipulación sea manual, la altura máxima será inferior al alcance que en condiciones de seguridad tenga el personal que realice el trabajo, no debiendo, en ningún caso, excederse alturas de 3 metros.

El tiempo de almacenamiento será el mínimo posible, no debiendo prolongarse innecesariamente y, en cualquier caso, se procurará la adecuada protección frente a posibles daños externos, especialmente los anillos elastoméricos y las válvulas, los cuales se situarán en lugar cerrado y protegidos de la luz solar y de temperaturas elevadas.

Todos los tubos de PVC-O se suministrarán y almacenarán en obra protegidos con un plástico opaco con libre circulación de aire para evitar la incidencia directa de la luz solar sobre los mismos. El fabricante certificará el periodo máximo que puede permanecer el material expuesto a la radiación solar una vez retirado el protector opaco, indicando los condicionantes en cada caso.

Las tuberías de PVC-O recubiertas con protección, se almacenarán en soportes que las mantengan alejadas del suelo para prevenir que sean dañadas. Todas las tuberías deberían ser almacenadas en soportes cuando el tiempo sea muy frío para evitar que se peguen al suelo por la helada.

Los tubos y accesorios, permanecerán siempre protegidos de la exposición al sol continuada, no aceptando la Dirección de Obra la colocación de ningún tubo que presente decoloración, con respecto al patrón original de color correspondiente. Esta causa será motivo de rechazo del material afectado en su caso.

#### **4.10.5 MANIPULACIÓN**

Las operaciones de carga y descarga se realizarán de tal manera que los distintos elementos no se golpeen entre sí o contra el suelo. La descarga de los tubos y piezas especiales se realizará cerca del lugar donde deban ser colocados y el lado opuesto al del acopio de material de la excavación de la zanja, evitando que los tubos y piezas queden apoyados sobre puntos aislados.

Si la zanja no está abierta en el momento de la descarga de los tubos, éstos deben colocarse, siempre que sea posible, en el lado opuesto a aquel en que se piensen depositar los productos de la excavación, y de tal forma que queden protegidos del tránsito de vehículos, etc.

En general, las operaciones de carga y descarga de los tubos se realizarán mediante equipos mecánicos, si bien, para diámetros reducidos pueden emplearse medios manuales. En cualquier caso, no se admitirán dispositivos formados por cables desnudos ni cadenas en contacto con el tubo, siendo recomendable, por el contrario, el uso de bragas de cinta ancha recubiertas de caucho, o procedimientos de suspensión a base de ventosas. La suspensión de tubo por un extremo y la descarga por lanzamiento no se realizará nunca. La descarga mediante estribos, enganchando para ello las bocas del tubo, si será una práctica admisible.

No se permitirá la rodadura o el arrastre de los tubos sobre el terreno, máxime si los tubos tienen revestimientos exteriores. Si la Dirección de Obra admite expresamente la rodadura, ésta debe realizarse, sólo, sobre superficies preparadas a tal efecto de forma que no se ocasionen desperfectos en el tubo.

La descarga de los tubos de materiales plásticos, cuando se transporten anidados unos dentro de otros, se comenzará por los del interior. En los tubos de PVC cuando se manejen con temperaturas inferiores a 0 °C se prestará especial atención a todas estas operaciones, evitando que sufran golpes.

Durante la manipulación se tendrán en cuenta las indicaciones del fabricante.

Se examinarán todos los productos tanto en el suministro como inmediatamente antes de la instalación para asegurar que no están dañados.

Las tuberías de PVC-O se suministrarán protegidas con una lámina opaca con libre circulación de aire (lonas o lámina de polietileno).

#### **4.10.6 COLOCACIÓN**

Una vez recibidos los tubos y las piezas especiales, previo a su instalación, éstos se someterán a un examen visual a fin de comprobar que no presentan deterioros perjudiciales producidos durante el transporte, almacenamiento y manipulación. A tal efecto aquellos elementos que no superen dicho examen visual han de ser rechazados.

Las tuberías van enterradas sobre un lecho de material seleccionado tipo 6/12 de 15 cm de espesor regularizado. Se comprobará el espesor de la cama de tubería mediante nivel láser y receptor en mira.

El desplazamiento de los tubos hasta su correcto alojamiento se realizará mediante maquinaria o mediante tráctel, empleando en cualquiera de los dos casos eslingas, en ningún caso se podrán colocar mediante el empuje de la cabeza del tubo sobre un tablón.

El interior de las tuberías deberá encontrarse limpio para evitar, entre otros, problemas por suciedad (presencia de limos, gravilla, tierra, etc....) en las juntas durante las pruebas de las mismas. Para ello la instalación será lo más pulcra posible, con una zanja correctamente drenada (mediante drenajes o bombas de achique) que permita, durante la ejecución de las mismas, la visualización completa del interior de los tubos y sus uniones. Esta situación impedirá que la circulación del agua en condiciones de funcionamiento de la red erosione y degrade el interior de los tubos envejeciéndolos prematuramente.

Generalmente no se colocarán más de 100 m de tubería sin proceder al relleno, al menos parcial, para evitar la posible flotación de los tubos en caso de inundación de la zanja y también para protegerlos, en lo posible de los golpes. El relleno de la tubería se realizará con material seleccionado conforme a lo indicado en los perfiles correspondientes y en el apartado correspondiente del Pliego.

No se rellenarán las zanjas en tiempo de grandes heladas o con material helado.

Al final de cada jornada de trabajo, los tubos y accesorios colocados en la zanja serán tapados en sus extremos, de tal manera que quede impedida la penetración de animales o materiales producto de la erosión por viento o agua superficial.

Todas las unidades de obra de instalación de tuberías llevan incluidas las pruebas de las mismas (medios humanos, maquinaria, agua o fluido de prueba, elementos de medida, tapones tanto de final de línea como de extremos de tramos, topes, dados de anclaje, celosía de transmisión de esfuerzos de extremos hasta dichos dados de anclaje, etc.).

#### 4.10.7 PRUEBA DE LAS TUBERÍAS

La realización de las pruebas de las tuberías se realizará como máximo 8 semanas después de la instalación de las mismas.

A medida que avance el montaje de la tubería se probará por tramos, con la longitud fijada en el proyecto o por la Dirección de Obra, conforme lo especificado en la norma UNE-EN 805:2000 "Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes".

Las longitudes máximas de los tramos de tubería a probar se definen en función del diámetro de la tubería conforme lo especificado a continuación:

Diámetro Nominal, DN (mm)	Longitud máxima del tramo (m)
DN > 1.000	500
700 ≤ DN < 1.000	750
450 ≤ DN < 700	1.000
DN < 450	1.250

Será potestad única de la Dirección de Obra, en función del ritmo de consecución de pruebas previas con resultado satisfactorio por parte de la constructora, la revisión de los criterios expuestos en el párrafo y tabla anterior, en aras de favorecer el progreso de la obra, siempre y cuando se tenga esa garantía previa (prueba satisfactoria) del correcto comportamiento de tuberías de las mismas características completamente instaladas.

Los extremos del tramo en prueba deben cerrarse convenientemente con piezas adecuadas, las cuales han de apuntalarse para evitar deslizamientos o fugas de agua, y deben ser, cuando así se requiera, fácilmente desmontables para poder continuar la colocación de la tubería.

Un mismo tramo de prueba no podrá contener tubos de distinto material, timbraje, diámetro o rigidez nominal a no ser que la Dirección de Obra dictamine lo contrario.

La realización obligada de una prueba general de la red de distribución a través de los grupos motobomba de la estación de bombeo no exime de la consecución parcial mediante pruebas satisfactorias de los tramos que conformen completamente dicha red.

La constructora deberá aportar a las pruebas un transductor de presión digital portátil y autónomo mediante batería, con capacidad de registro de datos y una precisión del 0,2%. Con su correspondiente certificado de calibración, verificado periódicamente.

Antes de comenzar la prueba se comprobará que todos los accesorios y maguitos de la tubería están descubiertos, como mínimo 50 cm a cada lado del accesorio o manguito, que el interior de la conducción está libre de escombros, raíces o de cualquier otra materia extraña, así como que todas las piezas especiales y los carretes de anclaje de las válvulas están correctamente hormigonados y han transcurrido más de 28 días desde su hormigonado. La zanja estará parcialmente llena, dejando las juntas descubiertas. Así como que están 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 fábrica con la resistencia debida.

