

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

ÍNDICE

1	OBJETO DEL PLIEGO Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	1
1.1	OBJETO DEL PLIEGO.....	2
1.2	SITUACIÓN DE LAS OBRAS	2
1.3	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	2
1.4	DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS.....	2
1.5	DOCUMENTOS CONTRACTUALES	3
2	DISPOSICIONES TÉCNICAS DE CARÁCTER GENERAL	4
2.1	DISPOSICIONES VIGENTES.....	5
3	CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES	14
3.1	CONDICIONES GENERALES.....	15
3.1.1	<i>Materiales suministrados por el contratista</i>	<i>15</i>
3.1.2	<i>Transporte y acopio.....</i>	<i>16</i>
3.2	EXAMEN Y PRUEBA DE LOS MATERIALES	17
3.2.1	<i>Presentación previa de muestras</i>	<i>17</i>
3.2.2	<i>Ensayos.....</i>	<i>17</i>
3.2.3	<i>Materiales que no sean de recibo</i>	<i>17</i>
3.2.4	<i>Materiales no especificados en este pliego.....</i>	<i>18</i>
3.2.5	<i>Materiales y otros elementos que no reúnan las condiciones exigidas</i>	<i>19</i>
3.3	CONDICIONES TÉCNICAS QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES.....	19
3.3.1	<i>Agua</i>	<i>19</i>
3.3.2	<i>Cementos</i>	<i>20</i>
3.3.3	<i>Terraplenes, pedraplenes o rellenos</i>	<i>21</i>
3.3.4	<i>Material de relleno de zanjas de tuberías.....</i>	<i>25</i>
3.3.5	<i>Cunetas</i>	<i>25</i>
3.3.6	<i>Zahorra artificial.....</i>	<i>26</i>
3.3.7	<i>Riegos de imprimación</i>	<i>26</i>
3.3.8	<i>Riegos de adherencia.....</i>	<i>27</i>
3.3.9	<i>Mezclas bituminosas en caliente.....</i>	<i>28</i>
3.3.10	<i>Pavimentos de hormigón.....</i>	<i>29</i>
3.3.11	<i>Bordillos.....</i>	<i>29</i>
3.3.12	<i>Escollera</i>	<i>29</i>
3.3.13	<i>Componentes de hormigones y morteros</i>	<i>30</i>
3.3.13.1	<i>Áridos</i>	<i>30</i>
3.3.13.2	<i>Agua</i>	<i>35</i>
3.3.13.3	<i>Aditivos</i>	<i>35</i>
3.3.13.4	<i>Adiciones.....</i>	<i>37</i>

3.3.13.5	Cemento	38
3.3.13.6	Estructura	39
3.3.14	Hormigones	40
3.3.14.1	Calidad de los componentes	40
3.3.15	Morteros.....	40
3.3.15.1	Generalidades	40
3.3.15.2	Mortero para acabados impermeables.....	41
3.3.16	Resina epoxi-brea.....	41
3.3.17	Materiales para juntas	42
3.3.17.1	Condiciones generales.....	42
3.3.18	Acero en redondos para armaduras.....	43
3.3.18.1	Características y calidad de los materiales	44
3.3.18.2	Control de calidad.....	45
3.3.18.3	Identificación y marcado.....	46
3.3.18.4	Embalaje, manipulación y transporte	46
3.3.19	Mallas electrosoldadas	46
3.3.19.1	Características y calidad de los materiales	47
3.3.19.2	Control de calidad.....	47
3.3.19.3	Identificación y marcado.....	47
3.3.19.4	Embalaje, manipulación y transporte	48
3.3.20	Acero en pletinas, chapas y perfiles laminados	48
3.3.21	Tornillos, tuercas y arandelas.....	50
3.3.22	Albañilería.....	53
3.3.22.1	Arena	53
3.3.22.2	Cemento	53
3.3.22.3	Agua	54
3.3.22.4	Morteros	54
3.3.22.5	Cal apagada	55
3.3.22.6	Ladrillos	55
3.3.22.7	Piezas cerámicas	57
3.3.22.8	Bloques de hormigón	58
3.3.23	Estructuras construidas con elementos prefabricados de hormigón	59
3.3.24	Enfoscados.....	59
3.3.25	Soldaduras de piezas metálicas.....	60
3.3.26	Galvanizados.....	61
3.3.27	Arquetas prefabricadas	64
3.3.28	Tapaderas de arquetas	66
3.3.29	Vallas de cerramiento.....	66
3.3.30	Geosintéticos, geotextiles y geomembranas.....	68
3.3.30.1	Geotextiles.....	68
3.3.30.2	Geomembranas.....	70
3.3.31	Tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD)	74
3.3.31.1	Normativa y generalidades.....	74
3.3.31.2	Términos y definiciones.....	75
3.3.31.3	Características técnicas	77
3.3.31.4	Características físicas y mecánicas	82
3.3.31.5	Características químicas	83
3.3.31.6	Marcado.....	83
3.3.31.7	Accesorios	84

3.3.31.8	Marcado de los accesorios.....	87
3.3.31.9	Acopio.....	88
3.3.31.10	Transporte.....	89
3.3.31.11	Documentación a aportar antes de recibir en obra el pedido.....	89
3.3.31.12	Embalaje, manipulación y transporte.....	90
3.3.31.13	Características técnicas específicas.....	90
3.3.31.14	Plan de aseguramiento de la calidad.....	90
3.3.32	Tuberías de PVC orientado.....	94
3.3.32.1	Normativa y generalidades.....	94
3.3.32.2	Términos y definiciones.....	94
3.3.32.3	Características generales.....	96
3.3.32.4	Características geométricas.....	97
3.3.32.5	Características mecánicas.....	99
3.3.32.6	Características fisicoquímicas.....	100
3.3.32.7	Materiales.....	101
3.3.32.8	Sistemas de unión.....	103
3.3.32.9	Marcado.....	105
3.3.32.10	Marcado de accesorios de PVC-O.....	106
3.3.32.11	Accesorios para tuberías.....	106
3.3.32.12	Documentación a aportar antes de recibir en obra el pedido.....	112
3.3.32.13	Embalaje, manipulación y transporte.....	113
3.3.32.14	Características técnicas específica.....	114
3.3.32.15	Plan de aseguramiento de calidad.....	114
3.3.33	Tubería de acero.....	118
3.3.33.1	Normativa y generalidades.....	118
3.3.33.2	Términos y definiciones.....	120
3.3.33.3	Características técnicas generales y obligatorias.....	120
3.3.33.4	Características técnicas específicas y elegibles.....	132
3.3.33.5	Plan de aseguramiento de calidad.....	132
3.3.34	Caudalímetros electromagnéticos.....	145
3.3.34.1	Diseño.....	145
3.3.34.2	Sensor electromagnético.....	146
3.3.34.3	Convertidor electrónico con alimentación 230 VAC.....	147
3.3.34.4	Control de calidad.....	148
3.3.35	Caudalímetros de ultrasonidos.....	149
3.3.36	Válvulas de compuerta.....	151
3.3.37	Válvulas de mariposa.....	154
3.3.37.1	Accionamiento motorizado.....	156
3.3.38	Válvulas hidráulicas anticipadoras de onda.....	158
3.3.39	Válvulas hidráulicas con contador integrado.....	162
3.3.40	Válvulas de esfera.....	163
3.3.41	Válvulas de retención.....	164
3.3.42	Ventosas.....	165
3.3.42.1	Normativa y generalidades.....	165
3.3.42.2	Términos y definiciones.....	166
3.3.42.3	Elementos constitutivos y materiales.....	168
3.3.42.4	Características técnicas.....	171
3.3.42.5	Plan de aseguramiento de la calidad.....	176
3.3.43	Filtros cazapiedras.....	182
3.3.43.1	Normativa y generalidades.....	182
3.3.43.2	Especificaciones generales del producto.....	183
3.3.43.3	Especificaciones específicas de la obra.....	184

3.3.43.4	Plan de aseguramiento de la calidad	185
3.3.44	Piezas especiales en calderería	186
3.3.44.1	Ejecución de soldaduras	193
3.3.44.2	Control de calidad.....	194
3.3.45	Carretes de desmontaje telescópicos	197
3.3.46	Collarines de toma.....	198
3.3.47	Uniones Gibault y uniones para reparación de tuberías	199
3.3.48	Prefabricados de hormigón	200
3.3.48.1	Normativa y generalidades.....	200
3.3.48.2	Calidad de los materiales	201
3.3.48.3	Control de calidad.....	201
3.3.48.4	Acopios.....	202
3.3.48.5	Transporte y manipulación	202
3.3.48.6	Marcado de los prefabricados.....	202
3.3.49	Sistema de telecontrol	202
3.3.49.1	Normativa y generalidades.....	202
3.3.49.2	Interoperabilidad.....	203
3.3.49.3	Características técnicas generales y obligatorias	205
3.3.49.4	Cursos de formación	207
3.3.49.5	Documentación.....	207
3.3.49.6	Mantenimiento de la instalación	208
3.3.49.7	Unidades remotas en terminales de riego	211
3.3.49.8	Consumos y baterías utilizadas en las remotas.....	221
3.3.49.1	Módem de comunicaciones.....	222
3.3.49.1	Plataforma de gestión de riego	222
3.3.49.2	Aplicación móvil-gestion riego.....	226
3.3.49.1	Aplicación móvil-control equipo local NFC.....	226
3.3.49.1	Interoperabilidad.....	227
3.3.49.1	Esquema de la solución	228
3.3.49.2	Plan de aseguramiento de la calidad	229
3.3.49.3	Control de calidad.....	239
3.3.50	Perforaciones horizontales	239
3.3.51	Materiales cuyas condiciones no están especificadas en este Pliego.....	240
3.3.52	Discordancia entre promotor y contrata con respecto a calidad de materiales ..	240
4	EJECUCIÓN Y CONTROL DE OBRAS.....	241
4.1	CONDICIONES GENERALES.....	242
4.1.1	Programa de trabajo.....	242
4.1.2	Equipos.....	242
4.1.3	Métodos constructivos	243
4.2	REPLANTEO	243
4.3	MEDIDAS A TENER EN CONSIDERACION EN EL TRAZADO	244
4.4	DESBROCE Y REBAJE.....	245
4.5	EXCAVACIONES EN ZANJAS	246
4.6	EXCAVACIONES EN ÁREAS DE PRÉSTAMO.....	247
4.7	DISTANCIA DE TRANSPORTE	248
4.8	RELLENOS Y TERRAPLENES	249

4.8.1	<i>En zanjas y obras de fábrica</i>	249
4.8.1.1	<i>Rellenos</i>	249
4.8.1.2	<i>Terraplenes</i>	251
4.8.2	<i>En la balsa</i>	252
4.8.2.1	<i>Ejecución de los terraplenes</i>	252
4.8.2.2	<i>Refino y compactación de los taludes interiores del vaso</i>	256
4.9	MATERIAL RELLENO EN LECHO DE TUBERÍAS	257
4.10	CONDICIONES GENERALES PARA LOS HORMIGONES	258
4.10.1	<i>Materiales</i>	258
4.10.2	<i>Tipos de hormigón</i>	258
4.11	DOSIFICACIÓN DE LOS HORMIGONES.....	259
4.12	FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN	261
4.13	TRANSPORTE Y SUMINISTRO DEL HORMIGÓN	264
4.14	PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN	266
4.15	TEMPERATURA DEL HORMIGONADO	269
4.16	CURADO DEL HORMIGÓN.....	271
4.17	TOLERANCIAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE HORMIGONES.....	273
4.18	CONTROL DEL HORMIGÓN.....	275
4.18.1	<i>Ensayos de docilidad del hormigón</i>	276
4.18.2	<i>Ensayos de resistencia del hormigón</i>	276
4.18.3	<i>Ensayos de penetración de agua en el hormigón</i>	279
4.19	JUNTAS DE HORMIGONADO.....	279
4.20	PINTURAS ANTICORROSIVAS Y GALVANIZADO	280
4.21	ENCOFRADOS Y MOLDES.....	281
4.22	DESENCOFRADO, DESMOLDADO Y DESCIMBRADO	283
4.23	PRODUCTOS DESENCOFRANTES.....	284
4.24	ARMADURAS	284
4.24.1	<i>Despiece</i>	284
4.24.2	<i>Enderezado</i>	285
4.24.3	<i>Corte</i>	285
4.24.4	<i>Doblado</i>	285
4.24.5	<i>Armado de la ferralla</i>	286
4.24.6	<i>Anclaje de la armadura</i>	286
4.24.7	<i>Empalme de armaduras</i>	287
4.25	ACABADOS DE SUPERFICIES.....	287
4.25.1	<i>Requisitos Generales</i>	287
4.25.2	<i>Acabado Normal</i>	288
4.25.3	<i>Acabados Especiales</i>	288
4.25.4	<i>Curado</i>	289
4.25.5	<i>Limpieza</i>	289

4.26	ALBAÑILERÍA	289
4.26.1	Muros de ladrillo	289
4.26.2	Juntas	292
4.26.3	Bloque de hormigón.....	293
4.26.4	Protección.....	293
4.27	ENFOCADOS	294
4.27.1	Condiciones previas	294
4.27.2	Ejecución	294
4.28	TUBERÍAS	297
4.28.1	Generalidades	297
4.28.1.1	Colocación.....	297
4.28.1.2	Pruebas de presión de las tuberías una vez instaladas en obra	297
4.29	PIEZAS ESPECIALES	302
4.30	VÁLVULAS Y VENTOSAS	303
4.31	APARATOS DE MEDIDA Y CONTROL	303
4.32	FILTROS	304
4.33	TELECONTROL.....	304
4.34	MONITORIZACIÓN.....	304
4.35	PERFORACIONES HORIZONTALES	305
4.36	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	305
4.37	UNIDADES NO INCLUIDAS EN EL PRESENTE PLIEGO.....	307
4.38	ARQUEOLOGÍA.....	307
5	MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS	311
5.1	NORMAS GENERALES	312
5.2	DEMOLICIONES	313
5.3	DESBROCES	313
5.4	EXCAVACIONES.....	314
5.5	TERRAPLENES.....	315
5.6	TRANSPORTE ADICIONAL	316
5.7	RELLENOS.....	316
5.8	OBRAS DE COMPACTACIÓN	316
5.9	HORMIGONES	317
5.10	ENCOFRADOS	317
5.11	ARMADURAS	318
5.12	MALLAS ELECTROSOLDADAS.....	319
5.13	FÁBRICA DE LADRILLO O BLOQUE	319
5.14	ENFOCADOS	320
5.15	ANCLAJES, SOPORTES, CONTRARRESTOS DE HORMIGÓN Y METÁLICOS .	320
5.16	TUBERÍAS	320

5.17	ACCESORIOS DE TUBERÍAS.....	321
5.18	SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN	321
5.19	AGLOMERADOS	322
5.20	RELLENOS LOCALIZADOS DE MATERIAL FILTRANTE.....	322
5.21	BORDILLOS.....	322
5.22	APARATOS DE MEDIDA Y CONTROL	322
5.23	TELECONTROL.....	322
5.24	SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA	323
5.25	ESCOLLERAS	323
5.26	MONITORIZACIÓN.....	323
5.27	PERFORACIONES HORIZONTALES	324
5.28	CONSTRUCCIONES VARIAS	324
5.29	EQUIPOS DE FILTRADO	324
5.30	IMPACTO AMBIENTAL.....	325
5.31	MEDIOS AUXILIARES	325
5.32	PARTIDAS ALZADAS DE ABONO ÍNTEGRO	325
5.33	OBRAS NO AUTORIZADAS Y OBRAS DEFECTUOSAS	325
5.34	ABONO DE OBRA INCOMPLETA	326
5.35	MATERIALES QUE NO SEAN DE RECIBO.....	326
5.36	PARTIDAS ALZADAS A JUSTIFICAR, DE TRABAJOS POR ADMINISTRACIÓN Y ELABORACIÓN DE PRECIOS CONTRADICTORIOS.....	326
5.37	MATERIALES SOBRANTES	327
5.38	ENSAYOS Y CONTROL DE CALIDAD	327
5.39	GASTOS DIVERSOS POR CUENTA DE LA CONTRATA.....	328
5.40	CONCEPTOS NO INCLUIDOS EN EL PRECIO DE LAS UNIDADES DE OBRA ...	329
6	DISPOSICIONES GENERALES	330
6.1	DISPOSICIONES GENERALES.....	331
6.2	SEGURIDAD PÚBLICA Y PROTECCIÓN DEL TRÁFICO.....	331
6.3	RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	331
6.4	SUBCONTRATOS	332
6.5	GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA.....	332
6.6	CONSERVACIÓN DEL PAISAJE	333
6.7	LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS.....	333
6.8	CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO	333
6.9	PLAN DE EJECUCIÓN	334
6.10	INICIACIÓN Y REPLANTEO DE LAS OBRAS.....	334
6.11	PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA.....	335

6.12	CANCELACIÓN DE GARANTÍAS.....	335
6.13	PRUEBAS DE RECEPCIÓN.....	335
6.14	VALIDEZ DE LOS ENSAYOS.....	335
6.15	FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN.....	336
6.16	LIBRO DE ÓRDENES.....	336
6.17	ENSAYOS Y RECONOCIMIENTOS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	336
6.18	PRUEBAS.....	337
6.19	INSTALACIONES AUXILIARES PROVISIONALES.....	337
6.20	CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS REALIZADAS.....	337
6.21	RESTITUCIÓN DE SERVICIOS.....	338
6.22	RECEPCIÓN, MEDICIÓN Y VALORACIÓN GENERAL Y LIQUIDACIÓN FINAL.....	338
6.23	OBLIGACIONES NO PREVISTAS EN ESTE PLIEGO.....	338
6.24	DAÑOS Y PERJUICIOS.....	339
6.25	OBLIGACIONES SOCIALES.....	339
6.26	PUBLICIDAD.....	339