Pruebas de tramos contra válvulas de seccionamiento instaladas y cerradas: a no ser que el fabricante de dichas válvulas de corte garantice por escrito tanto la integridad como la estanqueidad de las mismas para una presión de prueba del tramo igual o superior a las indicadas en la norma, y en función de las condiciones de instalación y en su caso de presión al otro lado de la misma, no se podrán realizar.

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso estará provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el

aumento de presión. Irá colocada en el punto más bajo de la tubería a ensayar y estará provista al menos de un manómetro de precisión no inferior a  $0,02 \text{ N/mm}^2$ . La medición del volumen de agua debe realizarse con una precisión no menor de litro.

En cualquier caso, pero especialmente en los de altas presiones, durante la realización de la prueba de la tubería instalada, se tomarán 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 tramos cercanos. En este sentido, los manómetros se colocarán de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

De acuerdo con todo lo anterior, la prueba, que es única, consta, de las dos etapas que se especifican a continuación: etapa preliminar y etapa principal

Tan pronto como el resultado de las pruebas sea satisfactorio, se deberá proceder al completo tapado del tramo, cuyas juntas habían quedado descubiertas.

A partir de este momento, la deflexión circunferencial a corto plazo (de 3 a 6 meses) producida tanto en toda la longitud del tubo como de sus uniones debe ser inferior al 3% del diámetro interior del mismo. Será potestad de la Dirección de Obra indicar a la constructora que empape hasta el punto de saturación el terreno superior circundante que carga sobre los tubos instalados y realice la comprobación anterior, corriendo todos los medios necesarios a cuenta y cargo de la constructora. Si los resultados obtenidos son negativos, según y del modo que determine la Dirección de Obra la constructora deberá proceder a subsanar la situación, asumiendo igualmente todos los costes derivados de la desinstalación, fabricación de nuevas tuberías, restitución del terreno en caso de que no sea posible modificar la traza del mismo, etc. y de posterior reinstalación correcta y prueba.

#### **4.10.7.1 ETAPA PRELIMINAR**

Se comienza por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba. Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo en prueba, para así facilitar la salida de 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. Una vez llena de agua la tubería se debe mantener en esta situación 24 horas.

A continuación, se aumenta la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar un valor comprendido entre la presión de prueba (STP = MDP + 0,1) y la presión máxima de diseño (MDP), de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm<sup>2</sup> 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 periodo de tiempo no debe haber pérdidas apreciables de agua, ni movimientos aparentes de la tubería. Caso contrario, debería procederse a la despresurización de la misma, a la reparación de los fallos que haya dado lugar y a la repetición del ensayo.

#### 4.10.7.2 ETAPA PRINCIPAL O DE PUESTA EN CARGA

Una vez superada la etapa preliminar, se aumenta de nuevo de forma constante la presión hidráulica interior hasta alcanzar el valor de STP, de forma tal que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm<sup>2</sup> por minuto. Una vez alcanzado dicho valor se desconecta el sistema de bombeo, no admitiéndose la entrada de agua, durante al menos 1 hora. Al final de este periodo el descenso de presión obtenido debe ser inferior a 0,02 N/mm<sup>2</sup>.

A continuación se aumenta la presión en el tramo a ensayar 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 dado por la siguiente expresión:

$$\Delta V_{m\acute{a}x} = 1,2 \times V_x \Delta p_x \left[ \frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \times E} \right]$$

Siendo

- $\Delta V_{m\acute{a}x}$  pérdida admisible (litros)
- V volumen del tramo a probar (litros)
- $\Delta p$  caída admisible de presión durante la prueba (0,02 N/mm<sup>2</sup>)
- $E_w$  módulo de compresibilidad del agua (2100 N/mm<sup>2</sup>)
- E módulo de elasticidad del PRFV (39000 N/mm<sup>2</sup>)
- ID diámetro interior del tubo (mm)
- E espesor nominal del tubo (mm)
- 1,2 factor de corrección que tiene en cuenta, entre otros aspectos, 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 ( $E$ ) son los siguientes:

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 (repassando 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.

En cualquier caso, si los resultados de la etapa principal no son satisfactorios, o existen dudas sobre la correcta desaireación de la tubería, puede realizarse un ensayo complementario de purga que aclare tal circunstancia, conforme a la metodología recogida en la norma UNE EN 805:2000.

#### 4.11 HINCAS

Antes de comenzar la ejecución de la hinca la empresa ejecutora presentará a la Dirección de Obra para su aprobación expresa, una memoria del cálculo mecánico de la misma, garantizando que la tubería de acero a emplear para la ejecución de la hinca soportará la carga de tráfico rodado y las condiciones del terreno.

La holgura que deberá existir entre el diámetro interior de la tubería de acero y el diámetro exterior de la tubería ejecutada mediante hinca será de 20-30 mm.

Para proteger los tramos ejecutados mediante hinca, se colocará al inicio y al final de la hinca, así como cada 3 metros de hinca, una banda de neopreno con tacos que cumplirá lo especificado en el presente pliego para bandas de neopreno con tacos.

La ejecución de la hinca cumplirá también lo especificado en los anejos y planos correspondientes del presente proyecto.

#### 4.12 VÁLVULAS Y VENTOSAS

Las válvulas y ventosas se recibirán en obra limpias, con todos sus elementos protegidos y los orificios externos tapados, mediante tapas de plástico de forma que se evite la introducción de elementos extraños.

Las válvulas de compuerta se transportarán con el elemento de cierre en posición abierto, si el asiento es elástico, o cerrado si son de metal. En las válvulas de mariposa el obturador debe ir en posición ligeramente abierta.

Todas las válvulas y ventosas serán embaladas de forma tal que durante el transporte quede garantizada la imposibilidad de golpes y daños en estos elementos, así como su eventual maniobra, debiendo evitarse roces y esfuerzos superiores a los que la válvula ha de soportar.

Se prestará especial atención durante el transporte y la manipulación, para no dañar los mecanismos de accionamiento manual o mecánico que la válvula o ventosa pueda llevar o contener.

Antes de la colocación de las válvulas, ventosas y accesorios en obra se realizará una comprobación visual del estado de las superficies y del funcionamiento correcto de las mismas, verificando la idoneidad para su instalación.

#### **4.13 ESTRUCTURA METÁLICA**

Antes de iniciarse el montaje de la estructura metálica se realizará una comprobación visual del aspecto de la estructura, con el fin de rechazar aquellos perfiles o elementos que han sido dañados durante su transporte o manipulación.

Deberá comprobarse en obra una vez finalizada la unión, un 50 % del total de los tornillos que componen cada junta, confirmando que el apriete de las tuercas es a tope y que la disposición geométrica es la adecuada. En caso de que un 25 % de los tornillos sea considerado como rechazable, por falta de apriete, se procederá a la comprobación del 100 % de los tornillos que componen la junta.

Las correas se arriostrarán en los vanos mediante tirantillas de 12 mm roscadas en ambos extremos.

Se comprobarán en obra el 30 % de las soldaduras ejecutadas "in situ" conforme lo especificado en el presente pliego para soldaduras de piezas metálicas.

#### **4.14 EJECUCIÓN DE CERRAMIENTOS DE PANEL PREFABRICADO**

Antes de colocar los paneles se acopiarán en obra y se procederá a la inspección visual de los mismos para comprobar si se encuentran en adecuadas condiciones para ser instalados, tanto en lo que respecta a acabados exteriores, armaduras y esquinas, como ausencia de golpes y desconchones.

Los paneles se colocarán perfectamente aplomados para seguidamente fijarlos a la estructura con los adecuados sistemas de sujeción embutidos en los propios paneles.

Las juntas de los paneles se sellarán con mortero resistente a humedad y pintado en igual color que el propio panel.

## **4.15 CARPINTERÍA METÁLICA**

### **4.15.1 INSTALACIÓN DE PUERTAS Y MARCOS METÁLICOS**

El presente artículo trata del suministro, mano de obra, medios auxiliares, materiales y ejecución de todas las operaciones relacionadas con la instalación de puertas y marcos metálicos, de acuerdo con los planos correspondientes al proyecto.

Los marcos de las puertas y ventanas se instalarán nivelados ya aplomados y se anclarán de un modo seguro a los muros.

Las puertas de bisagras se colgarán adecuadamente, de modo que giren horizontalmente y se mantengan en cualquier posición.

Los elementos de cerrajería se instalarán limpia y adecuadamente, se ajustarán y se dejarán en condiciones de funcionamiento perfecto.

### **4.15.2 CARPINTERÍA METÁLICA EN ALUMINIO**

Todas las ventanas serán del tipo, tamaño y forma que se indican en los planos y cualquier variación que se introduzca será con la autorización por escrito de la Administración.

El Contratista tiene la obligación de presentar a la Administración detalles de construcción, dimensiones, disposición de ventilación, funcionamiento, etc. y toda la información precisa para ser aprobada por el Director de Obra.

Las ventanas se montarán bien encuadradas y a plomo en las alineaciones y nivelaciones exactas. Todos los anclajes se ajustarán antes de colocar las ventanas.

Todas las puertas irán provistas de dos (2) llaves con el número de la cerradura estampado en las mismas. Cada cerradura llevará estampado el número correspondiente en la superficie. Se suministrarán tres (3) llaves maestras para cada sistema de llaves.

## **4.16 ENLUCIDOS**

El enlucido de los paramentos y obras de mampostería o ladrillo se realizará descarnando y limpiando previamente las juntas y regando todo el paramento a enlucir inmediatamente antes de aplicar el enlucido.

En los paramentos de obras de hormigón, el enlucido se hará en general, a continuación del desencofrado de la obra, regando también el paramento a enlucir y picándolo si el Director de Obra lo considera necesario.

El espesor del enlucido no bajará en parte alguna de un centímetro y medio (1,5 cm). Se enlucirá con una (1) ó dos (2) capas y éstas se aplicarán en forma que prescriba el Director de Obra. En general, se aplicará de dos modos: o bien haciéndolo bastante espeso, y arrojándolo fuertemente contra la superficie a enlucir, extendiéndolo con las manos y repasándolo con una muñeca o bolsa de trapos húmedos sin alisar la superficie, o bien por medio de llana y alisándolo perfectamente.

#### **4.17 PASOS PROVISIONALES**

Los pasos provisionales necesarios para la correcta ejecución de las obras objeto del presente proyecto, serán de dimensión suficiente para el uso al que se destinen y garantizarán la suficiente resistencia mecánica para aguantar el tiempo que la Dirección de Obra considere necesario.

#### **4.18 URBANIZACIÓN**

##### **4.18.1 PLANO DE FUNDACIÓN**

El plano de fundación o explanada se compactará según lo especificado en el PG3 hasta alcanzar el 95% del Próctor Normal conforme la norma UNE 103501:1994. La compactación se comprobará con una frecuencia de 1 ensayo cada 620 m.

La geometría de la explanación se comprobará en toda su superficie teniendo que coincidir con la cota especificada en los planos.

##### **4.18.2 BASE**

La base se realizará con zahorra artificial de 1". En el caso de que el proveedor tenga marcado "CE" de la zahorra artificial y sus especificaciones coincidan con las expuestas en el presente pliego, no será necesario controlar su calidad en caso contrario se comprobará su idoneidad como mínimo al inicio del suministro y cuando cambie la procedencia de la misma, mediante el ensayo de una muestra significativa del material en Laboratorio debidamente homologado por cuenta del Contratista.

El espesor de la base será 20 cm +/- 15 mm y se comprobará mediante calicatas o levantamiento topográfico antes y después de echar la zahorra artificial, siendo en éste último caso el espesor de la zahorra la diferencia entre los dos levantamientos. Se realizarán catas o levantamientos cada 500 ml y se realizarán al tresbolillo en franjas de 6m de anchura.

La base se compactará según lo especificado en el PG3 hasta alcanzar el 100% del Próctor Modificado conforme la norma UNE103501:94. La compactación se comprobará con una frecuencia de 1 ensayo cada 330 m.

#### 4.18.3 LÁMINA DE POLIETILENO PARA SOLERAS Y HORMIGONES

Antes de proceder a la ejecución del pavimento de hormigón, la base se cubrirá con una lámina de polietileno de baja densidad G-400 de espesor igual a 0,10 mm. Sus funciones son las siguientes:

- Barrera de vapor o film anti-humedad bajo pavimento
- Lámina de separación
- Protector de la propia losa a su posible desecación de la parte inferior

##### Modo de colocación:

- Eliminar de la base cualquier elemento punzante y rebajar la superficie en caso de que presente aristas pronunciadas para evitar el deterioro de la lámina.
- Desenrollar la lámina sobre la superficie de forma que se eviten los pliegues y las arrugas.
- Realizar solapes mínimos de 15 cm tanto en sentido longitudinal como transversal.
- Proteger la lámina de la perforación antes del vertido del hormigón. Se prohibirá todo tipo de circulación sobre la lámina.

#### 4.18.4 PAVIMENTO DE HORMIGÓN

El pavimento de hormigón HA-25 armado con de fibras de polipropileno de la urbanización tendrá un espesor total de 20 cm. La resistencia característica del hormigón será 25 MPa.

La ejecución del pavimento de hormigón HA-25 deberá cumplir las especificaciones incluidas en el apartado 4.5 Hormigones.

La dosificación de la fibra de polipropileno será de 4 kg/m<sup>3</sup> y se llevará a cabo en la planta de hormigones.

Se formarán juntas de construcción o de hormigonado en el pavimento de hormigón, incluyendo colocación en las mismas de pasadores de diámetro 16 mm.

Las operaciones de terminación del pavimento serán las siguientes:

- Fratasado mecánico del hormigón

- Alisado y pulido mecánico de la superficie, con aplicación de endurecedor de superficie QUALIROC o similar, con dosis de 12 kg/m<sup>2</sup> como mínimo para aplicación como mortero incorporado (capa hidratada)
- Curado del hormigón con líquido de curado de resinas poliméricas en dispersión acuosa POLICUR F o similar, con dosis de 250 g/m<sup>2</sup> para aplicación con pulverizador
- Aserrado mecánico de juntas de retracción con una anchura de 3 mm y una profundidad de 1/3 del espesor de la solera

#### 4.19 TERRAPLÉN DE LA BALSA

Antes de comenzar el terraplén, se retirará la capa vegetal de la zona donde se ubicará la balsa y sus estructuras. Este horizonte se ha estimado, según el estudio geotécnico, en 0,60 metros.

Previamente al inicio de los trabajos de desbroce de la balsa, el Contratista deberá avisar a la Dirección de Obra con suficiente antelación para que realice el levantamiento taquimétrico del terreno natural si así lo estima oportuno.

De igual manera, previamente al inicio de los trabajos de terraplén de la balsa, el Contratista deberá avisar a la Dirección de Obra con suficiente antelación para que realice el levantamiento taquimétrico del terreno desbrozado si así lo estima oportuno.

Previo a la colocación de la lámina se dejarán el movimiento de tierras durante al menos 6 meses (preferiblemente en invierno) para su asiento. Después del reposo corregirán los asientos y re perfilará por cuenta del adjudicatario de la obra.

##### Compactación del terraplén:

El terraplén de la balsa se ejecutará por tongadas de un espesor máximo de 25 cm. Como mínimo se comprobará en 10 puntos de cada una de las tongadas la compactación obtenida, siendo en todos los puntos de la cimentación y el núcleo del terraplén la compactación obtenida superior al 95 % del Próctor Modificado y siendo en todos los puntos de la coronación la compactación obtenida superior al 100 % del Próctor Normal.

En cada tongada se clavarán estacas con fleje grapado, de altura efectiva máxima sobre el nivel del terreno de 25 cm, en número de tres cada 20 metros, para control del espesor de las tongadas durante la ejecución.

##### Control geométrico:

La explanada del terraplén tendrá la misma cota en toda su extensión y anchura, según se va subiendo uniformemente el terraplén.

Se comprobará cada 30 m de distancia, la sección y la anchura de la tongada, como mínimo se realizarán 3 comprobaciones de la sección y la anchura de la tongada en cada una de las tongadas.

En el control geométrico de las secciones, las dimensiones de la anchura, no diferirán en más del +5% de las especificadas en los planos, con respecto a la altura en la que se está realizando el control, que como máximo será cada 2 m de altura y medidas de tramos longitudinales de 30 m de distancia.