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Especificaciones del agua de amasado.....	20
Tabla 2.	Tipos de cementos utilizables según tabla 28 del Código Estructural.....	21
Tabla 3.	Husos granulométricos.....	26
Tabla 4.	Especificaciones de emulsión bituminosa catiónica C50BF4.....	27
Tabla 5.	Especificaciones de emulsión bituminosa catiónica C60B2.....	28
Tabla 6.	Valores para la escollera.....	30
Tabla 7.	Requisitos físico-mecánicos.....	32
Tabla 8.	Requisitos químicos.....	32
Tabla 9.	Especificaciones a cumplir.....	35
Tabla 10.	Granulometría de los áridos.....	39
Tabla 11.	Tipos de acero soldable.....	45
Tabla 12.	Características mecánicas mínimas de los aceros (UNE-EN 10025-2:2020).....	49

Tabla 13. Espesor máximo (mm) de chapas	50
Tabla 14. Resistencia a la corrosión de recubrimientos electrolíticos de cinc	52
Tabla 15. Porcentaje en peso por tamiz	53
Tabla 16. Dosificación de morteros	54
Tabla 17. Dimensiones y número de huecos de los ladrillos	58
Tabla 18. Espesor revestimiento según norma UNE EN 10346:2015	62
Tabla 19. Espesores mínimos admisibles del espesor del recubrimiento galvanizado según norma UNE EN ISO 1461:2010	62
Tabla 20. Valores mínimos a cumplir.....	70
Tabla 21. Características Lámina de PEAD de 1,5mm	72
Tabla 22. Características del material (I).....	78
Tabla 23. Calidad del polietileno.....	80
Tabla 24. Radios mínimo de curvatura a 20 °C.....	82
Tabla 25. Ensayos tuberías de polietileno.....	91
Tabla 26. Clasificación del material	97
Tabla 27. valores mínimos timbraje tubería PVC-O	100
Tabla 28. Características a cumplir del tubo	100
Tabla 29. Marcado mínimo exigido en accesorios PVC-O.....	106
Tabla 30. Juntas elastoméricas en función del tipo de accesorio	107
Tabla 31. Radio mínimo de curvatura y cotas mínimas de montaje para codos.....	109
Tabla 32. Radio mínimo de curvatura y cotas mínimas de montaje para reducciones.....	111
Tabla 33. Cotas Z para embocaduras dobles.....	112
Tabla 34. Resistencia a presión interna tuberías PVC-O.....	114

Tabla 35. Valores de rigidez anular inicial mínimos tuberías PVC-O.....	114
Tabla 36. Controles según plan general de ensayos tuberías PVC-O.....	118
Tabla 37. Composición química del análisis de colada para los tipos de acero S235 a S500	124
Tabla 38. Características mecánicas del acero S 275 JR	124
Tabla 39. Diámetros y espesores nominales de los tubos de acero	126
Tabla 40. Diámetros y espesores nominales de los tubos de acero	127
Tabla 41. Características mecánicas del acero.....	142
Tabla 42. Características contadores	163
Tabla 43. Características válvulas de retención	165
Tabla 44. Tamaño de ventosas en función al tipo de tubería.....	171
Tabla 45. Capacidades mínimas de válvulas de aireación	173
Tabla 46. Ensayos (UNE-EN 1074-1:2001 y UNE-EN 1074-4:2001).....	180
Tabla 47. Ensayos realizados según otras normas.....	180
Tabla 48. Verificaciones y ensayos en la recepción del material	180
Tabla 49. Programa puntos inspección filtros.....	186
Tabla 50. Espesores mínimos	189
Tabla 51. Tabla 4 de la norma EN 10224.....	189
Tabla 52. Relación longitud de la pieza y diferencia de diámetro	191
Tabla 53. Control de calidad para piezas especiales y calderería	195
Tabla 54. Longitud y tolerancia de montaje.....	198
Tabla 55. Características HW	211
Tabla 56. Características baterías unidades remotas	221
Tabla 57. Bandas de frecuencia utilizadas en España.....	222

Tabla 58. Granulometría aconsejable	257
Tabla 59. Tipos de hormigón	259
Tabla 60. Consistencia del hormigón.....	263
Tabla 61. Ensayos hormigón	263
Tabla 62. Condiciones especiales	271
Tabla 63. Tabla 2.1. del CTE-DB-SE-F	292
Tabla 64. Valores del módulo de elasticidad del material de la tubería (E)	301

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ejemplos de codos PVC-O	109
Ilustración 2. Ejemplos de reducciones PVC-O	110
Ilustración 3. Embocaduras dobles típicas PVC-O	112
Ilustración 4. Tolerancias para la consistencia del hormigón.....	276
Ilustración 5. Tamaño máximo de los lotes de control de la resistencia y número de amasadas a ensayar por lote (N).....	278
Ilustración 6. Diámetro mínimo de los mandriles	286
Ilustración 7. Modelo de cartel provisional 2,10 m x 1,5 m.	340
Ilustración 8. Modelo de placa permanente 0,42 m x 0,42 m.	341

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1. Esquema interoperabilidad	228
Esquema 2. Esquema sistema completo	229

1 OBJETO DEL PLIEGO Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

1.1 OBJETO DEL PLIEGO

El presente Pliego de Prescripciones 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 la ejecución de las obras que son objeto del Proyecto de red de riego bajo demanda para la SAT el grupo de Antas y SAT Climasol de Vera.

Será de aplicación en estas obras cuanto se prescribe en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

1.2 SITUACIÓN DE LAS OBRAS

Las obras están situadas en la provincia de Almería, en los términos municipales de Antas y Vera.

1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

La solución diseñada para las obras del Proyecto de red de riego bajo demanda para la SAT el grupo de Antas y SAT Climasol de Vera se compone de las siguientes actuaciones:

1. Red de riego primaria y secundaria de la SAT el Grupo de Antas
2. Red de riego primaria y secundaria de la SAT Climasol de Vera
3. Automatización y telecontrol de las instalaciones
4. Balsa en la SAT El grupo
5. Balsa en la SAT Climasol

1.4 DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

Documento Nº1.- Memoria y Anejos

Documento Nº 2.- Planos

Documento Nº 3.- Pliego de Prescripciones Técnicas

Documento N° 4.- Presupuesto

Documento N° 5.- Estudio de seguridad y salud

1.5 DOCUMENTOS CONTRACTUALES

Se entiende por documentos contractuales aquellos que quedan incorporados al Contrato y son de obligado cumplimiento, salvo modificaciones debidamente autorizadas. Estos documentos en caso de licitación bajo presupuesto son: Planos, Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, Cuadro de Precios nº 1 (Precios en cifra y en letra), Cuadro de Precios nº 2 (Precios Descompuestos) y Presupuesto General.

Si las licitaciones fuera bajo precios unitarios se fijarían en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares los documentos que tendrían carácter de contractuales.

El resto de los Documentos o datos del Proyecto son documentos informativos y están constituidos por la Memoria con todos sus Anejos, las Mediciones y los Presupuestos Parciales.

En caso de contradicción e incompatibilidad entre los planos y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, prevalecerá lo escrito en este último documento.

2 DISPOSICIONES TÉCNICAS DE CARÁCTER GENERAL

2.1 DISPOSICIONES VIGENTES

Sin perjuicio de las condiciones que señala el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y Económicas, que en su día se dicten, serán de aplicación los Reglamentos, Normas, Pliegos, Instrucciones y Leyes siguientes:

- 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. Revisión vigente desde 5 de mayo de 2018.
- Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre. Revisión vigente desde 7 de diciembre de 2019
- Ley 9/2017, de 8 de 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 9 de mayo de 2023.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3), con sus actualizaciones vigentes posteriores al Plan aprobado por Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976 (PG-3/75).
- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras.
- Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico que desarrolla los títulos preliminares, I, IV, V, VI, VII y VIII del texto

refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.

- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.
- Real Decreto 264/2021, de 13 de abril, por el que se aprueban las normas técnicas de seguridad para las presas y sus embalses.
- Orden de 28 de Julio de 1974 por la que se aprueba el "Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua" y se crea una "Comisión Permanente de Tuberías de Abastecimiento de Agua y de Saneamiento de Poblaciones".
- Orden de 15 de septiembre de 1986, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones (BOE nº228/86 de 23 de septiembre de 1986).
- Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado, septiembre 2007.
- Normas UNE de cumplimiento obligatorio.
- Normas particulares de la Compañía Eléctrica suministradora.
- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Modificado por el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, la Orden VIV/984/2009, de 15 de abril y el Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero.
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio por el que se aprueba 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.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctrica de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. Revisión vigente desde 18 de marzo de 2023.
- Pliego de Condiciones Técnicas del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA)
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- Directiva (UE) 2018/850 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos.
- Directiva 2004/12/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de febrero de 2004, por la que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases.
- Directiva (UE) 2015/720 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2015, por la que se modifica la Directiva 94/62/CE en lo que se refiere a la reducción del consumo de bolsas de plástico ligeras.

- Directiva (UE) 2018/852 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases.
- Directiva 96/59/CE del Consejo de 16 de septiembre de 1996 relativa a la eliminación de los policlorobifenilos y de los policloroterfenilos (PCB/PCT).
- Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista17 de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Reglamento (UE) n ° 660/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de mayo de 2014, por el que se modifica el Reglamento (CE) n ° 1013/2006 relativo a los traslados de residuos.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015, por el que se aprueba el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.
- Resolución de 14 de junio de 2001, de la Secretaría General de Medio Ambiente, por la que se dispone la publicación del Acuerdo de Consejo de Ministros, de 1 de junio de 2001, por el que se aprueba el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006.
- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

- Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los policlorobifenilos, policloroterfenilos y aparatos que los contengan.
- Real Decreto 228/2006, de 24 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los policlorobifenilos, policloroterfenilos y aparatos que los contengan.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases.
- Real Decreto 252/2006, de 3 de marzo, por el que se revisan los objetivos de reciclado y valorización establecidos en la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases, y por el que se modifica el Reglamento para su desarrollo y ejecución, aprobado por el Real Decreto 782/1998, de 30 de abril.
- Real Decreto 27/2021, de 19 de enero, por el que se modifican el Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos, y el Real decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
- Real Decreto 952/1997 de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la Ejecución de la Ley 20/1986 (DEROGADA POR Ley 10/1998), de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.
- Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.
- Decreto Legislativo 1/2009, de 21 de julio, por el que se aprueba el Texto refundido de la Ley reguladora de los residuos.
- Real Decreto 1304/2009, del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, de 31 de julio de 2009, por el que se modifica el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante el depósito en vertedero.
- Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre, por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Modificada por:

- Ley 50/1998, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social.
- Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

Desarrollada por:

- Real Decreto 1879/1996, de 2 de agosto, por el que se regula la composición de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

Desarrollada por:

- R.D. 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- 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 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Modificado por:

- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.

Modificado por:

- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.

Desarrollado por:

- Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en lo referido a la acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención, memoria de actividades preventivas y autorización para realizar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- 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.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud

relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Modificado por:

- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- 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.
- Ley 16/1985 de 25 de junio de Patrimonio Histórico Español.
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
- Ley 39/2015, de 1 de octubre, del procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.

- Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 23/1982, reguladora del Patrimonio Nacional.
- Real Decreto 1680/1991, de 15 de noviembre, por el que se desarrolla la disposición adicional novena de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español, sobre garantía del Estado para obras de interés cultural.
- Real Decreto 64/1994 de 21 de enero por el que se modifica el Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio del Patrimonio Histórico Español (BOE nº 52 de 02/03/1994).
- Real Decreto 162/2002, de 8 de febrero, por el que se modifica el artículo 58 del Real Decreto 111/1986 de 10 de enero de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (BOE nº 35 de 09/02/2002).
- Real Decreto 600/2011, de 29 de abril, por el que se modifica el Reglamento de la Ley 23/1982, de 16 de junio, reguladora del Patrimonio Nacional, aprobada por Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo.
- Real Decreto 214/2014, de 28 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de la Ley 23/1982, de 16 de junio, reguladora del Patrimonio Nacional, aprobada por Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo.
- Ley 3/2011, de 17 de febrero de 2011, de modificación parcial de la Ley 2/1999.
- Ley 5/2022 de 25 de noviembre de 2022, de modificación parcial de la Ley 2/1999.
- Decreto 65/2022, de 8 de junio, que regula las ocupaciones temporales, las autorizaciones para el acondicionamiento, mantenimiento y mejora, y el tránsito de ciclomotores y vehículos a motor, de carácter no agrícola, en las Vías Pecuarias.

De todas las normas tendrá valor preferente en cada caso, la más restrictiva.

Todas las disposiciones anteriores se complementarán, si ha lugar, con las especificadas en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Y en general cuantas prescripciones figuren en Normas, Reglamentos, Pliegos e Instrucciones Oficiales que reglamenten la ejecución de las obras comprendidas en el presente proyecto.

3 CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES

3.1 CONDICIONES GENERALES

En este capítulo se describen las propiedades y características que deben tener los materiales que tendrán que ser utilizados en la obra. En el caso de que algún material o característica no hubiesen estado suficientemente definidos, tendrá que suponerse que es el de mejor calidad que existe en el mercado dentro de su clase, y que tendrá que cumplir la normativa técnica vigente.

3.1.1 Materiales suministrados por el contratista

Los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el contratista. Todos los materiales, piezas, equipos y productos industriales en general que hayan de emplearse en la ejecución de las obras, deberán reunir y ajustarse a las calidades y condiciones técnicas que se establecen en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas y en los cuadros de precios, debiendo ser aprobados por el Director de Obra. En consecuencia, el Contratista no podrá introducir modificación alguna respecto a los referidos materiales, piezas y equipos sin previa y expresa autorización del Director de Obra.

Los materiales procederán, exclusivamente, de los lugares, fábricas o marcas propuestas por el Contratista y aprobadas previamente por el Director de obra. El Contratista notificará con suficiente antelación, al Director de Obra, la propuesta de procedencia de los materiales, aportando las muestras y datos necesarios para determinar la posibilidad de su aceptación y aprobación por la Dirección de Obra. El Director de Obra notificará con suficiente anticipación la información necesaria a presentar por el Contratista previa a la posible aceptación del material. Entre esta información se encontrará identificación del material, proveedor del material indicando modelo, características técnicas del material, grado de cumplimiento con el cuadro de precios y el Pliego de Prescripciones Técnicas y fecha de la propuesta.

La procedencia de los materiales no liberará en ningún caso al Contratista de la obligación de que estos cumplan las condiciones que se especifican en este Pliego y en el cuadro de precios Nº 1, condiciones que habrá de comprobarse siempre mediante los ensayos correspondientes.

Asimismo, la aceptación de una procedencia, no anula el derecho del Director de Obras a rechazar aquellos materiales que, a su juicio, no respondan a las condiciones del Pliego, aún en el caso de que tales materiales estuvieran ya puestos en obra.

La responsabilidad de cualquier deficiencia que puedan presentar los materiales o equipos suministrados por el Contratista será exclusivamente de éste.

Todo material, a su entrada en obra, deberá ir acompañado de la documentación que exija la Instrucción de recepción correspondiente en vigor. En casos especiales, se definirá la calidad mediante la especificación de determinadas marcas comerciales y tipos de material a emplear.

Cuando se pretenda emplear por el Contratista materiales o equipos similares a los especificados en el presupuesto de este Proyecto u ofrecidos en su Oferta, será condición necesaria contar con la autorización expresa del Ingeniero Director de la Obra, para lo cual el Contratista deberá proporcionar toda la documentación técnica pertinente.

El Ingeniero Director de la Obra podrá rechazar materiales o equipos suministrados por el Contratista en los que no se haya cumplido el requisito anterior, sin necesidad de otra justificación o motivo.

El Contratista vendrá obligado a eliminar, a su costa, los materiales que aparezcan durante los trabajos de explotación de las canteras, graveras o depósitos, previamente autorizados por el Ingeniero Director de las obras, cuya calidad sea inferior a lo exigido en cada caso.

Si el Pliego de Prescripciones Técnicas particulares no exigiera una determinada procedencia, el contratista notificará al Director de las obras con suficiente antelación la procedencia de los materiales, piezas o equipos que se proponga utilizar, a fin de que por el Director de las obras puedan ordenarse los ensayos necesarios para acreditar su idoneidad. La aceptación de las procedencias propuestas será requisito indispensable para el acopio de los materiales, piezas y equipos, sin perjuicio de la ulterior comprobación, en cualquier momento, de la permanencia de dicha idoneidad.

3.1.2 Transporte y acopio

Los transportes de los materiales hasta los lugares de acopio o de empleo se efectuarán en vehículos mecánicos adecuados para cada clase de material que, además de cumplir todas las disposiciones legales referentes al transporte estarán provistos de los elementos que se precisen para evitar cualquier alteración perjudicial del material transportado y su posible vertido sobre las rutas empleadas.

Las zonas que proponga el Contratista para el acopio de estos materiales deberán ser de pendiente suave, habiéndose explanado las irregularidades que presenten hasta obtener una superficie razonablemente llana.

Antes de proceder a depositar los acopios, deberán eliminarse de la zona todos los elementos, que, por su naturaleza, pudieran contaminar los materiales que se vayan a depositar.

Todas las zonas de acopio deberán ser aprobadas por el Ingeniero Director, antes de su utilización.

Los materiales se almacenarán de modo que se asegure la conservación de sus características y aptitudes para su empleo en obra y de forma que se facilite su inspección. El Ingeniero Director podrá ordenar, si lo considera necesario, el uso de plataformas adecuadas, cobertizos o edificios provisionales para la protección de aquellos materiales que lo requieran.

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, sin que previamente se hayan presentado por el Contratista las muestras adecuadas para que puedan ser examinadas y aceptadas, previa realización, en su caso, de las pruebas y ensayos en los términos y formas prescritos en este Pliego, o que, en su defecto, pueda decidir la Dirección de Obra.

3.2.2 Ensayos

En todos los casos en que el Ingeniero Director de la Obra lo juzgue necesario, se verificarán pruebas o ensayos de los materiales, previamente a la aprobación a que se refiere el apartado anterior. Una vez fijada la procedencia de los materiales, su calidad se comprobará mediante ensayos cuyo tipo y frecuencia se especifican en los artículos correspondientes y podrán variarse por el Ingeniero Director, si lo juzga necesario. Este, en su caso, designará también el Laboratorio en que se realicen los ensayos.