#### **4.20 CAMINO DE CORONACIÓN DE LA Balsa**

Sobre el terraplén de la balsa se colocará una base de 20 cm de espesor de material granular de tamaño máximo 1", obtenido de zahorras naturales, mediante cribado y machaqueo, repartido en dos capas de 10 cm. BASE

La base se realizará con zahorra artificial de 1". En el caso de que el proveedor tenga marcado "CE" de la zahorra artificial y sus especificaciones coincidan con las expuestas en el presente pliego, no será necesario controlar su calidad. En caso contrario se comprobará su idoneidad como mínimo al inicio del suministro y cuando cambie la procedencia de la misma, mediante el ensayo de una muestra significativa del material en Laboratorio debidamente homologado por cuenta del Contratista.

El espesor de la base será 20 cm +/- 15 mm y se comprobará mediante calicatas o levantamiento topográfico antes y después de echar la zahorra artificial, siendo en éste último caso el espesor de la zahorra la diferencia entre los dos levantamientos. La base de 20 cm se repartirá en dos capas de 10 cm. Se realizarán catas o levantamientos cada 100 m y se realizarán al tresbolillo en franjas de 3 m de anchura.

La base se compactará según lo especificado en el PG3 hasta alcanzar el 100% del Próctor Modificado conforme la norma UNE103501:94. La compactación se comprobará con una frecuencia de 1 ensayo cada 330 m.

#### **4.21 LÁMINA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD**

En caso de existir afloramientos o manchas de agua derivadas de la presencia de nivel freático, se documentarán gráficamente, se georreferenciarán y se realizarán los correspondientes análisis de

muestras para tenerlo parametrizado, así como la Dirección de Obra analizará el drenaje de los mismos.

Se documentará, previo a la instalación de la lámina y geotextil, la inspección realizada al fondo y los taludes.

#### 4.21.1 TIPOS DE ANCLAJES

##### Anclaje en coronación

Las láminas de impermeabilización se anclarán en la coronación de los taludes en una zanja de dimensiones mínimas 0,50 x 0,50 m con el fin de no deteriorar la coronación del talud, la zanja se separará del borde del talud al menos 1 m. Esta zanja también servirá de anclaje de los demás geosintéticos que componen el sistema de impermeabilización.

Una vez soldada y comprobada la lámina de PEAD, la zanja se rellenará con el propio producto de la excavación y se compactará.

##### Anclaje en pie de talud

Las láminas al pie de talud se anclarán mediante fuelles conformados con lámina de PEAD de 2 mm de espesor y sección con perímetro 1,45 m de peso no inferior a 115 kg/m. Rellenos con árido natural lavado 6/12 mm. Quedarán colocados sobre una capa de geotextil, que impida la rotura de la lámina de PEAD.

##### Anclaje en fondo

Las láminas en el fondo de la balsa se anclarán de forma similar al anclaje en el pie de talud.

##### Anclaje en líneas de máxima pendiente

Las láminas en las líneas de máxima pendiente se anclarán de forma similar al anclaje en el pie de talud.

##### Anclaje en taludes

Las láminas en los taludes se anclarán mediante tubería PE100  $\varnothing$  160 mm rellena de gravilla 6/12 mm, colocada sobre una capa de geotextil, que impida la rotura de la lámina de PEAD.

##### Anclaje a fábricas de hormigón:

Las láminas se unirán a las fábricas de hormigón mediante un anclaje sencillo, preferentemente con **perfiles embutidos en obra de hormigón tipo Atarlock HD Tipo E o similar**, provistos de garras, los cuales se embutirán en el hormigón fresco. Una vez haya fraguado el hormigón, se fijará la lámina PEAD mediante atornillado de contra-pletina, apretada con tornillos M16 soldados (a la pletina base) y tuercas, también en acero inoxidable.

Para la estanquidad se incorporará una junta de neopreno entre la pletina y la lámina de PEAD y se sellará, para mayor seguridad, el borde en toda su longitud con masilla de poliuretano.

#### 4.21.2 SOLDADURAS

Las soldaduras de las láminas de PEAD serán por termofusión o tipo doble con canal intermedio de comprobación, excepto en los casos que este tipo de soldadura no sea posible como en las soldaduras de puntos triples y reparaciones de la balsa, en las que se realizarán soldaduras por extrusión.

##### SOLDADURAS POR TERMOFUSIÓN:

La anchura de solape mínima será de 10 cm.

La maquinaria a utilizar podrá ser de cuña caliente, aire caliente o ambas, pero siempre será automática, y con un sistema de control de la temperatura de soldado digital y con impresión de las condiciones de soldadura: presión de los rodillos, velocidad y temperatura.

La temperatura y velocidad de soldadura, se regulará según las condiciones climatológicas, y a partir de ensayos previos realizados “in situ” con tensiómetro automático de campo.

Las geomembranas de PEAD a soldar estarán siempre limpias y exentas de polvo o grasa.

##### SOLDADURAS POR EXTRUSIÓN:

Se realizarán con una máquina extrusora portátil que aporta material del mismo tipo que la geomembrana de PEAD. La materia prima de la lámina de PEAD y el material de aporte de la soldadura por extrusión reunirán las mismas características técnicas para garantizar la durabilidad de las mismas.

La soldadura por extrusión consiste en:

- Limpieza de la zona a soldar
- Unión mediante calor
- Lijado de una zona de aproximadamente 6 cm común a ambas láminas. Este lijado se realizará siempre en dirección perpendicular a la soldadura, no eliminando más de un 10% del espesor de la lámina
- Extrusión del material de aporte

El cordón de soldadura tendrá una anchura mínima de 3 cm y una altura mínima del espesor de la lámina de PEAD.

#### 4.21.3 INSTALACIÓN Y MANIPULACIÓN

Durante la instalación y manipulación de las láminas de PEAD, será responsabilidad del instalador lo siguiente:

- Que la maquinaria y herramienta utilizada sea la adecuada para no dañar las geomembranas.
- Que ninguna de las personas que estén trabajando sobre las geomembranas fumen, lleven calzados que las dañen o realicen otro tipo de operaciones que puedan deteriorarlas.
- Que el método utilizado para desenrollarlas, no cause arañazos, ni deteriore el suelo del soporte o del geotextil de base.
- Que el sistema de distribución adoptado para las geomembranas minimice la formación de arrugas. Se deberá identificar el lugar donde se ha instalado cada rollo en planos o croquis.
- Que se coloquen contrapesos durante su instalación para prevenir descolocaciones causadas por el viento.
- Que el desenrollado de las geomembranas se realice a temperaturas ambientales que no superen los 36°C.
- Que la instalación de las geomembranas no se realice durante precipitaciones, en presencia de excesiva humedad (niebla, rocío) o en presencia de vientos excesivos y siempre bajo el control del supervisor.
- Que se coloquen cargas adecuadas (por ejemplo, sacos de arena o artículos similares que no dañen la geomembrana) para prevenir levantamientos por el viento. Caso que los vientos sean fuertes, se colocarán cargas constantes a lo largo de los lados de las láminas para reducir el riesgo de flujo de viento bajo las láminas.
- Que las áreas de tráfico en contacto directo con las geomembranas se minimicen, protegiéndola con geotextiles, otra geomembrana superpuesta u otro sistema protector.

#### 4.21.4 COMPROBACIONES Y ENSAYOS

Durante la instalación de la lámina de PEAD se realizará el control de calidad que se expone a continuación, cuyos resultados se reflejarán en el documento diario de la empresa instaladora.

##### **Comprobación del terreno de apoyo de los materiales geosintéticos.**

Se comprobará la superficie de apoyo de los materiales geosintéticos, mediante visita a obra por técnico especializado, verificando que se cumple lo que la UNE 104427:2010 recoge al respecto.

La superficie de apoyo deberá ser regular y uniforme, convenientemente compactada y con granulometría continua y con ausencia de tamaños grandes, raíces u otros elementos punzantes.

##### **Control de calidad de las soldaduras por termofusión.**

Se controlará el 100 % de las soldaduras, verificándose su calidad inmediatamente después de su ejecución. En caso de no conformidad se procederá a repetir la soldadura. Todas las soldaduras serán codificadas y recogidas en un plano de despiece de paños. Las soldaduras serán comprobadas mediante dos tipos de ensayos:

- Comprobación de estanqueidad del canal central de soldadura por prueba de aire a presión bajo norma UNE 104 481 Parte 3-2.

El ensayo será realizado por el técnico de control de calidad de la empresa de control de calidad contratada para tal fin. Los resultados serán recogidos en fichas de campo donde se recogerán los aspectos contemplados en la normativa e incluidos en el informe final.

Criterio de aceptación / rechazo

No se aceptaran disminuciones mayores del 10 % de la presión administrada, tal como indica la norma UNE 104 481 Parte 3-2.

- Ensayo de desgarro/pelado mediante Tensiómetro de campo UNE 104304:2015.

El ensayo será realizado por el técnico de control de calidad de la empresa de control de calidad contratada para tal fin. Los resultados serán recogidos en fichas de campo donde se recogerán los aspectos contemplados en la normativa e incluidos en el informe final

Criterio de aceptación / rechazo

No se aceptaran roturas en la zona de soldadura. La probeta debe romper por la zona inmediatamente contigua a la zona soldada. El valor de rotura será superior al marcado por la normativa de aplicación.

**Control de Calidad de las soldaduras por extrusión.**

Este tipo de soldadura solamente se hará cuando no haya otra posibilidad. Se soldará por extrusión en parches, refuerzos, botas, baberos, uniones a obras de fábrica, arquetas tubos y puntos triples entre láminas, tal y como indica la normativa UNE 104 427, y siempre que la máquina de termofusión no pueda hacerlo.

Se controlará el 100 % de las soldaduras, verificándose su calidad inmediatamente después de su ejecución. En caso de no conformidad se procederá a repetir la soldadura.

Todas las soldaduras serán codificadas y recogidas en un plano de despiece de paños

El ensayo será realizado por el técnico de control de calidad de la empresa de control de calidad contratada para tal fin. Los resultados serán recogidos en fichas de campo donde se recogerán los aspectos contemplados en la normativa

El instalador realizará las soldaduras por extrusión siempre delante del técnico de control de calidad y serán comprobadas por dos tipos de ensayos:

- Comprobación de estanqueidad por el Método de la campana de vacío bajo norma UNE 104 425

Anexo c

El ensayo será realizado por el técnico de control de calidad de la empresa de control de calidad contratada para tal fin. Los resultados serán recogidos en fichas de campo donde se recogerán los aspectos contemplados en la normativa e incluidos en el informe final.

Criterio de aceptación / rechazo

No se aceptarán aquellas soldaduras que muestren burbujas como reflejo de entrada de aire.

- Comprobación de estanqueidad por el método del potenciómetro de campo (Chispómetro)

Spark Test

Para la realización de este ensayo el instalador tendrá que tener siempre disponible hilo de cobre. El ensayo será realizado por el técnico de control de calidad de la empresa de control de calidad contratada para tal fin. Los resultados serán recogidos en fichas de campo donde se recogerán los aspectos contemplados en la normativa e incluidos en el informe final.

Criterio de aceptación / rechazo

No se aceptarán soldaduras que al pasar el chispómetro salten chispas como reflejo de establecerse conexión eléctrica.

**Trazabilidad de la lámina PEAD mediante coordenadas GPS**

- Se elaborará un plano de despiece con la correspondiente codificación y situación de los distintos paños de lámina PEAD, así como la correcta codificación y situación de todas las soldaduras, todos los ensayos, reparaciones y refuerzos.
- La situación de paños y soldaduras de lámina PEAD se realizará en plano georreferenciado.
- La trazabilidad de la lámina PEAD se realizará estableciendo la correspondencia entre los códigos de los diversos paños de lámina PEAD y los números de rollo y lote a los que corresponden.

**Control de calidad de aspectos relacionados**

- Verificación de los certificados del fabricante respecto a las especificaciones de proyecto y/o normativa.
- Comprobación sistemática de los parámetros de soldadura de termofusión (temperatura, presión de rodillos y velocidad de avance).
- Comprobación sistemática de los parámetros de soldadura de extrusión (temperatura del extrudado).

- Control del correcto despliegue de los distintos materiales geosintéticos.
  - Medición de todos los parámetros ambientales recogidos en la normativa (temperatura ambiente, temperatura lámina, humedad relativa, etc....)
  - Recogida de toda la información en los correspondientes documentos de campo.
  - Se controlará el marcado CE de los materiales comprobando los valores de la ficha técnica de los materiales asociada al marcado CE y comparándolos con los resultados de laboratorio y con valores de la normativa vigente y/o de proyecto.
  - Comprobación del terreno de apoyo de los materiales geosintéticos emitiendo certificado de validez.
  - Correcto solape entre materiales.
  - Correcta ejecución de anclajes en zanjas, bermas y taludes.
  - Las uniones de la lámina de PEAD a tuberías, obras de fábrica y en general puntos singulares serán especialmente comprobadas, supervisando la ejecución de las uniones y sometiénolas a las comprobaciones pertinentes mediante ensayos de campo.
  - Dossier fotográfico
- Informe final de laboratorio y obra con sello de acreditación.

#### 4.21.5 DOCUMENTACIÓN A APORTAR

El instalador antes de comenzar la colocación de las láminas aportará la documentación siguiente:

- Fases de realización. Se entregará el plano de las fases en que se va a realizar la impermeabilización, señalando en cada caso las zonas en donde se van a iniciar los trabajos.
- Planos de detalle. Donde se señalarán los anclajes de la lámina en coronación y los elementos singulares (arquetas, sumideros, tuberías, etc.).

Todos los días durante la ejecución de la impermeabilización, el instalador aportará un documento donde aparezca la localización, las fichas de identificación y de control de calidad de los rollos de lámina de PEAD colocados en ese día y los resultados de los controles y ensayos realizados.

## **4.22 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO GENERALES**

Para el transporte y almacenamiento de los distintos elementos que forman parte del presente proyecto y que no se analizan específicamente en el presente pliego, se tendrá en cuenta lo especificado a continuación, el fabricante embalará y/o protegerá los distintos elementos que suministre, contra los posibles daños mecánicos y la entrada de sustancias extrañas durante la manipulación, el transporte y el almacenamiento.

## **4.23 EJECUCIONES GENERALES**

En las ejecuciones de las obras de este Proyecto no analizadas específicamente en este Capítulo, se estará a las normas de buena práctica constructiva, la legislación vigente en el momento de ejecución de las mismas y a las instrucciones que de la Dirección de Obra.

## **4.24 ENSAYOS Y PRUEBAS DE LOS MATERIALES**

No se procederá al empleo de los materiales sin que antes sean examinados y aceptados por la Dirección de Obra, previa realización en su caso de las pruebas y ensayos previstos en este Pliego, los cuales siempre que sea posible, se realizarán en Laboratorios acreditados.

Todos los gastos de las pruebas y ensayos necesarios para definir las cualidades de los materiales de este Pliego de Condiciones y garantizar el cumplimiento de las especificaciones definidas en el mismo, serán abonados por el Contratista.

## **4.25 CASO EN QUE LOS MATERIALES NO SEAN DE RECIBO**

Podrán desecharse todos aquellos materiales que no cumplan las condiciones exigidas en el presente Pliego de Condiciones, ateniéndose el Contratista a lo que por escrito le ordene la Dirección de Obra.

## **4.26 ORDEN DE LOS TRABAJOS**

La marcha simultánea o sucesiva de la construcción de las diversas partes de la obra, será objeto del estudio por el Contratista y culminará en una propuesta a la Dirección de la Obra para recabar la preceptiva autorización.

Si la Dirección estimase que debe procederse a la simultaneidad de varias actividades, el Contratista vendrá obligado al estudio de un nuevo plan que permita la simultaneidad antes aludida.

En todo caso, la contrata deberá someter a la Dirección de Obra el Plan de ejecución que se propone seguir para su aceptación, ateniéndose al mismo una vez aceptado.

#### 4.27 CARTEL DE OBRA

La instalación de los carteles de obra correrá a cargo del Contratista y cumplirá con lo especificado por la Dirección de Obra en cuanto a contenido y dimensiones.

La ubicación de los mismos será acordada con la Dirección de Obra, al comienzo de la ejecución de la misma.

El número de carteles a instalar será hasta un máximo de cuatro y deberán permanecer instalados durante el plazo de ejecución y garantía de la obra, hasta la recepción definitiva de la misma. Una vez finalizado este periodo, será responsabilidad del contratista la retirada de los mismos. SEIASA no devolverá las garantías de obra depositadas por la constructora hasta que se verifique su retirada.

Será responsabilidad del contratista además el correcto mantenimiento de los mismos durante el período en el que han de estar instalados, debiendo subsanar cualquier deterioro que sufran los mismos.