Se utilizarán para los ensayos las normas que se fijan en los siguientes Artículos de este capítulo.

En el caso de que el Contratista no estuviera conforme con el resultado de alguno de los ensayos realizados, se someterá la cuestión a laboratorio de ensayos de materiales acreditado pactado previamente, cuyo dictamen será de aceptación obligada para ambas partes.

3.2.3 Materiales que no sean de recibo

Podrán desecharse todos aquellos materiales que no satisfagan las condiciones impuestas a cada uno de ellos en los Pliegos de Prescripciones Técnicas del Concurso y del Proyecto o que sean inadecuados para el buen resultado de los trabajos.

El Contratista se atenderá en todo caso, a lo que por escrito ordene la Dirección Facultativa quien podrá señalar al Contratista, un plazo breve para que retire de los terrenos de la obra los materiales desechados.

Si algunos materiales ya colocados en obra o semielaborados no cumplen las especificaciones, el Director de Obra lo notificará al Contratista para que proceda a retirar o demoler, a su cargo, caso de ser necesario, las unidades de obra o a ser penalizado por su defecto.

Si algún material acopiado no cumple con las especificaciones, el Director de Obra lo notificará al Contratista, concediéndole a este un plazo breve para su retirada. Si no se cumple este plazo el Director de obra podrá encargar la retirada a un tercero cargando el gasto al Contratista deduciéndolo en próximas certificaciones.

3.2.4 Materiales no especificados en este pliego

Los materiales que hayan de emplearse en obra y cuyas condiciones no estén especificadas en este Pliego, cumplirán las prescripciones de los Pliegos, Instrucciones o Normas aprobadas con carácter oficial, en los casos en que los mencionados documentos sean aplicables o deberán cumplir aquellas que el uso ha incorporado a las buenas normas de construcción. Será también de aplicación las Normas e Instrucciones que determine el Ingeniero Director de la Dirección de las obras.

En el supuesto de no existencia de Especificaciones Técnicas de aplicación en el presente Pliego a materiales, piezas o equipos, que deban utilizarse en el desarrollo de los trabajos, el Contratista deberá someter al Ingeniero Director de la Obra, para su aprobación, con carácter previo a su montaje, las especificaciones técnicas por él propuestas o utilizadas. Dicha aprobación no exime al Contratista de su responsabilidad. Para tales materiales, equipos y productos, el Contratista queda obligado a presentar al Ingeniero Director de la Obra los correspondientes certificados de homologación. En su defecto, el Contratista queda asimismo obligado a presentar cuanta documentación sea precisa y a realizar, por su cuenta y cargo, los ensayos y pruebas en Laboratorios o Centros de Investigación oficiales necesarios para proceder a dicha homologación.

Siempre que el contratista en su oferta se viera obligado a suministrar determinadas piezas, equipos o productos industriales, de marcas y/o modelos concretos se entenderá que las mismas satisfacen las calidades y exigencias técnicas a las que hacen referencia los apartados anteriores.

En todo caso, deberá someterse a la aprobación del Ingeniero Director, que podrá admitirlos o rechazarlos, según reúnan o no las condiciones que a su juicio sean exigibles para los mismos, sin que el adjudicatario de las obras tenga derecho a reclamación alguna.

3.2.5 Materiales y otros elementos que no reúnan las condiciones exigidas

No se procederá al empleo y colocación de los materiales sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Prescripciones Técnicas y el Cuadro de Precios N°1, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Prescripciones, vigente en la obra.

En el caso de que los resultados de los ensayos y pruebas derivados del control de calidad sean desfavorables, el Ingeniero Director de la Obra podrá elegir entre rechazar la totalidad de la partida controlada dando 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 o sean idóneos para el uso proyectado; o ejecutar un control más detallado del material, piezas o equipo, en examen.

A la vista de los resultados de los nuevos ensayos, el Ingeniero Director de la Obra decidirá sobre la aceptación total a parcial del material, piezas o equipos o su rechazo.

Todo material, piezas o equipo que haya sido rechazado será retirado de la Obra inmediatamente, salvo autorización expresa del Ingeniero Director de la misma.

3.3 CONDICIONES TÉCNICAS QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES

Lo comprendido en este apartado del Pliego afecta al suministro de toda la mano de obra, instalación de equipos, accesorios y materiales, así como a la ejecución de todas las operaciones relacionadas con el diseño, fabricación y montaje de las unidades de obra comprendidas en el Proyecto, sujetas a los términos y condiciones del Contrato.

3.3.1 Agua

El agua que se haya de utilizar en la elaboración de morteros y hormigones, así como en los lavados de arenas, gravas y fábricas, deberá cumplir las condiciones impuestas en el Artículo 29 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

El agua utilizada tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no debe contener ningún ingrediente perjudicial en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión. En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

El agua potable de red de grandes núcleos urbanos, que cumpla el Real Decreto 314/2016, de 29 de julio, por el que se modifican el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, es apta para el amasado y curado del hormigón. Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas, y salvo justificación especial de que no alteran perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón, deberán cumplir las condiciones indicadas en la siguiente tabla determinada conforme con los métodos de ensayo recogidos para cada característica en la norma UNE correspondiente.

Tabla 1. Especificaciones del agua de amasado

Característica del agua		Limitación	Norma
Exponente de hidrógeno, pH.		≥ 5	UNE 83952
Sulfatos (en general), expresado en SO ₄ ²⁻ .		≤ 1 g/l	UNE 83956
Sulfatos (cementos SRC y SR), expresado en SO ₄ ²⁻ .		≤ 5 g/l	
Ion cloruro.	a) hormigón pretensado.	≤ 1 g/l	UNE 83958
	b) hormigón armado y hormigón en masa con armaduras para evitar fisuración.	≤ 2 g/l	
Álcalis, expresado en Na ₂ O _{equiv} (1) (Na ₂ O + 0,658 K ₂ O).		≤ 1,5 g/l	(2)
Sustancias disueltas.		≤ 15 g/l	UNE 83957
Hidratos de carbono.		= 0 g/l	UNE 83959
Sustancias orgánicas solubles en éter.		≤ 15 g/l	UNE 83960

(1) Si se sobrepasa este límite, se podrá utilizar el agua solo en el caso de que se acredite haber medidas para evitar posibles reacciones álcali-árido.

(2) La determinación de álcalis se podrá realizar mediante la técnica de fotometría de llama o espectroscopia de masa con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS).

3.3.2 Cementos

El cemento deberá cumplir las condiciones exigidas en el vigente Pliego de Condiciones para la Recepción de cementos RC-16, aprobado por el Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, así como en el Artículo 28 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural. Además, el cemento deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las cualidades que a éste se le exigen en el artículo 33 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En el ámbito de aplicación del Código Estructural podrán utilizarse aquellos cementos que cumplan con las siguientes condiciones:

- Ser conformes con la reglamentación específica vigente.
- Cumplir las limitaciones de uso establecidas en la tabla 28 del Código Estructural.
- Pertener a la clase resistente 32,5 o superior.

Tabla 2. Tipos de cementos utilizables según tabla 28 del Código Estructural

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

Está expresamente prohibido el almacenamiento en el mismo silo o la mezcla de cementos de diferentes tipos, clases de resistencia o fabricantes en la elaboración del hormigón, pues se perdería la trazabilidad y las garantías del producto.

Se exigirá al contratista la realización de ensayos que demuestren de modo satisfactorio que los cementos cumplen las condiciones exigidas. Las partidas de cemento defectuoso serán retiradas de la obra en el plazo máximo de 8 días. Los métodos de ensayo serán los detallados en la RC-16. Se realizarán en laboratorios homologados.

3.3.3 Terraplenes, pedraplenes o rellenos

- Los terraplenes estarán formados 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 50 cm y 1 m.
 - Núcleo: es la parte del relleno del terraplén comprendida entre el cimientado y la coronación.

- Cimiento: es la parte inferior del terraplén en contacto con la superficie de apoyo, y el espesor mínimo será de 1 m.
- Para la coronación del terraplén sólo podrán emplearse suelos clasificados como “seleccionados” o “adecuados”, conforme lo especificado a continuación.
- Para el núcleo y cimiento del terraplén sólo podrán emplearse suelos clasificados como “seleccionados”, “adecuados” o “tolerables”, conforme lo especificado a continuación.

-Los materiales para rellenos localizados cumplirán las condiciones que para "suelos adecuados" establece el artículo 332 del PG-3.

-Los materiales a emplear en terraplenes serán suelos o materiales que se obtendrán de las excavaciones realizadas en la obra si cumplen las condiciones que más adelante se detallan, o de los préstamos que se autoricen por el Ingeniero Director de las Obras.

Atendiendo a su posterior utilización en terraplenes los suelos excavados se clasificarán según el PG-3 en los tipos siguientes:

Suelos seleccionados.

Se considerarán como tales aquellos que cumplen las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento ($MO < 0,2\%$), según UNE 103204:2019, Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico.
- Contenido en sales solubles en agua, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ($SS < 0,2\%$), según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros ($D_{m\acute{a}x} < 100 \text{ mm}$)
- Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento ($\# 0,40 < 15\%$) o que en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:
 - Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ($\# 2 < 80\%$).
 - Cernido por el tamiz 0,40 UNE, menor del setenta y cinco por ciento ($\# 0,40 < 75\%$).
 - Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al veinticinco por ciento ($\# 0,080 < 25\%$).

- Límite líquido menor de treinta ($LL < 30$), según UNE-EN ISO 17892-12:2022, investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos. Parte 12: Determinación del límite líquido y del límite plástico.
- Índice de plasticidad menor de diez ($IP < 10$), según UNE-EN ISO 17892-12:2022, investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos. Parte 12: Determinación del límite líquido y del límite plástico.

Suelos adecuados

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

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

Suelos tolerables

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

No contendrán más de un 25 por 100 en peso de elementos cuyo tamaño exceda de 15 cm. Su capacidad portante cumplirá la siguiente condición: $CBR > 3$.

- Contenido en materia orgánica inferior al dos por ciento ($MO < 2\%$).
- Contenido en yeso inferior al cinco por ciento ($Yeso < 5\%$), según NLT 115.
- Contenido en otras sales solubles distintas del yeso inferior al uno por ciento ($SS < 1\%$).

- Límite líquido inferior a sesenta y cinco ($LL < 65$).
- Si el límite líquido es superior a cuarenta ($LL > 40$) el índice de plasticidad será mayor del setenta y tres por ciento del valor que resulta de restar veinte al límite líquido [$IP > 0,73 (LL - 20)$].
- Asiento en ensayo de colapso inferior al uno por ciento (1%), según NLT 254.
- Hinchamiento en ensayo de expansión inferior al tres por ciento (3%), según UNE 103601:1996, Ensayo del hinchamiento libre de un suelo en edómetro.

La mínima densidad, obtenida en el ensayo de Próctor normal de compactación, será superior a $1,450 \text{ kg/dm}^3$.

Suelos inadecuados

Se clasificarán así los que no cumplan alguna de las condiciones exigidas a los suelos tolerables.

➤ Empleo

El grado de compactación de los materiales será de al menos el 96 % del PM, indicándose expresamente para cada unidad de obra.

Para determinar la calidad de los materiales, se realizarán los siguientes ensayos por cada 1.500 m^3 , o fracción de tierras a emplear:

- Un ensayo Próctor normal.
- Un ensayo granulométrico.
- Un ensayo de límites de Attenberg.
- Un ensayo CBR.
- Un ensayo de MO.
- Un ensayo de sales solubles.

Todos ellos, según las Normas NLT.

3.3.4 Material de relleno de zanjas de tuberías

Los rellenos de zanjas consisten en las operaciones necesarias para el tendido y compactación de los materiales procedentes de las excavaciones o préstamos siempre y cuando no sean considerados como terraplenes y rellenos.

Los áridos a emplear 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.

La cama de las tuberías será de árido fino de al menos 5-10 cm de espesor.

El material empleado para formar el relleno de la tubería (envolvente) será material granular de tamaño seleccionado comprendido entre 6 y 20 mm, con contenido en finos inferior al 2% en peso. También se puede usar arena. El reparto será mecánico y el extendido manual, incluso el rasanteo para el correcto recubrimiento y arriñonado de la tubería.

Cuando se emplee el material sobrante de las excavaciones para el tapado de las zanjas, siempre se realizará librando a dicho material de los tamaños muy gruesos y se compactará al 85 % del PN.

En el caso de que el árido de cada una de las zonas de extracción, posea marcado CE conforme al Reglamento UE 305/2011 de productos de construcción, 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 por cada 400 m³, sobre una muestra representativa del árido suministrado, un control granulométrico de acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 17892-4:2019 Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos. Parte 4: Determinación de la distribución granulométrica. (ISO 17892-4:2016), de modo que garantice el cumplimiento del presente Pliego de Prescripciones Técnicas.

En función del diámetro de las tuberías empleadas en el proyecto, se definen diferentes zanjas tipo cuyas dimensiones están especificadas en los planos.

3.3.5 Cunetas

El hormigón para cunetas ejecutadas en obra cumplirá las condiciones establecidas a los hormigones en este PCTP.

El hormigón para cunetas prefabricadas cumplirá las mismas condiciones, siendo admisible un aditivo para aceleración del fraguado.

3.3.6 Zahorra artificial

Los materiales de la zahorra artificial cumplirán las condiciones establecidas en el artículo 510 del PG-3 y su curva granulométrica estará comprendida en los husos reseñados como ZA0/32 de dicho artículo.

Tabla 3. Husos granulométricos

TIPO DE ZAHORRA (*)	ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)									
	40	32	20	12,5	8	4	2	0,500	0,250	0,063
ZA 0/32	100	88-100	65-90	52-76	40-63	26-45	15-32	7-21	4-16	0-9
ZA 0/20		100	75-100	60-86	45-73	31-54	20-40	9-24	5-18	0-9
ZAD 0/20 (**)		100	65-100	47-78	30-58	14-37	0-15	0-6	0-4	0-2

Se realizarán como mínimo los siguientes ensayos: Determinación del índice CBR según norma NLT-111 cada 500 m³, y determinación de densidad “in situ” según norma UNE 103900:2013 Determinación in situ de la densidad y de la humedad de suelos y materiales granulares por métodos nucleares: pequeñas profundidades, cada 100 m³

3.3.7 Riegos de imprimación

La emulsión a emplear como riego de imprimación será de tipo C50BF4 (carga catiónica) y cumplirá con las siguientes especificaciones técnicas, así como con lo especificado para este tipo de emulsión en el artículo 213 del PG3. La dosificación será de un kilogramo por metro cuadrado (1,0 Kg/m²)

Tabla 4. Especificaciones de emulsión bituminosa catiónica C50BF4

Característica	Unidad	Norma	Min.	Máx.
Polaridad de las partículas	-	UNE-EN 1430:2009	Positiva	
Índice de rotura	-	UNE-EN 13075-1:2017	110	195
Tiempo de fluencia 2 mm, 40°C	s	UNE-EN 12846-1:2011		
Contenido de ligante	%	UNE-EN 1428:2012	15	70
Contenido de fluidificante	s	UNE-EN 1431:2018	5	15
Tamizado por 0,5 mm	%	UNE-EN 1429:2013	-	0,10
Sedimentación a los 7 días	%	UNE-EN 12847:2023	-	10
Adhesividad	%	UNE-EN 13614:2021	90	-
Residuo por destilación según UNE EN 1431:2018				
Penetración (25°C; 100g; 5s)	0,1mm	UNE-EN 1426:2015	-	270
Punto de reblandecimiento	°C	UNE-EN 1427:2015	35	-
Residuo por evaporación según UNE EN 13074-1:2019				
Penetración (25°C; 100g; 5s)	0,1mm	UNE-EN 1426:2015	-	330
Punto de reblandecimiento	°C	UNE-EN 1427:2015	35	-
Residuo por evaporación según UNE EN 13074-2:2019				
Penetración (25°C; 100g; 5s)	0,1mm	UNE-EN 1426:2015	-	220
Punto de reblandecimiento	°C	UNE-EN 1427:2015	35	-

3.3.8 Riegos de adherencia

La emulsión a emplear como riego de adherencia será de tipo C60B2 (carga catiónica) y cumplirá con las siguientes especificaciones técnicas, así como con lo especificado para este tipo de emulsión en el artículo 213 del PG3. La dosificación será de medio kilogramo por metro cuadrado (0,5 Kg/m²)

Tabla 5. Especificaciones de emulsión bituminosa catiónica C60B2

Característica	Unidad	Norma	Valor	Clase
Índice de rotura	-	UNE-EN 13075-1:2017	<110	2
Tiempo de fluencia 2 mm, 40°C	s	UNE-EN 12846-1:2011	15-70	3
Contenido de ligante	%	UNE-EN 1428:2012	58-62	6
Contenido de fluidificante	s	UNE-EN 1431:2018	≥58	6
Tamizado por 0,5 mm	%	UNE-EN 1429:2013	≤0,1	2
Sedimentación a los 7 días	%	UNE-EN 12847:2023	≤10	3
Adhesividad	%	UNE-EN 13614:2021	≥90	3
Residuo por destilación según UNE EN 1431:2018				
Penetración (25°C; 100g; 5s)	0,1mm	UNE-EN 1426:2015	≤220	8
Punto de reblandecimiento	°C	UNE-EN 1427:2015	≥35	8
Residuo por evaporación según UNE EN 13074-1:2019				
Penetración (25°C; 100g; 5s)	0,1mm	UNE-EN 1426:2015	≤330	7
Punto de reblandecimiento	°C	UNE-EN 1427:2015	≥35	8
Residuo por evaporación según UNE EN 13074-2:2019				
Penetración (25°C; 100g; 5s)	0,1mm	UNE-EN 1426:2015	≤220	8
Punto de reblandecimiento	°C	UNE-EN 1427:2015	≥35	8

3.3.9 Mezclas bituminosas en caliente

Los materiales deberán cumplir las exigencias del artículo 542 del PG-3. Los ligantes deberán ser betunes asfálticos y cumplirán las exigencias marcadas en este Pliego.

El aglomerado en caliente utilizado en la reposición de servicios afectados tendrá un espesor total de 12 cm, repartido en dos capas, una capa base de 6 cm de espesor y una capa de rodadura de 6 cm de espesor, siendo ambas capas del tipo AC 16 SURF S.

El suministrador de aglomerado poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 y ISO 14001 así como Marcado CE para las mezclas bituminosas indicadas en el presente pliego, en vigor emitido por Organismo Autorizado.

En particular se realizarán los siguientes ensayos: Ensayo Marshall, según UNE-EN 12697-34:2022. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 34: Ensayo Marshall, para la determinación de la resistencia a la deformación plástica, ensayo de la densidad relativa de los materiales bituminosos según NLT-168, ensayo de determinación de la granulometría de las partículas según NLT-165 y ensayo de determinación del porcentaje de huecos según UNE-EN 12697-8:2020. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 8: Determinación del contenido

de huecos en las probetas bituminosas. Se tomará, como mínimo, una muestra cada 50 t de aglomerado para la realización de dichos ensayos.

3.3.10 Pavimentos de hormigón

Los materiales cumplirán las exigencias que se establecen en el artículo 550 del PG-3. La resistencia característica a flexotracción del hormigón será superior a 40 kg/cm².

3.3.11 Bordillos

Los bordillos serán prefabricados de hormigón H-400 achaflanado, asentado sobre base de hormigón en masa HM-20/B/20/X0, incluso p.p. de rejuntado con mortero. Será conformes a norma UNE-EN 1340:2004, Bordillos prefabricados de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo, y a la complementaria UNE 127340:2006.

3.3.12 Escollera

La escollera será de roca machacada de tamaño comprendido entre 30 y 60 cm. Los materiales cumplirán las exigencias contempladas en el artículo 658 del PG-3.

La piedra para escollera procederá de canteras de piedra caliza o ígnea no meteorizada que hayan sido aceptadas por la Dirección de la Obra a propuesta del Contratista.

La piedra estará limpia de raíces o tierras, será homogénea en su aspecto exterior, no tendrá forma lajosa y presentarán aristas vivas al ser rotas. No presentará cavernas ni diaclasas, ni tampoco inclusiones de otros materiales.

La escollera tipo para protecciones deberá venir definida, por la siguiente tabla de valores:

Tabla 6. Valores para la escollera

<u>Peso de las Piedras</u> <u>(kg)</u>	<u>Tanto por ciento menor en peso</u>
800	100
700	75-100
600	50-80
400	15-60
300	5-20
-	2

Los ensayos para la comprobación de la granulometría especificada serán realizados por un laboratorio aprobado por la Dirección de Obra sobre muestras seleccionadas y fijadas por la misma, la cual exigirá los certificados relativos a dichos ensayos. Se exigirá un ensayo granulométrico al comienzo de la colocación de cada uno de los tipos de escollera.

3.3.13 Componentes de hormigones y morteros

3.3.13.1 Áridos

3.3.13.1.1 *Generalidades*

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse áridos gruesos (gravas) y áridos finos (arenas), según UNE-EN 12620:2003+A1:2009, Áridos para hormigón, rodados o procedentes de rocas machacadas, así como escorias de horno alto enfriadas por aire o áridos reciclados, todos ellos según UNE-EN 12620:2003+A1:2009, Áridos para hormigón, y, en general, cualquier otro tipo de árido cuya evidencia de buen comportamiento haya sido sancionado por la práctica y se justifique debidamente. En cualquier caso, cumplirá las condiciones del artículo 30 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Los áridos deben tener marcado CE según norma UNE-EN 12620:2003+A1:2009, Áridos para hormigón, y las propiedades definidas en la declaración de prestaciones (DdP) deberán cumplir lo establecido en el artículo 30.1 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En el caso de utilizar escorias de horno alto enfriadas por aire, se seguirá lo establecido en el artículo 30.9 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En el caso de utilizar áridos reciclados, se seguirá lo establecido en el apartado 30.8 del Código Estructural, mientras que para el caso de los áridos ligeros se ha de cumplir lo indicado en el Anejo 8 del citado Código Estructural.

Los áridos no deben descomponerse por los agentes exteriores a que estarán sometidos en obra. Por lo cual, no deben emplearse tales como los procedentes de rocas blandas, friables, porosas, etc., ni los que contengan nódulos de yeso, compuestos ferrosos, sulfuros oxidables, etc. En proporciones superiores a lo que permita el Código Estructural.

3.3.13.1.2 *Control de calidad*

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la norma UNE 146121:2000, Áridos para la fabricación de hormigones. Especificaciones para los áridos utilizados en los hormigones destinados a la fabricación de elementos de hormigón estructural, o con la norma UNE-EN 12620:2003+ A1:2009, Áridos para hormigón, no será necesario realizar un control de calidad de los áridos. En caso contrario se realizará el siguiente control.

Requisitos físico-mecánicos:

Se cumplirán las siguientes limitaciones:

- Resistencia a la fragmentación del árido grueso determinada con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE-EN 1097-2:2021, ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación (ensayo de Los Ángeles): ≤ 40 (Categoría LA40).
- Absorción de agua por los áridos, determinada con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE-EN 1097-6:2014, ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 6: Determinación de la densidad de partículas y la absorción de agua.: ≤ 5 %.

Para la fabricación de hormigón en masa o armado, de resistencia característica especificada no superior a 30 N/mm^2 , podrán utilizarse áridos gruesos con una resistencia a la fragmentación ≤ 50 (LA50) en el ensayo de Los Ángeles (UNE-EN 1097-2:2021, ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación) si existe experiencia previa en su empleo y hay estudios experimentales específicos que avalen su utilización sin perjuicio de las prestaciones del hormigón.

Un resumen de las limitaciones de carácter cuantitativo se recoge en la siguiente tabla:

Tabla 7. Requisitos físico-mecánicos

Propiedades del árido	Cantidad máxima en % del pesototal de la muestra	
	Árido fino	Árido grueso
Absorción de agua %. Determinada con arreglo al método de ensayo indicado en UNE-EN 1097-6	5%	5%
Resistencia a la fragmentación del árido grueso. Determinada con arreglo al método de ensayo indicado en UNE-EN 1097-2	-	40 (*)
Pérdida de peso % con cinco ciclos de sulfato magnésico. Determinada con arreglo al método de ensayo indicado en UNE-EN 1097-2	-	18%

(*) 50, en el caso indicado en el articulado

Requisitos químicos:

En este apartado se definen los requisitos mínimos que deben cumplir los áridos para hormigones. Un resumen de las limitaciones de carácter cuantitativo se recoge en la siguiente tabla:

Tabla 8. Requisitos químicos

Sustancias perjudiciales		Cantidad máxima en % del peso total de la muestra	
		Árido fino	Árido grueso
Compuestos totales de azufre expresados en S y referidos al árido seco, determinados con arreglo al método de ensayo indicado en el apartado 11 de UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013		1.00	1.00 (*)
Sulfatos solubles en ácidos, expresados en SO ₃ y referidos al árido seco, determinados con arreglo al método de ensayo indicado en el apartado 12 de UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013		0.80	0.80
Cloruros expresados en Cl y referidos al árido seco, determinados con arreglo al método de ensayo indicado en el apartado 7 de UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013	Hormigón armado u hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración	0.05	0.05
	Hormigón pretensado	0.03	0.03

(*) Este valor será del 2% en el caso de escorias de horno alto enfriadas al aire

Materia orgánica:

En el caso de detectarse la presencia de sustancias orgánicas, de acuerdo con el apartado 15.1 de la norma UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013, Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico, se determinará su efecto sobre el tiempo de fraguado y la resistencia a la compresión, de conformidad con el apartado 15.3 de dicha norma. El mortero preparado con estos áridos deberá cumplir que:

- a) El aumento del tiempo de fraguado de las muestras de ensayo de mortero será inferior a 120 minutos.
- b) La disminución de la resistencia a la compresión de las muestras de ensayo de mortero a los 28 días será inferior al 20 %.

No se emplearán aquellos áridos finos que presenten una proporción de materia orgánica tal que, ensayados con arreglo al método de ensayo indicado en el apartado 15.1 de la norma UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013, Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico, produzcan un color más oscuro que el de la sustancia patrón.

Granulometría y forma del árido:

La granulometría de los áridos, determinada de conformidad con la norma UNE-EN 933-1:2012, Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Método del tamizado, debe cumplir los requisitos correspondientes a su tamaño de árido d/D .

La granulometría de los áridos gruesos se debe ajustar a la categoría $G_c90/15$ o $G_c85/20$, mientras que el árido fino será de categoría G_f85 .

La cantidad de finos que pasan por el tamiz 0,063 (de conformidad con la norma UNE-EN 933-1:2012), expresada en porcentaje del peso de la muestra de árido grueso total o de árido fino total, no excederá los valores de la tabla 30.4.1.a. del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural. En cualquier caso, deberá comprobarse que se cumple la especificación relativa a la limitación del contenido total de finos en el hormigón recogido en el apartado 33.1 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

La forma del árido grueso se expresará mediante su índice de lajas, entendido como el porcentaje en peso de áridos considerados como lajas según UNE-EN 933-3:2012, Ensayos para

determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 3: Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas, y su valor debe ser inferior a 35 (Categoría FI₃₅). Este ensayo se realizará como mínimo una vez al año

3.3.13.1.3 *Árido fino*

El árido fino consistirá en arena natural, o previa aprobación del Director de la Obra, en otros materiales inertes que tengan características similares. El árido fino estará exento de álcalis solubles al agua, así como de sustancias que pudieran causar expansión en el hormigón por reacción a los álcalis del cemento. Sin embargo, no será necesario el ensayo para comprobar la existencia de estos ingredientes en árido fino que proceda de un punto en que los ensayos anteriores se hubieran encontrado exentos de ellos, o cuando se demuestre satisfactoriamente que el árido procedente del mismo lugar que se vaya a emplear, ha dado resultados satisfactorios en el hormigón de dosificación semejante a los que se vayan a usar, y que haya estado sometido durante un periodo de 5 años a unas condiciones de trabajo y exposición, prácticamente iguales a las que ha de someterse el árido a ensayar, y en las que el cemento empleado era análogo al que vaya a emplearse. En cualquier caso, se ajustará a lo especificado en el Artículo correspondiente del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

3.3.13.1.4 *Árido grueso*

Consistirá en piedra machacada o grava, o previa aprobación en otros materiales inertes y de características similares. Estará exento de álcalis solubles en agua y de sustancias que pudieran causar expansión en el hormigón a causa de su reacción con los álcalis del cemento, no obstante, no será necesario el ensayo para comprobar la existencia de estos ingredientes en árido grueso que proceda de un lugar que en ensayos anteriores se haya encontrado exento de ellos o, cuando se demuestra satisfactoriamente que este árido grueso ha dado resultados satisfactorios en un hormigón obtenido con el cemento y una dosificación semejantes a los que se vayan a usar, y que haya estado sometido durante un periodo de 5 años a unas condiciones de trabajo y exposición prácticamente iguales las que tendrá que soportar el árido a emplear. En cualquier caso, todo árido se atenderá a lo especificado en el Artículo correspondiente del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

El tamaño del árido grueso será el siguiente:

- 20 mm, para todo el hormigón armado, excepto en lo que se indica más adelante.

- 65 mm, como máximo para hormigón sin armadura, con tal de que el tamaño no sea superior a 1/5 de la dimensión más estrecha entre laterales de encofrados del elemento para el que ha de usarse el hormigón, y en las losas sin armadura, no superior a 1/3 de las losas.

3.3.13.2 Agua

El agua será limpia y estará exenta de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, sales, álcalis, materias orgánicas y otras sustancias nocivas. Al ser sometida a ensayo para determinar la resistencia estructural al árido fino, la resistencia de las probetas similares hechas con el agua sometida a ensayo y un cemento Portland normal será, a los 28 días, como mínimo el 95% de la resistencia de probetas similares hechas con agua conocida de calidad satisfactoria y con el mismo cemento árido fino. En cualquier caso, se cumplirá lo especificado en el Código Estructural.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización o en caso de duda, deberá cumplir las especificaciones contenidas en la siguiente tabla:

Tabla 9. Especificaciones a cumplir

Exponente de hidrógeno pH UNE 83952:2008	≥ 5
Sulfatos UNE 83956:2008	≤ 1 g/l
Ión cloruro UNE 83958:2014	HP ≤ 1 g/l HA ≤ 3 g/l HM ≤ 3 g/l
Hidratos de carbono UNE 83959:2014	No presencia
Sustancias orgánicas solubles en éter UNE 83960:2014	≤ 15 g/l
Residuo seco UNE 83957:2008	≤ 15 g/l

Los ensayos necesarios para garantizar estas condiciones se llevarán a cabo como mínimo una vez al año. La toma de muestras para la realización de los ensayos se realizará según la norma UNE 83951:2008, Durabilidad del hormigón. Aguas de amasado y aguas agresivas. Toma de muestras.

3.3.13.3 Aditivos

3.3.13.3.1 Generalidades

Los aditivos no estarán en una proporción superior al 5% del peso de cemento y serán conformes con la norma UNE-EN 934-2:2010+A1:2012, Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte

2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado, y a lo especificado en el artículo 31 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En los hormigones armados 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 934-2:2010+A1:2012, Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado, 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 934-6:2019, Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 6: Toma de muestras, evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones.

3.3.13.3.2 *Tipos de aditivos*

Se consideran únicamente los recogidos en la tabla 31.2 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural. Éstos deberán tener marcado CE según la norma UNE-EN 934-2:2010+A1:2012, Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado:

- Reductores de agua / Plastificantes.
- Reductores de agua de alta actividad / superplastificantes.
- Modificadores de fraguado / aceleradores, retardadores.
- Incluidores de aire.
- Multifuncionales.
- Moduladores de la viscosidad.

La utilización de aditivos en el hormigón, una vez en la obra y antes de su colocación en la misma, requiere de la autorización de la dirección facultativa y el conocimiento del suministrador del hormigón.

3.3.13.4 Adiciones

Según el artículo 32 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural, se definen las adiciones como aquellos materiales inorgánicos, puzolánicos o con hidraulicidad latente que, finamente divididos, pueden ser añadidos al hormigón con el fin de mejorar alguna de sus propiedades o conferirse características especiales. Se recoge únicamente la utilización de las cenizas volantes y el humo de sílice como adiciones al hormigón en el momento de su fabricación.

Las cenizas volantes deben tener marcado CE (sujetas a la norma UNE-EN 450-1:2013, Cenizas volantes para hormigón. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad.) y la declaración de prestaciones (DdP) deberá recoger los siguientes requisitos esenciales:

- Sulfatos (SO_3), según UNE-EN 196-2:2014, Métodos de ensayo de cementos. Parte 2: Análisis químico de cementos.
- Cloruros (Cl), según UNE-EN 196-2:2014, Métodos de ensayo de cementos. Parte 2: Análisis químico de cementos.
- Óxido de Calcio libre, según UNE-EN 451-1:2017, Métodos de ensayo de cenizas volantes. Parte 1: Determinación del contenido de óxido de calcio libre.
- Óxido de Calcio reactivo, según UNE-EN 451-12017, Métodos de ensayo de cenizas volantes. Parte 1: Determinación del contenido de óxido de calcio libre.
- Pérdida de calcificación, según UNE-EN 196-2:2014, Métodos de ensayo de cementos. Parte 2: Análisis químico de cementos, (categoría A).
- Finura, según UNE-EN 451-2:2019, Métodos de ensayo de cenizas volantes. Parte 2: Determinación de la finura por tamizado en húmedo.
- Demanda de agua, según UNE-EN 451-2:2019, Métodos de ensayo de cenizas volantes. Parte 2: Determinación de la finura por tamizado en húmedo, (Clase S).
- Índice de alcalinidad resistente, según UNE-EN 196-1:2018, Métodos de ensayo de cementos. Parte 1: Determinación de resistencias.
- Estabilidad de volumen, según UNE-EN 196-3:2017, Métodos de ensayo de cementos. Parte 3: Determinación del tiempo de fraguado y de la estabilidad de volumen.

El humo de sílice no podrá contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras.

El humo de sílice debe tener marcado CE (conforme a la norma UNE-EN 13263-1:2006+A1:2009, Humo de sílice para hormigón. Parte 1: Definiciones, requisitos y criterios de conformidad.) y la declaración de prestaciones (DdP) deberán recoger los siguientes requisitos esenciales:

- Dióxido de silicio (SiO_2), según UNE-EN 196-2:2014, Métodos de ensayo de cementos. Parte 2: Análisis químico de cementos.
- Pérdida por calcinación, según UNE-EN 196-2:2014, Métodos de ensayo de cementos. Parte 2: Análisis químico de cementos
- Índice de actividad resistente, según UNE-EN 13263-1:2006+A1:2009, Humo de sílice para hormigón. Parte 1: Definiciones, requisitos y criterios de conformidad.
- Silicio elemental, según ISO 9286:2021, Abrasive grains and crude — Chemical analysis of silicon carbide.
- Óxido de calcio libre, CaO (I).
- Sulfatos, expresado en SO_3 .
- Cloruros (Cl), según UNE-EN 196-2:2014, Métodos de ensayo de cementos. Parte 2: Análisis químico de cementos.
- Superficie específica, según ISO 9277:2009 (S_e , m^2/g).

3.3.13.5 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.

El tipo de cemento a emplear será el especificado en el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural en todo lo referente a cementos utilizables, suministro y almacenamiento, y en las normas UNE-EN 197-1:2011, Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes, y según el tipo de hormigón indicado en la tabla 28 del Código Estructural.

En cualquier caso, el cemento deberá ser tal que el hormigón o mortero que con él se fabrique, alcance las resistencias exigidas en el presente proyecto. El cemento deberá poseer el sello o marca de conformidad oficialmente homologado, conforme a lo establecido en el Real Decreto Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).

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.