#### 4.28 GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

En relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en obra.

##### Gestión de residuos de construcción y demolición

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas por la Junta de Castilla y León mediante contenedores o sacos industriales apropiados.

##### Certificación de los medios empleados

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad de los certificados de los contenedores empleados así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas.

##### Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

Con carácter Particular:

Para los derribos: se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares...para las partes o elementos peligrosos, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes. Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles...).

Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan

El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 m<sup>3</sup>, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos

El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15 cm a lo largo de todo su perímetro.

En los mismos deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor / envase.

Esta información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio

En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.

Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.

En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados. La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización autonómica, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en el registro pertinente

Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos

La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales

Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.

Para el caso de los posibles residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos.

En cualquier caso siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto.

Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros

Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.

Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.

## **5 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES FACULTATIVAS**

### **5.1 OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA**

#### **5.1.1 REMISIÓN DE SOLICITUD DE OFERTAS**

Por la Dirección Técnica se solicitarán ofertas a las Empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones especificadas en el presente Proyecto para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado Proyecto o un extracto con los datos suficientes. En el caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

#### **5.1.2 RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE DIRECCIÓN**

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Director de Obra, solo podrá presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes; contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Director de Obra, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Director de Obra, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

#### **5.1.3 DESPIDO POR INSUBORDINACIÓN, INCAPACIDAD Y MALA FE**

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Director de Obra, sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras; por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Director de Obra lo reclame.

#### **5.1.4 INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DE LOS TRABAJOS**

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será el establecido en las cláusulas del contrato y en caso de no existir, el importe de la suma de perjuicios materiales causados por imposibilidad de utilización de la obra en la fecha prevista, debidamente justificados.

### 5.1.5 INDEMNIZACIÓN POR DAÑOS DE CAUSA MAYOR AL CONTRATISTA TRABAJOS

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, averías o perjuicio ocasionados en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

- 1.- Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- 2.- Los daños producidos por terremotos y maremotos.

3.- Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.

Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.

Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la Contrata.

### 5.1.6 COPIA DE LOS DOCUMENTOS

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa, de los Pliegos de Condiciones, presupuestos y demás documentos de la contrata. El Director de Obra, si el Contratista solicita éstos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

## 5.2 TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES

### 5.2.1 LIBRO DE ÓRDENES

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el Contratista el Libro de Órdenes, en el que se anotarán las que el Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

El libro de órdenes permanecerá en el lugar y bajo la custodia de quien designe la Dirección de Obra, o en su defecto, en la casilla y oficina de la obra del Contratista. En el libro de órdenes, se anotarán las órdenes y comentarios que el Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra, pudiendo ser realizadas tanto por el propio Director de Obra, como por quien éste haya facultado mediante consignación en el libro.

### 5.2.2 COMIENZO DE LOS TRABAJOS Y PLAZO DE EJECUCIÓN

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Director de Obra del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación: previamente se habrá suscrito el acta de replanteo en las condiciones establecidas en el artículo 7.

El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta al Director de Obra, mediante oficio, del día en que se propone iniciar los trabajos, debiendo este dar acuse de recibo.

El acto de confrontación de replanteo deberá firmarse antes de los treinta (30) días siguientes a la fecha de otorgamiento del contrato.

Las obras quedarán terminadas dentro del plazo establecido.

El Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en la Reglamentación Oficial de Trabajo.

### 5.2.3 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN

El Contratista empleará los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las Condiciones Generales de índole Técnica" del "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación" y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Director de Obra o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

### 5.2.4 TRABAJOS DEFECTUOSOS

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Obra o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo

contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si esta no estimase justa la resolución y se negase la demolición y reconstrucción ordenadas, se procederá de acuerdo con lo establecido en el artículo correspondiente.

### **5.2.5 OBRAS Y VICIOS OCULTOS**

Si el Director de Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de la demolición de la reconstrucción que se ocasionen, así como de correcta reinstalación serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente; en caso contrario correrán a cargo del propietario.

### **5.2.6 ABONO DE LAS OBRAS**

Todas las unidades de obra se abonarán conforme lo especificado en el presupuesto del presente proyecto, entendiéndose por unidad de obra la unidad realmente ejecutada.

#### **5.2.6.1 NORMAS GENERALES**

Las mediciones de las obras vienen establecidas en el Presupuesto.

Los trabajos se abonarán tomando como base las dimensiones fijadas en el Proyecto aunque las medidas de control arrojen cifras superiores. Por lo tanto no serán de abono los excesos de obra que, por su conveniencia, errores u otras causas, ejecute el Contratista. Sólo en caso de que el Director de Obra hubiese encargado por escrito mayores dimensiones de las que figuran en el Proyecto, se tendrán en cuenta en la valoración.

#### **5.2.6.2 VALORACIÓN DE LA OBRA**

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y gastos generales, y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja de la oferta hecha por el Contratista.

Todas las unidades de obra de instalación de tuberías llevan incluidas las pruebas de las mismas (medios humanos, maquinaria, agua o fluido de prueba, elementos de medida, tapones tanto de final

de línea como de extremos de tramos, topes, dados de anclaje, celosía de transmisión de esfuerzos de extremos hasta dichos dados de anclaje, etc.). Hasta que éstas no estén realizadas satisfactoriamente, la unidad de obra no será tal al no estar completa, por lo que tampoco será de abono metro alguno de las mismas mediante certificación. Será potestad única de la Dirección de Obra, en función del ritmo de consecución de pruebas previas con resultado satisfactorio por parte de la constructora, el establecimiento de un % de abono de las unidades de obra o material de las mismas correspondientes.

#### **5.2.6.3 MEDICIONES PARCIALES Y FINALES**

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del Contratista o de su representación legal.

#### **5.2.6.4 EQUIVOCACIONES EN EL PRESUPUESTO**

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posible errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna.

Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

#### **5.2.6.5 VALORACIÓN DE OBRA INCOMPLETAS**

Cuando por consecuencia de rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios de presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

#### **5.2.6.6 CERTIFICACIONES**

La Dirección, tomando como base las mediciones de las unidades de obra ejecutadas a que y los precios contratados, redactará mensualmente la correspondiente relación valorada al origen.

El Ingeniero Director de las Obras expedirá y tramitará las certificaciones, en los cinco días siguientes del periodo a que corresponden, tomando como base la relación valorada. El contratista facilitará relación valorada antes del día 25 del mes en curso.

#### 5.2.6.7 PRECIOS UNITARIOS

Los precios unitarios, que se definen en los “Cuadros de Precios” del presente Proyecto, y que son los de aplicación a las correspondientes unidades de obra para abono al Contratista, cubren todos los gastos necesarios para la completa ejecución material de la Unidad de Obra correspondiente, de forma que ésta pueda ser recibida por la Administración, incluidas todas las operaciones, mano de obra, materiales y medios auxiliares que fuesen necesarios para la ejecución de cada unidad de obra.

Asimismo, quedan incluidos todos los gastos que exige el presente PPTP, y del PG-4/88 de O.M. de 21 de Enero de 1.998 (B.O.E. del 3 de Febrero).

#### 5.2.6.8 TOLERANCIAS

En el presente P.P.T.P. no se prevén ningún tipo de tolerancias en las mediciones de las unidades de obra, en general; y por tanto, cualquier exceso de obra que no haya sido autorizado por el Ingeniero Director no será de abono.

#### 5.2.6.9 EXCAVACIONES DE LA RED DE RIEGO

**Las excavaciones de la red de riego se abonarán conforme al perfil longitudinal aprobado en obra, expresando en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) y conforme a la sección tipo de zanja definida en el proyecto para cada diámetro de tubería.**

El precio unitario de m<sup>3</sup> de excavación de la red de riego incluye los siguientes conceptos:

- Todos los medios necesarios para llevar a cabo las excavaciones en terrenos de cualquier naturaleza, incluido un 10 % de excavación en roca.
- Todos los medios necesarios para la nivelación laser del fondo de zanja hasta una profundidad máxima de 6 m,
- Perfilado de laterales y fondos
- Entibado
- Agotamiento
- Apilado y traslado en obra de productos de excavación
- Aportación de riegos con cuba para minimizar la emisión de partículas de polvo a la atmósfera.