El cemento de distintas procedencias se mantendrá totalmente separado y se hará uso del mismo en secuencia, de acuerdo con el orden en que se haya recibido, excepto cuando el Director de la Obra ordene otra cosa. Se adoptarán las medidas necesarias para usar cemento de una sola procedencia en cada una de las superficies vistas del hormigón para mantener el aspecto uniforme de las mismas. No se hará uso de cemento procedente de la limpieza de los sacos o caído de sus envases, o cualquier saco parcial o totalmente mojado o que presente señales de principio de fraguado.

3.3.13.6 Estructura

El tamaño de árido no será superior a 1/5 de la dimensión más estrecha entre los laterales de los encofrados de los elementos para los que se usará el hormigón, ni a 3/4 del espacio mínimo entre barras de armadura. En las losas de hormigón sin armaduras, el tamaño aproximado no será superior a 1/3 del grosor de las losas y en ningún caso superior a 65 mm.

La granulometría de los áridos será la siguiente:

Tabla 10. Granulometría de los áridos

MALLA (mm.) 7050	TANTO POR CIENTO EN PESO QUE PASA POR CADA TAMIZ, PARA TAMAÑOS MÁXIMOS DE ÁRIDO EN mm.					
	20	40	50	65	80	100
80			100	100	100	89,4
40		100	89,4	78,4	70,7	63,2
20	100	70,7	63,2	55,5	50	44,7
10	70,7	50	44,7	39,2	35,4	31,6
5	50	35,3	31,6	27,7	25	22,4
2,5	35,5	25	22,4	19,6	17,7	15,8
1,25	25	17,7	15,8	13,9	12,5	11,2
0,63	17,7	12,5	11,2	9,8	8,9	7,9
0,32	12,6	8,9	8	7	6,8	5,7
0,125	7,9	5,6	5	4,4	4	3,5
MÓDULO GRANULOMÉTRICO	4,79	5,73	5,81	6,33	6,69	7,04

3.3.14 Hormigones

3.3.14.1 Calidad de los componentes

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 0,063 y la componente caliza, en su caso, del cemento, deberá ser inferior a 175 kg/m³.

3.3.15 Morteros

3.3.15.1 Generalidades

No se amasará el mortero hasta el momento en que haya de utilizarse, y se utilizará antes de transcurridas dos horas de su amasado.

Los morteros utilizados en la construcción cumplirán lo especificado en las normas UNE-EN 998-2:2018, Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 2: Morteros para albañilería, y CTE DB-SE-F (Documento Básico Seguridad Estructural: Fábrica, del Código Técnico de la Edificación)

Se mezclará el árido de modo que quede distribuido uniformemente por toda la masa, después de lo cual se agregará una cantidad suficiente de agua para el amasado de forma que se obtenga un mortero que produzca la dosificación de la mezcla, siendo incumbencia del Contratista la consecución de esta. No se permitirá el retemplado del mortero en el cual el cemento haya comenzado a fraguar.

3.3.15.2 Mortero para acabados impermeables

Es una mezcla preparada de cemento modificado y árido seleccionado que al mezclar con el agua forma un mortero idóneo para el rebozado o acabado de toda clase de paramentos, para su total impermeabilidad y carencia de fisuras por retracción.

Las características técnicas son las siguientes:

- 1) Resistencia mecánica a compresión a los 20 días de 100 a 150 kg/cm² (probetas cúbicas 10*10*10 cm).
- 2) Resistencia mecánica a flexotracción a los 20 días de 25 a 30 kg/cm² (probetas prismáticas 4*4*16 cm).
- 3) Resistencia mecánica a tracción a los 20 días de 15 a 20 kg/cm² (probetas tipo ASTM C-190).

Las superficies donde se van a aplicar deberán de estar limpias de polvos u otra suciedad, así como de materiales antiadherentes (grasas, aceites, etc.). Conviene que las superficies sean ligeramente rugosas. Sobre hormigón encofrado deberá aplicarse en dos capas, la primera muy fina o delgada y la segunda cuando la anterior se haya endurecido suficientemente.

Las superficies porosas o absorbentes deberán de estar húmedas antes de aplicar el mortero.

El amasado se realizará con una proporción de 8 l. de agua por cada 50 kg de mortero y se aplicará con un espesor medio de 1 cm.

3.3.16 **Resina epoxi-brea**

Para recubrimientos impermeables se empleará una resina epoxi, formada por una combinación de resinas epoxi y breas en dos componentes.

Una vez que la resina ha vulcanizado se transforma en una lámina de protección flexible e impermeable, resistente a los agentes químicos agresivos. Será resistente a la abrasión, a la intemperie, al envejecimiento, a las raíces, soportando las posibles fisuras posteriores del soporte hasta a un espesor de 0,2 mm.

Aproximadamente la dosificación será de 1,6 kg/m² por cada mm de espesor.

3.3.17 Materiales para juntas

3.3.17.1 Condiciones generales

A menos que el Ingeniero Director apruebe otro tipo de junta, éstas serán de los tipos siguientes:

- Junta de masilla asfáltica (Construcción o dilatación)
- Junta estanca de cloruro de polivinilo (En obras de fábrica)

Las juntas de dilatación tendrán el siguiente tratamiento:

- Relleno premoldeado de juntas de dilatación.
- Relleno sellante de juntas.
- Topes estancos de juntas premoldeadas.

3.3.17.1.1 *Juntas de masilla asfáltica*

Estas juntas constarán de un componente bituminoso líquido o pintura asfáltica para el pintado de las superficies de la junta, una posible plancha de poliestireno (sólo utilizable en las juntas de construcción o dilatación) y de una banda de material asfáltico-plástico, introducida a presión, y que se adhiere a las paredes impregnadas por el componente líquido sellando de esta manera la junta para evitar el paso de agua o materiales extraños, pero permitiendo los movimientos de dilatación o contracción.

La pintura asfáltica tendrá una reconocida garantía y deberá ser impermeable, resistente a la agresión de los sulfatos, cloruros, azúcares, grasas y ácidos húmedos.

Tendrá un grado de fluidez suficiente para que pueda ser aplicada en frío fácil y homogéneamente como cualquier otra pintura. Deberá, además, poder extenderse en superficies húmedas, sin sufrir pérdidas de sus propiedades.

Para los ensayos de la masilla o banda de material asfáltico-plástico se aplicarán las normas siguientes:

- Ensayo de penetración (UNE 104281-4-2:1986, Materiales bituminosos y bituminosos modificados. Materiales para sellado de juntas en elementos de hormigón. Métodos de ensayo. Penetración.)

- Ensayo de fluencia (UNE 104281-4-3:1985, Materiales bituminosos y bituminosos modificados. Materiales para sellado de juntas en elementos de hormigón. Métodos de ensayo. Fluencia.)
- Ensayo de adherencia (UNE 7156:1960, Determinación del porcentaje de partículas gruesas, en las mezclas asfálticas.)

Cualquier material que cumpla las normas anteriormente citadas pero que a setenta grados (70°) con el setenta por ciento (70%) de pendiente fluya antes de las cinco (5) horas, será desechado y el Contratista deberá cambiarlo por otro que cumpla los requisitos sin derecho a reclamación o indemnización alguna.

3.3.17.1.2 *Junta estructural de cloruro de polivinilo*

Para impermeabilización de las juntas entre elementos estructurales, se emplearán bandas de material elástico adecuadas a su utilización, según se define en los planos. Su composición podrá ser a base de cloruro de polivinilo o cualquier otro material que apruebe el Ingeniero Director.

La resistencia a la tracción será, como mínimo, de ciento veinticinco kilogramos por centímetro cuadrado. El alargamiento mínimo será de trescientos cincuenta por ciento. Serán de aplicación las siguientes normas:

- Envejecimiento artificial (UNE-ISO 188:2009, Elastómeros, vulcanizados o termoplásticos. Envejecimiento acelerado y ensayos de resistencia al calor)
- Humedad relativa (UNE-EN ISO 483:2006, Plásticos. Recintos pequeños para el acondicionamiento y ensayo empleando disoluciones acuosas para mantener constante la humedad relativa. (ISO 483:2005).)

Las bandas deberán resistir una temperatura de doscientos grados centígrados (200° C) durante cuatro horas (4 h), sin que varíe sus características anteriores y sin que dé muestras de agotamiento. Las bandas se almacenarán convenientemente protegidas contra cualquier acción que pueda dañarlas.

3.3.18 **Acero en redondos para armaduras**

El acero a emplear en redondos para armaduras será del tipo B 500 S, se ajustarán a la siguiente serie: 8-10-12-16-20 mm.

Cumplirá las prescripciones contenidas en el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que

se aprueba el Código Estructural y en la norma UNE-EN 10080:2006, Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades.

- Artículo 34 Código Estructural: Aceros para armaduras pasivas
- Artículo 35 Código Estructural: Armaduras pasivas
- Artículo 36 Código Estructural: Aceros para armaduras activas
- Artículo 37 Código Estructural: Armaduras activas
- Artículo 49 Código Estructural: Procesos de elaboración, armado y montaje de las armaduras pasivas
- Artículo 58 Código Estructural: Control del acero para armaduras pasivas
- Artículo 59 Código Estructural: Control de las armaduras pasivas

3.3.18.1 Características y calidad de los materiales

Se define como armadura a emplear en hormigón armado, al conjunto de barras de acero de forma sensiblemente cilíndrica que se colocan en el interior de la masa de hormigón para ayudar a este a resistir los esfuerzos a que está sometido.

Presentan en su superficie resaltos o estrías (corrugas) con objeto de mejorar su adherencia al hormigón.

A efectos de este procedimiento específico de calidad se definen, tal y como se indica en la tabla 34.2.a del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural, los siguientes tipos de acero soldable:

Tabla 11. Tipos de acero soldable

Tipo de acero	Acero soldable		Acero soldable con características especiales de ductilidad	
	B 400 S	B 500 S	B 400 SD	B 500 SD
Designación	B 400 S	B 500 S	B 400 SD	B 500 SD
Límite elástico, f_y (N/mm ²) ⁽¹⁾	≥ 400	≥ 500	≥ 400	≥ 500
Carga unitaria de rotura, f_s (N/mm ²) ⁽¹⁾	≥ 440	≥ 550	≥ 480	≥ 575
Alargamiento de rotura, $\epsilon_{u,5}$ (%)	≥ 14	≥ 12	≥ 20	≥ 16
Alargamiento total bajo carga máxima, $\epsilon_{máx}$ (%)	acero suministrado en barra	≥ 5,0	≥ 5,0	≥ 7,5
	acero suministrado en rollo ⁽³⁾	≥ 7,5	≥ 7,5	≥ 10,0
Relación f_s/f_y ⁽²⁾	≥ 1,08	≥ 1,08	$1,20 \leq f_s/f_y \leq 1,35$	$1,15 \leq f_s/f_y \leq 1,35$ ⁽⁴⁾
Relación $f_{y \text{ real}}/f_{y \text{ nominal}}$	--	--	≤ 1,20	≤ 1,25

⁽¹⁾ Para el cálculo de los valores unitarios se utilizará la sección nominal.

⁽²⁾ Relación admisible entre la carga unitaria de rotura y el límite elástico obtenidos en cada ensayo.

⁽³⁾ En el caso de aceros procedentes de suministros en rollo, los resultados pueden verse afectados por el método de preparación de la muestra para su ensayo, que deberá hacerse conforme a lo indicado en el Anejo 11. Considerando la incertidumbre que puede conllevar dicho procedimiento, pueden aceptarse aceros que presenten valores característicos de $\epsilon_{máx}$ que sean inferiores en un 0,5 % a los que recoge la tabla para estos casos.

⁽⁴⁾ En el caso de la utilización de aceros soldables inoxidables dúplex o austeníticos como medida especial de durabilidad, debido a su relación constitutiva de tensión-deformación específica, la relación se calcula utilizando el valor de f_y 7 % en lugar de f_s .

Las barras de todos los tipos deberán tener aptitud al doblado-desdoblado, manifiesta por la ausencia de grietas apreciables a simple vista al efectuar el ensayosegún norma UNE EN- ISO 15630-1: 2019, Aceros para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo. Parte 1: Barras, alambres y alambón para hormigón armado. (ISO 15630-1:2019).

3.3.18.2 Control de calidad

- Cada fabricante de barras y/o mallas poseerá el Certificado de Calidad Siderúrgica de AENOR conforme a las normas UNE 36065:2011. Barras corrugadas de acero soldable con características especiales de ductilidad para armaduras de hormigón armado, UNE 36099:1996. Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado, UNE 36731:1996. Alambres lisos de acero para mallas electrosoldadas y para armaduras básicas para viguetas armadas y UNE 36092:2014. Mallas electrosoldadas de acero para uso estructural en armaduras de hormigón armado. Mallas electrosoldadas fabricadas con alambres de acero B 500 T. Si no posee dicho certificado deberá aportar los Certificados de Calidad de Producto conforme a cada una de las normas anteriores y el Certificado de Homologación de Adherencia de barras y mallas conforme la norma UNE 36740:1998. Determinación de la adherencia de las barras y alambres de acero para armaduras de hormigón armado

- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

- UNE-EN 10080:2006: Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades

Como mínimo se realizará 1 ensayo completo por cada 1.000 kg de acero colocado en obra.

3.3.18.3 Identificación y marcado

Deberán llevar grabadas las marcas de identificación, de acuerdo con:

- UNE 36811:1998 IN: Barras corrugadas de acero para armaduras de hormigón armado. Códigos de identificación del fabricante.
- UNE 36812:1996 IN Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado. Códigos de identificación del fabricante.

3.3.18.4 Embalaje, manipulación y transporte

Tanto durante el transporte como durante el almacenamiento, la armadura se protegerá adecuadamente contra la lluvia, la humedad del suelo y la eventual agresividad del ambiente atmosférico. Hasta el momento de su empleo, se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias.

Antes de su utilización y especialmente después de un largo período de almacenamiento en obra, se examinará el estado de su superficie, con el fin de asegurarse de que no presenta alteraciones perjudiciales. Una ligera capa de óxido en la superficie de las barras no se considera perjudicial para su utilización. Sin embargo, no se admitirán pérdidas de peso por oxidación superficial, comprobadas después de una limpieza con cepillo de alambres hasta quitar el óxido adherido, que sean superiores al 1% respecto al peso inicial de la muestra.

En el momento de su utilización, las armaduras deben estar exentas de sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.

3.3.19 **Mallas electrosoldadas**

Las mallas empleadas para la ejecución de los trabajos será del tipo B 500 T, se ajustarán a la siguiente serie: 20x30 Ø 4 mm, 20x30 Ø 5 mm, 15x15 Ø 6 mm y 15x15 Ø 10 mm.

Cumplirá las prescripciones contenidas en el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural y en la norma UNE-EN 10080:2006, Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades.

- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- UNE 36092:2014, Mallas electrosoldadas de acero para uso estructural en armaduras de hormigón armado. Mallas electrosoldadas fabricadas con alambres de acero B 500 T.
- UNE 36099:1996, Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado.

3.3.19.1 Características y calidad de los materiales

Son productos de acero formados por dos sistemas de elementos que se cruzan entre sí ortogonalmente y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica, según un proceso de producción en serie en instalaciones fijas, cumpliendo las prescripciones contenidas en el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural y en la norma UNE 36099:1996, Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado.

La forma y dimensiones de las armaduras serán las indicadas en los planos. No se aceptarán las barras que presentan grietas, sopladura o mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%).

3.3.19.2 Control de calidad

- UNE EN 10080:2006: Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades.

Para efectuar la recepción de las mallas electrosoldadas será necesario realizar ensayos de control de calidad de acuerdo con las prescripciones recogidas en el artículo 61 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

3.3.19.3 Identificación y marcado

Los aceros para armaduras vendrán marcados en su superficie por un código identificativo exclusivo de cada fabricante y país de origen. Del mismo modo, la designación completa de un producto de acero, cuando éste se cite en pedidos o documentos contractuales, incluirá una serie de indicaciones técnicas de suministro correspondientes al acero solicitado y, además, una designación numérica y simbólica.

Estas codificaciones se conceden a efectos exclusivamente identificativos, es decir, no evidencian calidad de producto, adecuación a normas UNE o el cumplimiento de requisitos reglamentarios

3.3.19.4 Embalaje, manipulación y transporte

Cada paquete debe llegar al punto de suministro con una etiqueta de identificación conforme a lo especificado en la norma UNE 36092:2014, Mallas electrosoldadas de acero para uso estructural en armaduras de hormigón armado. Mallas electrosoldadas fabricadas con alambres de acero B 500 T, en el apartado 35.2.1 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

La calidad de las mallas electrosoldadas estará garantizada por el fabricante a través de la empresa adjudicataria de acuerdo con lo indicado en el apartado 35.2.1 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural. La garantía de calidad de las mallas electrosoldadas será exigible en cualquier circunstancia a la empresa adjudicataria de las obras.

Serán de aplicación las condiciones de aceptación o rechazo de los aceros indicados en el apartado 61.5 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

El Director de obra podrá, siempre que lo considere oportuno, identificar y verificar la calidad y homogeneidad de los materiales que se encuentren acopiados.

3.3.20 Acero en pletinas, chapas y perfiles laminados

Los hierros y aceros cumplirán las condiciones prescritas en el CTE-DB-SE-A. Los aceros para la construcción están regulados en Euronormas:

- Productos de acero laminado en caliente: UNE-EN 10025:2006, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras.
- Productos huecos para la construcción, acabados en caliente (UNE-EN 10210:2020, Perfiles huecos de acero acabados en caliente para construcción) y conformados en frío (UNE-EN 10219:2007 ERRATUM:2010, Perfiles huecos para construcción soldados, conformados en frío de acero no aleado y de grano fino.).
- Perfiles abiertos para la construcción laminados en frío y perfilados (UNE-EN 10162:2005, Perfiles de acero conformados en frío. Condiciones técnicas de suministro. Tolerancias dimensionales y de la sección transversal.)
- Productos planos de acero recubiertos en continuo de materias orgánicas

(prelacados), UNE-EN 10169:2011+A1:2012, Productos planos de acero, recubiertos en continuo de materias orgánicas (prelacados). Condiciones técnicas de suministro. y UNE-EN 10346:2015, Productos planos de acero recubiertos en continuo por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro.

Los aceros tendrán las siguientes características recogidas en el Capítulo 4 del CTE-DB-SE- A:

- Módulo de elasticidad: E: 210.000 N/mm²
- Módulo de elasticidad transversal o módulo de rigidez: G: 81.000 N/mm²
- Coeficiente de Poisson: ν : 0,3
- Coeficiente de dilatación térmica: α : 1,2 x 10⁻⁵ (°C)⁻¹
- Densidad: ρ : 7.850 kg/m³

Los aceros a los que se hace referencia en este pliego son los comprendidos en la norma UNE-EN 10025-2:2020, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales no aleados, y se refiere a Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas en general.

Las características mecánicas mínimas de estos aceros según la tabla 4.1 del CTE serán:

Tabla 12. Características mecánicas mínimas de los aceros (UNE-EN 10025-2:2020)

DESIGNACIÓN	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	Tensión de límite elástico			Tensión de rotura	
	f_y (N/mm ²)			f_u (N/mm ²)	
	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 63	3 ≤ t ≤ 100	
S235JR					20
S235J0	235	225	215	360	0
S235J2					-20
S275JR					20
S275J0	275	265	255	410	0
S275J2					-20
S355JR					20
S355J0	355	345	335	470	0
S355J2					-20
S355K2					-20 ⁽¹⁾
S450J0	450	430	410	550	0

⁽¹⁾ Se le exige una energía mínima de 40J.

En este Pliego también se contemplarán los productos huecos acabados en caliente y conformados en frío.

Se debe comprobar que la resistencia a rotura frágil es, en todos los casos, superior a la resistencia a rotura dúctil. Esto es cierto en el caso de estructuras no sometidas a cargas de

impacto como las de edificación.

El espesor máximo de las chapas en función de la temperatura será el siguiente según el Capítulo 4 del CTE-DB-SE-A:

Tabla 13. Espesor máximo (mm) de chapas

Grado	Temperatura mínima								
	0 °C			-10 °C			-20 °C		
	JR	J0	J2	JR	J0	J2	JR	J0	J2
S235	50	75	105	40	60	90	35	50	75
S275	45	65	95	35	55	75	30	45	65
S355	35	50	75	25	40	60	20	35	50

Las pinturas anticorrosivas y de acabado serán de minio de plomo, esmaltes sintéticos y pinturas a base de resinas epoxi (en elementos pisables) y cumplirán lo especificado en los artículos 270, 272 y 273 del PG-3. Las chapas para calderería, carpintería metálica, puertas, etc. deberán estar totalmente exentas de óxido antes de la aplicación de las pinturas de protección.

En piezas protegidas por galvanizado, esta operación consiste en introducir piezas de acero en zinc fundido, a una temperatura aproximada de 450° hasta lograr un recubrimiento de 7-42 micras (recubrimiento bajo, regulado por la norma UNE EN 10346:2015, Productos planos de acero recubiertos en continuo por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro) o de 45-200 micras (de alta duración, regulado por la norma UNE EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009).

Mediante el certificado de garantía de la factoría siderúrgica fabricante, podrá prescindirse en general, de los ensayos de recepción. El Ingeniero Director determinará los casos en que los ensayos deban ser completados y en qué forma.

Todas las piezas deberán estar desprovistas de pelos, grietas, estrías, fisuras y sopladuras. También se rechazarán aquellas unidades que sean agrias en su comportamiento.

Las superficies deberán ser regulares. Los defectos superficiales se podrán eliminar con buril o muela, a condición de que en las zonas afectadas sean respetadas las dimensiones fijadas por los planos de ejecución con las tolerancias previstas.

3.3.21 Tornillos, tuercas y arandelas

Toda la tornillería a emplear en la obra objeto del presente proyecto, cumplirá lo especificado a continuación Las características mecánicas de los aceros empleados en estas piezas serán:

Tornillos:

Acero zincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015, Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 1: Pernos, tornillos y bulones con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino.

Los tornillos serán de cabeza hexagonal y rosca parcial conforme la norma UNE-EN ISO 4014:2023, Pernos de cabeza hexagonal. Productos de clases A y B.

Tuercas:

Acero zincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN 898-2:2013, Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 2: Tuercas con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino.

Las tuercas serán hexagonales conforme la norma UNE-EN ISO 4033:2013, Tuercas hexagonales altas, tipo 2. Productos de clases A y B.

Arandelas:

Acero zincado de calidad A conforme la norma UNE-EN ISO 887:2000, Arandelas planas para pernos, tornillos y tuercas métricos para usos generales. Plan general.

Las arandelas serán planas conforme la norma UNE-EN ISO 7089:2000, Arandelas planas. Serie normal. Producto de clase A.

Varillas roscadas:

Acero zincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015, Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 1: Pernos, tornillos y bulones con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según la norma UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, 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.

Recubrimiento:

El espesor mínimo del revestimiento del cincado que debe tener la tornillería será de un mínimo de 25 micras (condiciones de servicio en exterior exigentes según UNE-EN ISO 2081:2018 Recubrimientos metálicos y otros recubrimientos inorgánicos. Recubrimientos electrolíticos de cinc con tratamientos suplementarios sobre hierro o acero).

Tabla 14. Resistencia a la corrosión de recubrimientos electrolíticos de cinc

Table C.1 — Neutral salt spray corrosion resistance of zinc plus chromate conversion coatings

Coating designation (partial)	Service condition number	Service conditions	Neutral salt spray test duration h
Fe/Zn5/A Fe/Zn5/B Fe/Zn5/F	0	Purely cosmetic applications	48
Fe/Zn5/C Fe/Zn5/D Fe/Zn8/A Fe/Zn8/B Fe/Zn8/F	1	Service indoors in warm, dry atmospheres	72
Fe/Zn8/C Fe/Zn8/D Fe/Zn12/A Fe/Zn12/F	2	Service indoors in places where condensation may occur	120
Fe/Zn12/C Fe/Zn12/D Fe/Zn25/A Fe/Zn25/F	3	Service outdoors in temperate conditions	192
Fe/Zn25/C Fe/Zn25/D	4	Service outdoors in severe corrosive conditions, e.g. marine or industrial	360

Control de calidad:

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según la norma UNE-EN ISO 898-1:2015, Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 1: Pernos, tornillos y bulones con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino, de todos los tipos de tornillos, tuercas, arandelas y varillas roscadas conforme la normativa especificada en el pliego de Prescripciones Técnicas, no será necesario realizar un control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite.

3.3.22 Albañilería

3.3.22.1 Arena

En este apartado nos referimos a la arena para uso en mortero, enlucidos de cemento, y lechadas de cemento.

La arena será de cantos vivos, fina, granulosa, compuesta de partículas duras, fuertes, resistentes y sin revestimientos de ninguna clase. Procederá de río mina o cantera. Estará exenta de arcilla o materiales terrosos.

Contenido en materia orgánica: La disolución, ensayada según UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013, ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico, no tendrá un color más oscuro que la solución tipo.

Contenido en otras impurezas: El contenido total de materias perjudiciales como mica, yeso, feldespato descompuesto y piritita granulada, no será superior al 2%.

Forma de los granos: Será redonda o poliédrica, se rechazarán los que tengan forma de laja o aguja.

Tamaño de los granos: El tamaño máximo será de 2,5 mm.

Volumen de huecos: Será inferior al 35%, por tanto, el porcentaje en peso que pase por cada tamiz será:

Tabla 15. Porcentaje en peso por tamiz

Tamiz en mm:	2,5	1,25	0,63	0,32	0,16	0,08
% en peso:	100	100-3	70-15	50-5	30-0	15-0

Se podrá comprobar en obra utilizando un recipiente que se enrasará con arena. A continuación, se verterá agua hasta que rebose; el volumen del agua admitida será inferior al 35% del volumen del recipiente.

3.3.22.2 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.

Se almacenará en lugar seco, ventilado y protegido de la humedad e intemperie.

3.3.22.3 Agua

El agua empleada en el amasado del mortero de cemento estará limpia y exenta de cantidades perjudiciales de aceite, ácido, álcali o materias orgánicas.

3.3.22.4 Morteros

No se amasará el mortero hasta el momento en que haya de utilizarse, y se utilizará antes de transcurridas dos horas de su amasado. Los morteros utilizados en la construcción cumplirán lo especificado en la siguiente normativa:

- CTE-DB-SE-F (Documento Básico Seguridad Estructural Fábricas del Código Técnico de la Edificación)
- UNE-EN 998-2:2018, Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 2: Morteros para albañilería.
- UNE EN 1015-11:2020 Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 11: Determinación de la resistencia a flexión y a compresión del mortero endurecido.

Su dosificación será la siguiente:

Tabla 16. Dosificación de morteros

Tipo Mortero	Cemento P-250	Cal Aérea Tipo II	Cal Hidráulica tipo II	Arena
M-5 a	1	-	-	12
M-5 b	1	2	-	15
M-10 a	1	-	-	10
M-10 b	1	2	-	12
M-20 a	1	-	-	8
M-20 b	1	2	-	10
M-20 c	-	-	1	3
M-40 a	1	-	-	6
M-40 b	1	1	-	7
M-80 a	1	-	-	4
M-80 b	1	½	-	4
M-100 a	1	-	-	3
M-100 b	1	½	-	3

Los morteros descritos anteriormente poseen una resistencia a compresión que se expresa por el número precedido por la letra M, expresado en N/mm².

Se mezclará el árido de modo que quede distribuido uniformemente por toda la masa, después de lo cual se agregará una cantidad suficiente de agua para el amasado de forma que se obtenga un mortero que produzca la dosificación de la mezcla, siendo incumbencia del Contratista la consecución de esta. No se permitirá el reemplado del mortero en el cual el cemento haya comenzado a fraguar.

3.3.22.5 Cal apagada

Se aplicará al tipo de cal apagada para acabados adecuados para las capas de base, guarnecido y acabado de revestimientos, estucos, morteros y como aditivo para el hormigón de cemento I, II.

Las cales apagadas para acabados normales se ajustarán a la siguiente composición química: Oxido de calcio 85 a 90%. Dióxido de carbono: 5%.

La cal apagada para acabado normal cumplirá el siguiente requisito: Residuo retenido por un tamiz de la malla 100: máximo 5%.

La masilla hecha con cal apagada para acabado normal tendrá un índice de plasticidad no inferior a 200, cuando se apague durante un periodo mínimo de 16 horas y un máximo de 24.

Podrá utilizarse cal apagada en polvo, envasada y etiquetada con el nombre del fabricante, y el tipo a que pertenece según UNE-EN 459-1:2016, Cales para la construcción. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad

Se almacenará en lugar seco, ventilado y protegido de la intemperie.

3.3.22.6 Ladrillos

El ladrillo es una pieza prensada de arcilla cocida en forma de paralelepípedo rectangular, en la que se permiten perforaciones paralelas a una arista, de volumen total no superior al cinco por ciento (5 %) del total aparente de la pieza y rebajos en el grueso, siempre que éste se mantenga íntegro en un ancho mínimo de dos centímetros (2 cm.) de una soga o de los tizones, que el área rebajada sea menor del cuarenta por ciento (40 %) de la total y que el grueso mínimo no sea menor de un tercio (1/3) del nominal.

Para la recepción de los ladrillos en obra, éstos habrán de reunir las siguientes condiciones:

1. Las desviaciones de sus dimensiones con respecto a las nominales, no serán superiores a dos, tres, cuatro o cinco milímetros (2, 3, 4 ó 5 mm), según aquellas sean inferiores a seis con cinco centímetros (6,5 cm), estén comprendidas entre nueve y diecinueve centímetros (9 y 19 cm.), entre veinticuatro y veintinueve centímetros (24 y 29 cm), o sean iguales o mayores de treinta y nueve centímetros (39 cm), respectivamente. La flecha en aristas o diagonales, no superará el valor de uno, dos o tres milímetros (1, 2, 3 mm), según la dimensión nominal medida sea inferior a once con cinco centímetros (11,5 cm), esté comprendida entre once con cinco centímetros (11,5 cm) y treinta y ocho con nueve centímetros (38,9 cm), o sea superior a treinta y nueve centímetros (39 cm), respectivamente.
2. Los ladrillos serán homogéneos, de grano fino y uniforme y textura compacta. Carecerán absolutamente de manchas, eflorescencias, quemaduras, grietas, planos de exfoliación y materias extrañas que puedan disminuir su resistencia y duración. No tendrán imperfecciones o desconchados, y presentarán aristas vivas, caras planas y un perfecto moldeado. Los ladrillos estarán suficientemente cocidos, lo que se apreciará por el sonido claro y agudo al ser golpeados con martillo, y por la uniformidad de color en la fractura. Estarán exentos de caliches perjudiciales.
3. La resistencia a compresión de los ladrillos, es decir, el valor característico de la tensión aparente de rotura, determinado según la norma UNE-EN 772-1:2011+A1:2016, Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Determinación de la resistencia a compresión, será como mínimo de doscientos kilogramos por centímetro cuadrado (200 kg/cm² ó 70-80 kg/cm²). Se define como tensión aparente, la carga dividida entre el área de sección total, incluidos los huecos.
4. La capacidad de absorción de agua será inferior al catorce por ciento (14 %) en peso, después de un día de inmersión. Este ensayo se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 772-21:2011, Métodos de ensayo de piezas para fábricas de albañilería. Parte 21: Determinación de la absorción de agua de piezas para fábrica de albañilería de arcilla cocida y silicocalcáreas por absorción de agua fría. Una vez llevado a cabo el ensayo de absorción, los ladrillos no presentarán señales de desintegración.
5. Los resultados obtenidos en el ensayo de heladicidad, realizado según la norma UNE-EN 772-22:2021, Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 22: Determinación de la resistencia al hielo/deshielo de las piezas para fábrica de albañilería de arcilla, deberán ser adecuados al uso a que se destinen los ladrillos, a juicio de la Inspección de obra.

6. La eflorescencia, es decir, el índice de la capacidad de una clase de ladrillos para producir, por expulsión de sus sales solubles, manchas en sus caras, se determinará mediante el ensayo definido en la norma UNE 136029:2019, piezas de arcilla cocida para fábrica de albañilería. Ensayo de eflorescencia. Los resultados obtenidos deberán ser adecuados al uso a que se destinen las piezas, a juicio de la Inspección de obra.
7. La succión de una clase de ladrillo, es decir, su capacidad de apropiación de agua por inmersión parcial de corta duración, se determinará por el ensayo definido en la norma UNE-EN 772-11:2011, Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 11: Determinación de la absorción de agua por capilaridad de piezas para fábrica de albañilería de hormigón, hormigón celular curado en autoclave, piedra artificial y piedra natural, y de la tasa de absorción de agua inicial de las piezas de arcilla cocida para fábrica de albañilería. Los resultados obtenidos serán satisfactorios a juicio de la Inspección de obra.
8. Los ladrillos tendrán suficiente adherencia a los morteros.
9. Las piezas se apilarán en rejales para evitar fracturas y desportillamientos, agrietados o rotura de las piezas.

Se prohibirá la descarga de ladrillos por vuelco de la caja del vehículo transportador. Los ladrillos se entregarán en buenas condiciones, a ser posible paletizados, sin más de un 5% de ladrillos rotos.

3.3.22.7 Piezas cerámicas

1. Se refiere a ladrillo de arcilla para estructuras sin carga, de la calidad adecuada para los muros, tabiques, enrasillados y refracturación de los miembros estructurales.
2. El ladrillo será de arcilla superficial, pizarra refractaria, o de mezclas de los materiales.
3. Los ladrillos serán resistentes, estarán exentos de grietas mayores de un cuarto de las dimensiones del ladrillo en dirección a la grieta, así como de laminaciones y ampollas, y no tendrá alabeos que puedan impedir su adecuado asentamiento o perjudicar la resistencia o permanencia de la construcción. Solamente se tolerará que tengan defectos como máximo el 10% de los ladrillos de una remesa. Los ladrillos no tendrán partes de su superficie desportillados cuya extensión exceda del 8 por ciento de la superficie vista del ladrillo, ni cada parte o trozo desportillado será mayor de 13 cm². Únicamente se permitirá que tengan éstos un máximo de desportillado del 30 por ciento de los ladrillos de una misma remesa.

4. El número de huecos en los ladrillos se ajustará a la siguiente tabla:

Tabla 17. Dimensiones y número de huecos de los ladrillos

Dimensiones (cm)	25x12x9	25x12x4,5	25x12x3
Nº mínimo de huecos	6	3	3

5. El valor para la absorción para ladrillo suministrado para cualquier estructura no será mayor del 15 por ciento.
6. La resistencia a la compresión basada en el área total para ladrillos de construcción colocados con los huecos en sentido vertical, será de 49 Kg/cm² como mínimo, y para ladrillo de construcción colocados con los huecos en sentido horizontal, será de un mínimo de 25 Kg/cm².
7. Todas las piezas cumplirán además todo lo especificado en la Norma UNE-EN 771-1:2011+A1:2016, Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Piezas de arcilla cocida.

3.3.22.8 Bloques de hormigón

Se utilizará fábrica de bloques prefabricados de hormigón gris para revestir de 40x20x20, recibido con mortero M-5 de 250 kg de cemento y relleno de hormigón en masa HM-20/B/20/X0, con armadura B 500 S, para la reposición de arquetas de riego de los servicios afectados, así como en el cerramiento exterior de la estación de bombeo del sector A. En el sector B se utilizarán para dicho cerramiento bloques tipo Split en color cerma de 40x40x20, colocados a una cara vista, recibido con mortero M-5 de 250 kg de cemento y relleno de hormigón en masa HM-20/B/20/X0.

Los bloques de hormigón podrán ser de dos tipos: Bloques estructurales y de cerramiento. Se incluyen en este punto los bloques huecos de hormigón de cemento Portland y arena o mezcla de arena y gravilla fina, de consistencia seca, compactados por vibro-compresión en máquinas que permiten el desmoldeo inmediato y que fraguan al aire en recintos o locales resguardados, curándose por riego o aspersión de productos curantes, etc. Tienen forma ortoédrica o especial, con huecos en dirección de la carga y paredes de pequeño espesor.