- Creación de nichos
- Catas para la localización de instalaciones o infraestructuras afectadas.
- Todos los trabajos y materiales necesarios para la realización de pista de servicio paralela a la propia zanja
- Todos los trabajos para la ejecución de los accesos necesarios (como tapado de pozos, talado de árboles, retirada de árboles, tocones, y gestión del residuo).
- Reparación y reposición de caminos y viales existentes.
- Reposición de servicios afectados (cables eléctricos, instalaciones de riego, conducciones, etc.).
- Ejecución de balates y márgenes existentes antes de la excavación
- Pérdida de rendimiento por la presencia de servicios afectados.
- Todas las operaciones separación y acopio de la tierra vegetal para su posterior reutilización. Incluso carga y transporte a lugar de empleo, distancia máxima de 5 km.
- Todas las operaciones de carga y transporte a lugar de acopio temporal del material procedente de la excavación para su reutilización, así como las operaciones de carga y transporte al lugar de origen.

#### **5.2.6.10 ASIENTO Y RELLENO DE MATERIAL GRANULAR 6/12 MM**

Los rellenos de gravilla de la red de tuberías se abonarán, expresados en metros cúbicos (m<sup>3</sup>), conforme a las mediciones deducidas de los planos del Proyecto (sección tipo de zanja para cada diámetro de tubería) o medidas con arreglo a las modificaciones ordenadas por escrito, durante la ejecución de los trabajos por el facultativo Director de Obra.

#### **5.2.6.11 TERRAPLENES, RELLENOS Y TAPADOS**

Los terraplenes y rellenos se abonarán por su volumen al precio por metro cúbico (m<sup>3</sup>) que fije el presupuesto. El volumen de esta unidad se medirá después de ejecutada y consolidada, es decir no se considera factor de esponjamiento.

#### **5.2.6.12 TUBOS DE HORMIGÓN POSTESADO CAMISA DE CHAPA, FUNDICIÓN DÚCTIL Y PVC ORIENTADO**

Los tubos de hormigón con camisa de chapa (postesado), fundición dúctil y PVC-Orientado, así como cualquier otro tubo empleado se abonarán por su longitud, conforme a los planos de perfiles

longitudinales aprobados para la ejecución de los ramales durante la obra (siempre se entenderá la longitud sobre su proyección horizontal), al precio que fije el presupuesto por metro lineal.

El precio unitario de ml de tubería incluye los siguientes conceptos:

- Todos los medios necesarios para el transporte y colocación. Medios y materiales auxiliares, tales como soldaduras, juntas (normales y acerrojadas), tornillería, etc.
- Todas las operaciones necesarias de preparación de la superficie o lecho de asiento
- Todas las operaciones necesarias (achique) para la instalación de la tubería en seco
- Todas las piezas especiales necesarias de dimensiones, materiales y calidades definidas en el presente pliego
- Los macizos de hormigón armado necesarios para el correcto anclaje de las piezas especiales
- La prueba de presión conforme UNE -805
- La pérdida de rendimientos durante el montaje por los servicios afectados

Para proceder a su abono la unidad deberá estar completamente colocada y probada.

#### **5.2.6.13 PIEZAS ESPECIALES DE LA RED DE RIEGO**

El abono de las piezas especiales de la red de riego se incluye como parte del ml de tubería correspondiente.

Las dimensiones, materiales y calidades de las diferentes piezas especiales serán las definidas en el presente proyecto, en el anejo nº 13, en este pliego o conforme a las modificaciones ordenadas por escrito, durante la ejecución de los trabajos por el facultativo Director de Obra.

#### **5.2.6.14 ANCLAJES DE PIEZAS ESPECIALES**

El abono de los anclajes para las piezas especiales de la red de riego se incluye como parte del metro lineal de tubería correspondiente.

Dicho precio incluye la cantidad de hormigón necesaria para el correcto anclaje (agua, arena, cemento, árido, aditivo, ...), así como todas las operaciones de preparación, transporte, puesta en obra, vibrado, curado y terminación. También quedan incluidos los encofrados y armaduras necesarias.

La dimensión de los anclajes para las piezas especiales de la red de riego serán conformes a los planos del Proyecto, anejo de cálculo de anclajes, o conforme a las modificaciones ordenadas por escrito, durante la ejecución de los trabajos por el facultativo Director de Obra.

#### 5.2.6.15 OTROS HORMIGONES

Se abonarán los metros cúbicos (m<sup>3</sup>) obtenidos de los planos del Proyecto o con arreglo a las modificaciones introducidas por el Director de Obra en el replanteo o durante la ejecución de los trabajos, que constará, en planos de detalle y órdenes escritas.

#### 5.2.6.16 OTROS ENCOFRADOS

Se abonarán los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de las distintas fábricas de hormigón realmente ejecutados, deducidos de los planos del Proyecto o medidos con arreglo a las modificaciones introducidas por el Director de Obra en el replanteo o durante la ejecución de los trabajos, que constará, en planos de detalle y órdenes escritas.

#### 5.2.6.17 OTRAS ARMADURAS

Las armaduras se abonarán por su peso en kilogramos (kg) al precio que fije el presupuesto. Antes de hormigonar cada elemento, se medirán detalladamente las barras colocadas, haciéndose una medición por duplicado que firmarán conjuntamente la Dirección de Obra y la Contrata.

Sólo se abonarán las armaduras realmente colocadas en obra, entendiéndose incluido en el precio unitario la parte proporcional de despuntes, sobrantes, etc. Se medirá la longitud de las piezas de cada diámetro Colocado en obra y se multiplicara por el peso teórico unitario.

#### 5.2.6.18 HINCAS

Las hincas se abonarán por su longitud, conforme a los planos de perfiles longitudinales aprobados para la ejecución durante la obra, al precio que fije el presupuesto por metro lineal.

Estarán incluidas en dicho precio unitario:

- El metro lineal de tubería de acero a hincar con las dimensiones y calidades definidos en planos y presupuesto.
- Todas las operaciones necesarias de preparación de la superficie
- Todas las operaciones de transporte de equipos y maquinaria necesarias para las operaciones de hincado
- Todas las operaciones de excavación de pozos de ataque y salida
- Todas las operaciones de anclaje y guiado de tubería para hinca
- Todos los medios y materiales auxiliares, tales como grupos electrógenos, etc.

- Todas las operaciones necesarias (achique) para la ejecución de la hinca, así como de la instalación de la tubería en el interior de la hinca en seco.

La unidad deberá estar completamente colocada de acuerdo con las mediciones del presente Pliego para proceder a su abono.

#### **5.2.6.19 EQUIPAMIENTOS (VÁLVULAS, VENTOSAS, ETC.)**

Se abonarán las unidades según el valor que en el Cuadro de Precios figure para el respectivo equipamiento, que sean realmente ejecutadas, deducidas de los planos del Proyecto o medidas con arreglo a las modificaciones que fueron ordenadas por escrito, durante la ejecución de los trabajos por el facultativo Director de Obra.

En el precio se incluyen todos los materiales y operaciones necesarias para su correcta colocación y prueba sujeta a la aprobación de la Dirección de Obra.

#### **5.2.6.20 OTRAS FÁBRICAS Y TRABAJOS**

En la ejecución de otras fábricas y trabajos que entren en la construcción de las obras, para las cuales no existieran prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego, el Contratista se atenderá, en primer término, a lo que resulta de los planos, cuadros de precios y presupuestos; en segundo término, a las buenas prácticas seguidas en fábricas y trabajos análogos por los mejores constructores.

El Contratista dentro de las prescripciones de este Pliego, tendrá la libertad para dirigir la marcha de las obras y para emplear los procedimientos que juzgue convenientes, con tal que con ello no resulte perjuicio para la buena ejecución o futura subsistencia de aquéllas, debiendo la Dirección de Obra, en casos dudosos que con estos se relacionen, resolver sobre estos puntos.

#### **5.2.6.21 ACERO EN PERFILES LAMINADOS, COLOCADO**

La medición del acero en perfiles laminados se realizará transformando las longitudes colocadas en kilogramos de peso, mediante la relación que para cada perfil existe entre aquellas dos magnitudes.

En el precio queda incluido, además de lo especificado en el presente Pliego, los materiales empleados en sujeción, soldaduras, remates, solapes y la mano de obra necesaria para realizarlos.