Las desviaciones de sus dimensiones con respecto a las nominales, no serán superiores a cuatro (4 mm) o tres milímetros (3 mm) según aquellas sobrepasen o no los veinte centímetros (20 cm). La flecha en aristas o diagonales, no será superior a dos (2 mm) o un milímetro (1 mm), según la dimensión nominal medida supere o no los veinte centímetros (20 cm).

La resistencia a compresión de los bloques de hormigón se realizará según la Norma UNE-EN 772-1:2011+A1:2016, Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Determinación de la resistencia a compresión. Se define como tensión aparente, la carga de rotura dividida por el área total de la sección, incluidos los huecos.

La absorción de agua será determinada mediante el ensayo UNE-772-21:2011, Métodos de ensayo de piezas para fábricas de albañilería. Parte 21: Determinación de la absorción de agua de piezas para fábrica de albañilería de arcilla cocida y silicocalcáreas por absorción de agua fría. La succión de los bloques, es decir, la capacidad de apropiación de agua por inmersión parcial de corta duración, se determinará mediante el ensayo definido en la Norma UNE-EN 772-11:2011, Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 11: Determinación de la absorción de agua por capilaridad de piezas para fábrica de albañilería de hormigón, hormigón celular curado en autoclave, piedra artificial y piedra natural, y de la tasa de absorción de agua inicial de las piezas de arcilla cocida para fábrica de albañilería. La Inspección de obra juzgará sobre la satisfactoriedad o no de los resultados.

Los bloques serán inertes al efecto de la helada hasta una temperatura de veinte grados centígrados bajo cero (-20° C).

El peso específico real de las piezas, no será inferior a dos mil doscientos kilogramos por metro cúbico (2.200 kg/m³).

Los bloques no presentarán desportillamientos, grietas, roturas o materias extrañas. Presentarán una coloración uniforme y carecerán de manchas, eflorescencias, etc. ofreciendo un aspecto compacto y estético a juicio de la Inspección de la obra.

3.3.23 Estructuras construidas con elementos prefabricados de hormigón

Todo lo referido a este tipo de estructuras seguirá las prescripciones establecidas en el Artículo 54 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

3.3.24 Enfoscados

Revestimientos continuos realizados con mortero de cemento, de cal o mixtos en paramentos verticales y horizontales, interiores y exteriores, sobre muros de hormigón en masa o armado, fábricas de mampostería, de ladrillo cerámico y/o bloque de hormigón.

Los materiales y componentes de origen industrial deberán cumplir las condiciones de calidad y funcionalidad, así como de fabricación y control industrial señaladas en la normativa vigente que, en cada caso, les sea de aplicación.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de las condiciones, normas y disposiciones anteriormente citadas, e incluso otras que un sello de calidad les exija, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

3.3.25 Soldaduras de 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 ISO 9712:2023, Ensayos no destructivos. Cualificación y certificación del personal que realiza ensayos no destructivos. (ISO 9712:2012), o equivalente a un nivel apropiado, en el sector industrial pertinente y vigente.

El proceso de soldadura en taller se realizará por personal cualificado conforme la norma UNE-EN ISO 9606-1:2017, Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros, a un nivel apropiado, en el sector industrial pertinente.

El fabricante avisará, con un mínimo de 5 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 ISO 17637:2017, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Examen visual de uniones soldadas por fusión. (ISO 17637:2016), el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2014, 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. (ISO 5817:2014), o UNE-EN ISO 10042:2018, Soldeo. Uniones soldadas por arco en aluminio y sus aleaciones. Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 10042:2018), será el B, el nivel de aceptación será el B.
- Examen mediante líquidos penetrantes: se realizará en el 10% de las soldaduras conforme a la norma UNE-EN ISO 3452-1:2022, Ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte 1: Principios generales. (ISO 3452-1:2021), el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2014, 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. (ISO 5817:2014), o

UNE-EN ISO 10042:2018, Soldeo. Uniones soldadas por arco en aluminio y sus aleaciones. Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 10042:2018), será el B, el nivel de aceptación según la norma UNE-EN ISO 23277:2015, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Ensayo mediante líquidos penetrantes. Niveles de aceptación. (ISO 23277:2015), será el 2X.

El proceso de soldadura en obra se realizará por personal cualificado conforme la norma UNE-EN ISO 9606-1:2017, Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros, a un nivel apropiado, en el sector industrial pertinente.

- Examen visual: se realizará en el 100% de las soldaduras, conforme a la norma UNE-EN ISO 17637:2017, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Examen visual de uniones soldadas por fusión. (ISO 17637:2016), el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2014, 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. (ISO 5817:2014), o UNE-EN ISO 10042:2018, Soldeo. Uniones soldadas por arco en aluminio y sus aleaciones. Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 10042:2018), será el B, el nivel de aceptación será el B.
- Examen mediante líquidos penetrantes: se realizará en el 100% de las soldaduras conforme a la norma UNE-EN ISO 3452-1:2022, Ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte 1: Principios generales. (ISO 3452-1:2021), el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2014, 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. (ISO 5817:2014), o UNE-EN ISO 10042:2018, Soldeo. Uniones soldadas por arco en aluminio y sus aleaciones. Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 10042:2018), será el B, el nivel de aceptación según la norma UNE-EN ISO 23277:2015, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Ensayo mediante líquidos penetrantes. Niveles de aceptación. (ISO 23277:2015), será el 2X.

3.3.26 Galvanizados

La capa de galvanizado no deberá presentar señales de oxidación, y deberá resistir cuatro inmersiones de un minuto de duración en baño de solución de sulfato de cobre al veinte por ciento.

El proceso de galvanizado puede ser en caliente, por inmersión o al fuego. Consiste en introducir piezas de acero en zinc fundido, a una temperatura aproximada de 450° hasta lograr un recubrimiento de 7-42 micras (recubrimiento bajo, regulado por la norma UNE EN 10346:2015,

Productos planos de acero recubiertos en continuo por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro) o de 45-200 micras (de alta duración, regulado por la norma UNE EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009).

En dichas normas se dictan, entre otros, los espesores medios y mínimos exigibles a los distintos materiales del presente proyecto:

Tabla 18. Espesor revestimiento según norma UNE EN 10346:2015

Designación del revestimiento	Masa mínima total de revestimiento, ambas superficies (g/m ²)	Valor indicativo para grosor de revestimiento por superficie, normalmente (µm)
Z100	100	7
Z140	140	10
Z180	180	13
Z200	200	14
Z225	225	16
Z275	275	20
Z350	350	25
Z450	450	32
Z600	600	42

Tabla 19. Espesores mínimos admisibles del espesor del recubrimiento galvanizado según norma UNE EN ISO 1461:2010

Tipo de pieza y espesor		Espesor local del recubrimiento en µm (valor mínimo)	Espesor medio del recubrimiento en µm (valor mínimo)
Acero < 1,5 mm		35	45
Acero ≥ 1,5 mm hasta ≤ 3 mm		45	55
Acero > 3 mm hasta ≤ 6 mm		55	70
Acero > 6 mm		70	85
Piezas de fundición < 6 mm		60	70
Piezas de fundición ≥ 6 mm		70	80
Piezas centrifugadas	Art. Roscados Diam > 6 mm	40	50
	Art. Roscados Diam ≤ 6 mm	20	25
	Otros artículos e ≥ 3 mm	45	55
	Otros artículos e < 3 mm	35	45

Cuando se adquieran aceros para fabricaciones que vayan a galvanizarse, debe ponerse claramente de manifiesto esta circunstancia ante el fabricante del acero o el almacenista, para que seleccionen aceros de composiciones apropiadas para este fin.

No se permitirán aceros para galvanizar con un contenido de silicio comprendido entre, aproximadamente, 0,04% y 0,12% y tampoco por encima de 0,25%. Tampoco se permitirán aceros cuyo porcentaje de silicio, sumado al de fósforo multiplicado por el factor 2.5, no supere el valor 0,09%. La influencia del fósforo es solamente relevante en los aceros de bajo contenido en silicio. En aceros altos en silicio (>0,12%), los contenidos de fósforo normalmente presentes en los mismos tienen una "influencia" despreciable sobre el comportamiento de estos aceros en la galvanización. Cuando no se disponga de información sobre la composición química del acero o exista alguna duda sobre la idoneidad de un determinado material, se recomienda hacer una prueba de galvanización con una pequeña probeta de dicho material, en las mismas condiciones que vayan a utilizarse durante el proceso de galvanización industrial. Especialmente importante es realizar la prueba a la misma temperatura y con el mismo tiempo de inmersión.

Para reducir los cambios térmicos de la soldadura en el proceso de galvanización, deben especificarse técnicas de soldadura discontinua o de arco protegido.

Para evitar este riesgo de fragilización del acero debido al proceso de galvanización deben tomarse las siguientes precauciones:

1. Seleccionar, siempre que sea posible, aceros que no sean susceptibles al envejecimiento por deformación (aceros con baja temperatura de transición dúctil-frágil) y, preferiblemente, con contenido de carbono inferior al 0,25%).
2. Si se utilizan aceros susceptibles, evitar las deformaciones severas en frío. Por ejemplo: doblar con radio de curvatura no inferior a tres veces el espesor del material en el punzonado de material de espesor superior a seis milímetros, utilizar un punzón de calibre unos 3 mm inferior al del orificio definitivo y luego agrandar mediante escariador. Evitar el corte en frío con cizalla de las chapas que vayan a someterse a sollicitaciones mecánicas importantes. En estos casos es aconsejable cortar con soplete o sierra.
3. Si no pudiera evitarse la deformación en frío de estos aceros susceptibles, los artículos ya conformados deben someterse a un tratamiento térmico para relevar tensiones antes de su galvanización. (A 600°C y una hora de duración por cada 25 mm de espesor del material).

Se debe evitar la contaminación de piezas con aceites o grasas, pero si esta fuera inevitable debido al proceso de fabricación, se deberán usar en ese proceso aceites y grasas fácilmente emulsionables.

En la galvanización de conducciones tubulares y cuerpos huecos, la galvanización debe acceder a toda la superficie externa e interna de los mismos, incluidas las esquinas, cavidades y rendijas. La norma que se seguirá a la hora de los requisitos y los ensayos relativos a los recubrimientos galvanizados en caliente sobre los tubos de acero será la UNE-EN 10240:1998, Recubrimientos de protección internos y/o externos para tubos de acero. Especificaciones para recubrimiento galvanizados en caliente aplicados en plantas automáticas.

3.3.27 Arquetas prefabricadas

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor y aportará con el primer envío 3 unidades, para que la empresa ejecutora pueda realizar las comprobaciones de dimensiones y diseño, que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente Pliego de Prescripciones Técnicas.

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 el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

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 1,50 cm.

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 20 cm.

Las arquetas se colocarán en obra conforme lo indicado en los planos correspondientes.

Aireación:

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 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.

Aspecto:

Los elementos prefabricados no presentarán:

- Coqueras
- Descomposiciones
- Fisuras de retracción
- Fisuras mecánicas
- Discontinuidades

Los armarios donde se ubicarán los hidrantes colectivos serán de dos tipos y tendrán las siguientes características:

- Tipo 1: Caseta de hormigón prefabricado de 2,5 x 1,0 x 1,95 m. interiores con paredes y cubierta formadas por placas de hormigón armado HA-25 de mínimo 6 cm. de espesor, para alojar agrupación de contadores. Suministrada con hueco de 2,1 x 0'30 m. de dimensiones en un frontal a base de hormigón aligerado para salida de tuberías secundarias, con rotura y celosía de protección del hueco. Puerta de acero galvanizado de mínimo 2 mm de espesor con 2 hojas de 1,1x1,70 y cerradura de seguridad.

- Tipo 2: Caseta de hormigón prefabricado de 2,0 x 1,0 x 1,95 m. interiores con paredes y cubierta formadas por placas de hormigón armado HA-25 de mínimo 6 cm. de espesor, para alojar agrupación de contadores. Suministrada con hueco de 1,6 x 0'30 m. de dimensiones en un frontal a base de hormigón aligerado para salida de tuberías secundarias, con rotura y celosía de protección del hueco. Puerta de acero galvanizado de mínimo 2 mm de espesor con 2 hojas de 0,85x1,70 y cerradura de seguridad.

Además, en el proyecto se utilizarán las siguientes arquetas:

- Arqueta prefabricada de hormigón normalizada tipo T-II para redes de riego, con medidas interiores de 1,50x1,00x1,00 m, sobre losa de hormigón ejecutada in situ de HA-25 de 15 cm con de hormigón con malla electrosoldada de 6 mm de diámetro y retícula de 15x15 cm.

- Arqueta prefabricada de hormigón normalizada tipo T-III para redes de riego, con medidas interiores de 2,00x1,00x1,00 m, sobre losa de hormigón ejecutada in situ de HA-25 de 15 cm con malla electrosoldada de 6 mm de diámetro y retícula de 15x15 cm.

- Arqueta prefabricada de hormigón normalizada tipo T-VI para redes de riego, con medidas interiores de 2,38x1,50x1,50 m, sobre losa de hormigón ejecutada in situ de HA-25 de 15 cm con malla electrosoldada de 6 mm de diámetro y retícula de 15x15 cm.

3.3.28 Tapaderas de arquetas

El acero constituyente de cualquier tipo para chapas para tapaderas de arquetas, deberá ser acreditado mediante el oportuno certificado de garantía de la factoría que proceda cada partida recibida en obra. Serán de acero galvanizado de 3 mm de espesor galvanizado en caliente con 80 micras, recercada en su cara inferior con angular metálico de 50x50x5 mm y cierre de seguridad antivandálico.

El módulo de la elasticidad no será inferior a dos millones cien mil kilogramos por centímetro cuadrado (2.100.000 kg/cm²), el límite elástico será superior a dos mis trescientos kilogramos por centímetro cuadrado (2.300 kg/cm²).

Se rechazarán aquellas unidades que presenten grietas o pelos.

Además, en el presente proyecto también se proyectan las siguientes tapas:

- .- Tapa de fundición clase D400 para tráfico pesado para las arquetas que queden en zonas transitables.
- .- Tapa de fundición clase B125 para tráfico ligero.
- .- Tapa de placas prefabricadas de hormigón pretensado de 15 cm. de espesor para forjado o similar (SCU 1 kN/m²)

3.3.29 Vallas de cerramiento

Las vallas de cerramiento tendrán las siguientes características:

Cerca metálica exterior en campos fotovoltaicos:

- Altura: 2,00 m.
- Malla: Galvanizada simple torsión 50 mm de paso de malla y diámetro 1,8 mm.
- Postes intermedios, de esquina, jabalcones y tornapuntas: Serán de tubo de acero galvanizado en caliente de 50 mm.
- Anclaje: Mediante dados de hormigón HM-20/B/20/X0a de 35 cm de lado.
- Los postes intermedios se colocarán cada 3,00 m. como máximo.
- Los tornapuntas se colocarán cada 12,00 m. como mínimo y en los cambios de alineación.

La calidad de los materiales que componen el vallado será igual o superior a lo especificado a continuación.

Mallas:

- Malla de simple torsión de alambre galvanizado en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009).
- Espesor mínimo de galvanizado: 140 g/m² y espesor medio no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009).

Postes:

- Postes fabricados con acero galvanizado en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009). Espesor mínimo de galvanizado: 140 g/m² y espesor medio no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009).

Tornapuntas:

- Tornapuntas fabricados con chapa galvanizada en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009). Espesor mínimo de galvanizado: 60 micras y espesor medio no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009).
- Cabeza fabricada por estampación.

Tornillería:

- Acero inoxidable.

Abrazaderas y tensores:

- Metálicos galvanizados en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2010 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 1461:2010.

Puertas:

- Puerta de dos hojas fabricadas con tubos de acero galvanizados en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009). Espesor mínimo de galvanizado: 140 g/m² y espesor medio no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009).

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 Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, de todos los elementos metálicos conforme las especificaciones del 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.

3.3.30 Geosintéticos, geotextiles y geomembranas

Bajo esta denominación se incluyen los geotextiles y geomembranas o láminas impermeables. Las principales propiedades de los geosintéticos son las físicas, mecánicas e hidráulicas. Todas estas características deberán estar definidas exactamente en la ficha técnica y ser contrastadas mediante ensayos normalizados específicamente definidos.

El sistema de impermeabilización de la balsa (fondo y taludes), constará de una geomembrana de polietileno de alta densidad de 1,5 mm, y un geotextil de 350 gr/m², cuya función es separar, drenar, filtrar y proteger a la geomembrana de una posible perforación, debido a la presencia de cantos en el terreno del vaso de la balsa.

La lámina de PEAD será en general con caras lisas; sin embargo, intercalada cada 20 m. de anchura de lámina se colocará un paño de 7'5 m. de anchura de lámina texturizada.

3.3.30.1 Geotextiles

Estos materiales se emplearán en la obra para cumplir como filtros:

- Antipunzonamiento: Bajo la lámina de impermeabilización de polietileno como elemento protector antipunzonamiento.

- Anticontaminantes: para impedir que el material filtrante que envuelve las tuberías de drenaje, resulte parcial o totalmente colmatado por áridos finos procedentes del terreno circundante.

Las principales características de los geotextiles son:

1. Masa por unidad de superficie:

Se relaciona con la uniformidad del geotextil e indirectamente con el resto de las características del mismo. El geotextil será no tejido de filamentos de polipropileno, unidos mecánicamente por agujado, con un peso de 350 gr/m². Estará todo acorde a la UNE-EN ISO 9864:2005. Geosintéticos. Método de ensayo para la determinación de la masa por unidad de superficie de geotextiles y productos relacionados.

2. Espesor:

El espesor del geotextil esta condicionado por la presión aplicada sobre él y se medirá según UNE-EN ISO 9863-1:2017/A1:2020. Geosintéticos. Determinación del espesor a presiones especificadas. Parte 1: Capas individuales. Modificación 1. El espesor bajo carga de 2 KPa será de 2,6 mm.

3. Resistencia a tracción:

La resistencia a tracción, se evaluará mediante el ensayo UNE-EN ISO 10319:2015. Geosintéticos. Ensayo de tracción de bandas anchas. La resistencia a la tracción tanto longitudinal como transversal tendrá un valor mínimo de 19 kN/m.