#### 5.2.6.22 ACERO EN PERFILES ANGULARES Y EN CHAPA

Se abonará por kilogramos (kg) de acero, medidos por pesada de báscula oficial y en el precio se incluyen todos los elementos de unión y secundarios necesarios para su colocación y especialmente en la chapa, el tratamiento especial anticorrosivo que se define en el presente Pliego.

En caso de que fuera difícil o imposible la realización de las pesadas, se abonará mediante medición teórica, teniendo 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 las normas UNE.
- Para el peso de la chapa, se tomará como peso específico del acero, siete kilogramos ochocientos gramos por decímetro cúbico (7,80 kg/dm<sup>3</sup>).

#### 5.2.7 MATERIALES NO UTILIZABLES O DEFECTUOSOS

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los apartados sin que antes sean examinados y aceptados por el Director de Obra, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contrasignados, para efectuar con ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc., antes indicados serán a cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Director de Obra dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de estos, a las órdenes del Director de Obra.

#### 5.2.8 SEGURO DE LOS TRABAJOS

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá, en todo momento, con el valor que tengan, por Contrata los objetos asegurados, El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del propietario, para que, con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada; la

infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de la fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc. y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no le hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Director de Obra.

En las obras de reforma o reparación se fijará, previamente, la proporción de edificio que se debe asegurar y su cuantía, y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte de edificio afectado por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el Contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

#### **5.2.9 MEDIOS AUXILIARES**

Es obligación de la Contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aun cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Director de Obra y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo por tanto, al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán así mismo de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc. y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

#### **5.2.10 OBRAS QUE NO SON DE ABONO**

No se pagarán las obras que no se ajusten al Proyecto o las no autorizadas por escrito del Director de Obra y que el Adjudicatario haya ejecutado por error, por comodidad o por conveniencia.

### 5.2.11 OTROS GASTOS DE CUENTA DEL CONTRATISTA

Serán de cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas; los de construcción, desmontaje y retirada de construcciones auxiliares, los de alquiler o adquisición de terrenos para depósito de maquinaria o materiales; los de protección de materiales y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes; los de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras; los de construcción y conservación de caminos provisionales para desvíos de tráfico y servicio de las obras; los debidos a la ejecución de desagües, colocación de señales de tráfico, señalización de seguridad y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de la obra de acuerdo con la legislación vigente; los de retirada total al finalizar la Obra; los provocados por la acometida, instalación y consumo de energía eléctrica, agua o cualquier otro concepto similar, que sea necesario para las obras; los de demolición de las instalaciones provisionales; los de retirada de los materiales rechazables; los provocados por la corrección de deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos, pruebas o por dictamen del Ingeniero Director.

Igualmente serán de cuenta del Contratista los gastos originados por los ensayos de materiales y los de control de calidad de las obras, con los límites legales establecidos.

Serán de cuenta del Contratista la elaboración y correspondiente pago de los proyectos que haya que realizar para conseguir los permisos para la puesta en marcha de las instalaciones, entendiéndose que dichos pagos van incluidos en las unidades de obra correspondientes.

Serán de cuenta del Contratista la indemnización a los propietarios de los derechos que les correspondan y todos los daños que se causen en la explotación de canteras, la extracción de tierras para la ejecución de terraplenes, el establecimiento de almacenes, talleres o depósitos, los que se originen con la habilitación de caminos y vías provisionales para el transporte, en general, cualquier operación que se derive de la propia ejecución de las obras.

También serán a cuenta del Contratista las indemnizaciones a que hubiere lugar por perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de accidentes debidos a una señalización o protección insuficiente o defectuosa, así como los gastos de vigilancia para el perfecto mantenimiento de las medidas de seguridad.

Así mismo serán de cuenta del Contratista las indemnizaciones a que hubiera lugar por perjuicios que se ocasionen a terceros por interrupción de servicios públicos a particulares, daños causados en sus bienes por aperturas de zanjas, desvíos de cauces, explotación de préstamos y

canteras, establecimiento de almacenes, talleres, depósitos de materiales, maquinaria y cuantas operaciones requieran la ejecución de las obras.

En los casos de rescisión de contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, serán de cuenta del Contratista los gastos originados por la liquidación, así como los de retirada de los medios auxiliares empleados o no en la ejecución de las obras.

## **5.3 RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN**

### **5.3.1 RECEPCIONES PROVISIONALES**

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del Director de Obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado.

Si las obras se encuentran en buen estado, han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se ha realizado la puesta en marcha efectiva a plena carga de las instalaciones y éstas han sido recibidas provisionalmente, comenzará en dicho momento el plazo de garantía, incluyendo al menos 2 campañas de riego completas.

Se ha de sustituir con lo resaltado.

Se darán por percibidas provisionalmente comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considerará como mínimo de un año.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Director de Obra debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si la obra estuviese conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la propiedad y la otra se entregará al Contratista.

### **5.3.2 PLAZO DE GARANTÍA**

El plazo de garantía se establecerá en el pliego de cláusulas administrativas particulares del contrato atendiendo a la naturaleza y complejidad de la obra y no podrá ser inferior al tiempo concurrente de al menos dos campañas completas de riego que sigan a la puesta en marcha del

conjunto de todas las instalaciones de la obra ejecutada. La puesta en marcha debe completar las especificaciones recogidas en el pliego y su anejo correspondiente, y abarcará el periodo de una campaña de riego completa, sin que ésta compute como plazo de garantía.

Previa a la recepción de la obra y durante el plazo de garantía, el Contratista, corriendo de su cuenta, pondrá a disposición, en las instalaciones generales de la Comunidad de Regantes, el material general especificado en el anejo de puesta en marcha, para que tanto en la puesta en marcha como en el período de garantía, las reparaciones y otras actuaciones que se deriven de una incorrecta instalación o montaje, puedan corregirse o solucionarse de inmediato, aún sin la presencia de la Contrata, por motivos de urgencia y seguridad. En todo caso, si durante el periodo de garantía fuese necesario utilizar parte de este material, éste será repuesto nuevamente de forma que antes de finalizar la obra y previo a la recepción definitiva quede en los almacenes de la Comunidad de Regantes y a su plena disposición el material reflejado en el citado anejo de puesta en marcha.

Durante el plazo de garantía será de cuenta del Contratista todas las obras de conservación definidas en el Proyecto.

Además, serán de cuenta del Contratista, las indemnizaciones a que hubiere lugar por perjuicios a terceros, como consecuencia de inundaciones por roturas y/o averías, trabajos de reparación de las mismas, así como accidentes debidos a una señalización o protección insuficiente o defectuosa imputable a aquél.

Asimismo, serán de cuenta del Contratista las indemnizaciones a que hubiere lugar por perjuicios que se ocasionen a terceros por interrupción de servicios públicos o particulares, daños causados en sus bienes por apertura de zanjas o desvíos de cauces, habilitación de caminos provisionales, explotación de préstamos y canteras, establecimiento de almacenes, talleres, depósitos de maquinaria, materiales, y cuantas operaciones requiera la ejecución de las obras, siempre que no se hallen comprendidas en el proyecto respectivo o se deriven de una actuación culpable o negligente del Contratista.

### **5.3.3 CONSERVACIÓN DE TRABAJOS RECIBIDOS PROVISIONALMENTE**

Si el Contratista, siendo su obligación no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario, procederá a disponer todo lo que se precise para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo aquello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de rescisión de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Director de Obra fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del mismo corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuere preciso realizar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y repasar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

El Contratista se obliga a destinar a su costa a un vigilante de las obras que prestará su servicio de acuerdo con las órdenes recibidas de la Dirección Facultativa.

#### **5.3.4 RECEPCIÓN DEFINITIVA**

Terminando el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica; en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero Agrónomo Director de las Obras, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinan en este Pliego.

Si el nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdidas de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

#### **5.3.5 LIQUIDACIÓN FINAL**

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad propietaria con el visto bueno del Director de Obra.

#### **5.3.6 LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN**

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

## 5.4 FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Director de Obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto específicamente en el "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación", sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los edificios y obras anejas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

León, septiembre de 2022

Por PRYSE INGENIERÍA

El Dr. Ingeniero Agrónomo

Fdo. Gabriel Medina Martínez  
Colegiado nº 1464 del Colegio Oficial de Ingenieros  
Agrónomos de Castilla y León y Cantabria

El Ingeniero Agrónomo

Fdo. Teodoro Martínez García  
Colegiado nº 642 del Colegio Oficial de  
Agrónomos de Castilla y León y Cantabria