4. Resistencia a perforación dinámica:

Mide la resistencia de un geotextil a las cargas dinámicas mediante un ensayo por caída libre de cono que se realizará según UNE-EN ISO 13433:2007. Geosintéticos. Ensayo de perforación dinámica (ensayo de caída de un cono). La perforación a caída libre de cono será menor o igual a 21 mm.

5. Resistencia a perforación estática:

Mide la resistencia de un geotextil bajo una carga estática, mediante un ensayo tipo CBR que se realizará según UNE-EN ISO 12236:2007 Geosintéticos. Ensayo de punzonado estático (ensayo CBR). La resistencia a perforación CBR tendrá un valor de 2'35 kN.

6. Permeabilidad:

Mide la permeabilidad al agua perpendicular a su plabno de una capa de geotextil por el método de la pérdida de la carga constante y el método de la pérdida de carga variable decreciente, según la norma UNE-EN ISO 11058:2020. Geotextiles y productos relacionados con geotextiles.

Determinación de las características de permeabilidad al agua perpendicularmente al plano sin carga. La permeabilidad tendrá un valor mínimo de 75 l/m² s.

7. Alargamiento a la carga máxima:

El alargamiento a la carga máxima se evaluará mediante el ensayo UNE-EN ISO 10319:2015. Geosintéticos. Ensayo de tracción de bandas anchas. El alargamiento longitudinal tendrá un valor del 80% mientras el transversal será del 70%.

En todos los casos se deberá cumplir los siguientes valores mínimos:

Tabla 20. Valores mínimos a cumplir

Tipo	350
Espesor (mm)	2,6
Ancho (m)	2
Resistencia a la rotura (kg/cm)	45
Resistencia a la tracción (kN/m)	≥19
Alargamiento a la rotura (% longitud)	23
Alargamiento a carga máxima (%)	50≤ε≤100
Eficacia de la protección (300 kPa)	≤2,00
Resistencia a la perforación dinámica (mm)	≤24
Permeabilidad (l/m ² s)	75
Retención de fino (Micrones)	60
Durabilidad	25 años

Este geotextil se colocará siguiendo las líneas de máxima pendiente, solapando de 7 a 10 cm una banda con otra, y realizando un punteo mediante soplete de aire caliente.

3.3.30.2 Geomembranas

Será aquella geomembrana formada por materiales plásticos, cuya única misión es la impermeabilización de los elementos constructivos que recubra, frente a proyecciones, salpicaduras e inmersiones.

Las láminas impermeables se pueden clasificar según su deformidad en rígidas y flexibles, siendo estas últimas las tratadas en este Pliego de Prescripciones Técnicas.

Será una Lámina de Polietileno de alta densidad (PEAD), constituida por un 97,5% de polímero de Polietileno y un 2,5% de negro carbón, con antioxidantes y estabilizantes, sin aditivos plastificantes.

Se clasifica por el espesor de la lámina en milímetros, presentando los siguientes espesores: 1, 1,2, 1,5, 2, 2,5, 3 y 3,5.

En el presente proyecto se dispondrán bandas desde coronación hasta solera de 7 m de anchura y separadas 20 m entre ellas, de esta misma lámina de polietileno pero texturizado, con rugosidad suficiente para facilitar la salida de aquellos animales y personas que hayan podido caer por accidente. Tiene la superficie estructurada por una cara, con multitud de tacos (57.000 tacos/m²) de una altura mayor de 0,9 mm, lo que confiere a la lámina alta estabilidad en la impermeabilización de planos inclinados con fuertes pendientes (alto coeficiente de rozamiento y ángulo de fricción). Irán soldadas y con el mismo solape que el resto de la lámina de PEAD

Concretamente, la lámina de PEAD de 1,5 mm. de espesor a utilizar en el presente Proyecto reunirá las siguientes características:

Tabla 21. Características Lámina de PEAD de 1,5mm

Características	Unidad	Valor	Métodos de Ensayos
Densidad polímero base (*)	g/cm ³	≥0.932	UNE-EN ISO 1183-1:2019
Densidad con negro de carbono	g/cm ³	≥0.940	
Índice de fluidez (190°C; 2,16 kg)	g/10 min	≤ 1,0	UNE-EN ISO 1133-1:2012
Índice de fluidez (190°C; 5,0 kg)	g/10 min	≤ 3,0	
Espesor medio	mm	1,50 (± 5 %)	UNE-EN-1849-2:2020
Resistencia a la tracción (1)	MPa	33 (≥ 26)	UNE-EN ISO 527:2012 (PARTE 1, 2 Y 3)
Alargamiento en el punto de rotura (1) Tracción en el límite elástico (1) Alargamiento en el límite elástico (1)	% MPa %	850 (≥ 700) 17 (≥ 16) 10 (≥ 8)	
Resistencia al punzonado estático	kN	4,3 (-10%)	
Resistencia al desgarro (1)	N/mm	145 (≥135)	UNE-ISO 34-1:2011
Doblado a bajas temperaturas	--	Sin Grietas	UNE EN 495-5:2013
Comportamiento al calor	%	≤1,0 (≤ 1,5)	UNE-EN 14632:1999
Absorción de agua			
A las 24h	%	≤ 0,2	UNE-EN-ISO 62:2008
A los 6 días	%	≤1	
Resistencia a la perforación por raíces	-	Sin perforaciones	CEN/TS 14416
Negro de Carbono			
Contenido en negro de carbono	%	2 - 3	UNE 53375:2021
Contenido en Cenizas	%	≤ 0,1	UNE 53375 2021
Dispersión del pigmento	-	≤ 3	ISO 18553:2002
Tiempo de inducción a la oxidación (TIO, 200°C, O ₂ , 1 atm)	min	≥ 100	UNE-EN ISO 11357-6:2018
Resistencia a la fisuración bajo tensión en un tensoactivo (SP-NCTL, Stress Cracking)	h	≥ 400	UNE-EN-14576:2006
Envejecimiento artificial acelerado	%	≤ 15	UNE EN 12224:2001
Variación de alargamiento en rotura (1)			
Envejecimiento térmico	%	≤ 15	UNE-EN 14575:2007
Variación de alargamiento en rotura (1)			

(1) en ambas direcciones. Entre paréntesis, los valores mínimos exigidos por la norma UNE 104427.

Entre láminas contiguas deberá existir un solape adecuado que garantice la estanqueidad del sistema (en ningún caso menor de 15 cm). Las uniones se realizarán exclusivamente por termofusión y presión. Además, serán dobles, esto es, dejan un canalillo interior de prueba a fin de que se verifique, mediante presión, la idoneidad o no de la soldadura. Será obligatorio y a costa del constructor realizar la prueba de estanqueidad de todas las juntas de la lámina instalada. En zonas donde no solapen 2 láminas se utiliza la extrusión con aporte de material idéntico al de las láminas.

La fijación a obras de fábrica de hormigón a construir se efectuará mediante pletina embutida en la obra de fábrica y contrapletina de acero galvanizado. La pletina dispondrá de tornillería de acero inoxidable cada 10 cm de desarrollo, encima se colocarán las láminas de geotextil, la lámina de PEAD y una junta de EPDM, la contrapletina se colocará sobre el conjunto apretándolo

con tuercas de acero inoxidable.

El contratista viene obligado a presentar a inspección de la Dirección de Obra muestras de las geomembranas que se pretendan utilizar en la obra, para que tras las pruebas que se fijen en este pliego, puedan ser aceptadas o desechadas.

En todo caso las muestras deben ser representativas de la medición global del proyecto y por este concepto la contrata no puede demandar indemnización alguna.

Las geoláminas que no satisfagan las condiciones generales, así como las pruebas fijadas, las tolerancias definidas en este Pliego, serán rechazadas.

Cuando una pieza no satisfaga una prueba se repetirá esta misma sobre el lote ensayado. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el lote ensayado, aceptándose si el resultado de ambas es bueno. La aceptación del lote no excluye la obligación del Contratista de efectuar los ensayos de la geolámina instalada que se indiquen y reponer, a su costa, los daños que puedan sufrir deterioro o rotura durante el montaje o las pruebas en Obra.

Previamente al inicio de la instalación, el productor deberá proporcionar, bajo petición, la siguiente información:

- Composición de la geomembrana indicando porcentajes de polietileno, negro de humo, aditivos, etc.
- Certificación del cumplimiento de los valores mínimos aportados
- Certificados de control de calidad incluyendo números de identificación para todos los rollos, métodos de ensayo y resultado de al menos las siguientes características:
 - Densidad
 - Contenido en negro de humo
 - Dispersión de negro de humo
 - Espesor
 - Propiedades tensodeformacionales (esfuerzo/deformación)
 - Resistencia al punzonamiento
- El productor aportará datos sobre identificación de los rollos a suministrar conteniendo la siguiente información:
 - Nombre del fabricante
 - Identificación del producto
 - Espesor
 - Número de rollo
 - Dimensiones del rollo

3.3.31 Tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD)

3.3.31.1 Normativa y generalidades

Este pliego establece las características y requisitos para un sistema de canalización fabricado a partir de polietileno.

Las tuberías, accesorios y piezas suministradas serán de PE y cumplirán con lo especificado en las normas UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos y UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios, respectivamente.

Se cumplirán las directrices del Informe Técnico ISO/TR 10358:2021, recogidas en la Norma UNE 53389:2001 IN, Tubos y accesorios de materiales plásticos. Tabla de clasificación de la resistencia química, para la resistencia de los tubos a los productos químicos.

Las tuberías de PE100 estarán fabricadas a base de polímeros de etileno. Estos polímeros cumplirán con lo establecido en la norma UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.

Los tubos estarán fabricados mediante extrusión y los accesorios serán inyectados. En las medidas o diseños que no existan accesorios inyectados se colocarán accesorios manipulados teniendo en cuenta, para éstos últimos, los factores de reducción de presión indicados en la UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.

Los diámetros, espesores y presiones nominales serán aquellos expresados en la UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos.

Los tubos se clasificarán de acuerdo a su presión nominal (PN) y a las series de los tubos (S).

Se seguirán las recomendaciones presentes en la Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión del CEDEX.

El Promotor/ Director de Obra podrá inspeccionar en fábrica tanto los materiales como el proceso de fabricación y el control de calidad que realiza el fabricante. En caso de que existiera algún impedimento para llevar a cabo esta función inspectora por motivos de secreto industrial u otros, el fabricante estará obligado a manifestarlo por escrito en su oferta de suministro.

3.3.31.2 Términos y definiciones

En lo que respecta al presente Pliego de Prescripciones para las tuberías de PE, serán de aplicación las siguientes definiciones y símbolos.

Diámetro nominal (DN): En los tubos de PE la designación genérica DN se refiere al diámetro exterior (OD). Para un mismo valor del DN los tubos admiten ser fabricados con distintos espesores, de manera que para una capacidad hidráulica determinada la resistencia mecánica del tubo sea variable. Dichas variaciones de espesor (para un valor fijo del DN) se obtienen modificando el diámetro interior (ID), manteniendo fijo el exterior (OD).

Relación de dimensiones normalizada (SDR): Relación entre el diámetro exterior nominal (DN) y el espesor nominal (e).

Serie (S): Número adimensional para designar el tubo. Norma ISO 4065:2018, Thermoplastics pipes - Universal wall thickness table:

$$S = (SDR-1) / 2$$

Límite inferior de confianza de la resistencia hidrostática prevista, σ_{LPL} . Cantidad, con dimensiones de esfuerzo expresada en megapascales que representa el límite inferior de confianza al 97,5% de la resistencia hidrostática prevista a una temperatura θ en un tiempo t.

Resistencia mínima requerida, MRS: Valor de σ_{LPL} a 20°C y a 50 años, redondeado al valor inferior más próximo de la serie R10 cuando σ_{LPL} es inferior a 10 MPa, o al valor inferior más próximo de la serie R20 cuando σ_{LPL} es superior o igual a 10 MPa, siendo las series R10 y R20 las series de números de Renard conformes a las Normas ISO 3:1973, Preferred numbers - Series of preferred numbers, e ISO 497:1973, Guide to the choice of series of preferred numbers and of series containing more rounded values of preferred numbers.

Los tubos de PE se clasifican por su MRS, DN y PN, aunque esta última se tiende a sustituir por S o SN.

Presión nominal (PN): Designación numérica de una componente de un sistema de canalización relacionada con las características mecánicas del componente empleado como referencia. Para los sistemas de canalización en materiales plásticos se corresponde con la presión de

funcionamiento admisible (PFA), en bar, para el transporte de agua a 20°C durante 50 años, y basada en el coeficiente mínimo de diseño:

$$PN = \frac{20 \times MRS}{C \times (SDR - 1)}$$

Presión de funcionamiento admisible (PFA): Presión hidrostática máxima que un componente es capaz de soportar en utilización continua (sin sobrepresión).

$$PFA = PN \text{ (temperatura agua menor de 25°C)}$$

Presión de prueba en obra admisible (PEA): Presión hidrostática máxima que un componente recién instalado es capaz de soportar, durante un periodo de tiempo relativamente corto, con el fin de asegurar la integridad y estanqueidad de la conducción.

$$PEA = 1,5 \times PFA, \text{ con un máximo de } PFA + 5 \text{ bar}$$

Coeficiente de seguridad (de servicio), C. También denominado coeficiente de diseño o global, con un valor superior a 1, que toma en consideración las condiciones de servicio, así como las propiedades de los componentes de un sistema de canalización distinto de los que están representados en el límite inferior de confianza.

Esfuerzo de diseño, σ_s . Esfuerzo admisible para una aplicación determinada a 20 °C. Se obtiene del cociente entre el MRS y el coeficiente C, redondeando el resultado al valor inmediato inferior más próximo de la serie R 20, es decir:

$$\sigma_s = MRS / C, \text{ expresado en MPa.}$$

Diámetro exterior medio, d_{em} . Cociente entre el valor de la medición de la circunferencia exterior del tubo o del extremo macho del accesorio, en cualquier punto de la sección transversal, y $\pi = 3,142$, redondeando al 0,1 mm inmediatamente superior.

Diámetro exterior medio mínimo, $d_{em,min}$. Valor mínimo del diámetro exterior especificado para un diámetro nominal dado.

Diámetro exterior medio máximo, $d_{em,máx}$. Valor máximo del diámetro exterior especificado para un diámetro nominal dado.

Diámetro exterior en cualquier punto, d_e . Valor de la medición del diámetro en cualquier parte del tubo o del extremo macho de un accesorio, redondeando al 0,1 mm inmediatamente superior.

Ovalación. Diferencia entre el diámetro exterior máximo y el diámetro exterior mínimo medidos en la misma sección transversal del tubo o del extremo macho del accesorio.

Espesor de pared en cualquier punto, e. Valor de la medición del espesor de pared en cualquier punto de la circunferencia de un componente, redondeando al 0,1 mm inmediatamente superior.

Espesor de pared mínimo en cualquier punto, e_{\min} . Valor mínimo del espesor de pared en cualquier punto de la circunferencia de un componente.

Espesor de pared máximo en cualquier punto, e_{\max} . Valor máximo del espesor de pared en cualquier punto de la circunferencia de un componente.

Espesor de pared medio, e_m . Media aritmética de un número de medidas regularmente distribuidas alrededor de la circunferencia del componente y la misma sección transversal de éste, incluyendo los valores de espesor mínimo y máximo medidos.

Tolerancia. Variación permitida del valor especificado para una cantidad, expresada como la diferencia entre los valores máximo y mínimo permitidos.

Espesor nominal, e_n . Espesor de pared de un componente aproximadamente igual a la dimensión de fabricación, en mm.

$$e = \frac{P_n \cdot D_n}{2\sigma + P_n}$$

Dónde: P_n = presión nominal, en MPa

D_n = diámetro nominal, en mm.

σ = esfuerzo tangencial de trabajo a 20 °C en MPa.

3.3.31.3 Características técnicas

3.3.31.3.1 *Materiales*

Los materiales básicos que constituirán los tubos y las piezas de PE son los siguientes:

- Resina de Polietileno, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 12201-1:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades.
- Negro de carbono o pigmentos. El negro de carbono, utilizado en la producción del compuesto negro, debe tener tamaño de partícula promedio (primario) de 10 a 25 nm, según UNE-EN

12201-1:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades.

- Aditivos, tales como lubricantes, estabilizadores o colorantes, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 12201-1:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades.

Los materiales que constituyan la tubería, una vez transformados, no deben ser solubles en el agua ni darle sabor u olor o modificar sus características, ni debe afectar negativamente a la calidad del agua.

En la fabricación de los tubos y piezas especiales se utilizará material virgen. Sólo se podrá utilizar material de reprocesado interno, en los términos expresados en el punto 3.1.2.2 y en el punto 4.1 de la Norma UNE-EN 12201-1:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades.

Las características físicas de la materia prima utilizada en la fabricación de los tubos y de las piezas indicadas, han de ser las que salen reflejadas en las tablas 1 y 2 de la Norma UNE-EN 12201-1:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades. Dichas características serán completadas con las que se indican en la Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

Los compuestos para la fabricación de tubos y accesorios han de ser fusibles. En cualquier caso, se deberá cumplir con la tabla 3 de la norma UNE-EN 12201-1:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades.

Tabla 22. Características del material (I)

Propiedad	Unidad	PE 100
Mínima tensión requerida, MRS	MPa	10
Tensión de diseño, σ	MPa	8
Coefficiente de seguridad, C	-	1,25
Densidad, min (Granza)	kg/m ³	930
Alargamiento a la rotura, min. (tubo)	%	350
Módulo de elasticidad a largo plazo	MPa	1100
Coefficiente de dilatación lineal	mm/m. °C	0,22
Contenido en negro de carbono en masa (Granza)	%	2 - 2,5
Conductividad térmica	Kcal/m. °C	0,37
T.I.O. (Granza). Cond s/tabla 1 UNE EN 12201-	minutos	>20

1:2012		
Constante dieléctrica	-	2,5

Los compuestos de Polietileno utilizados para la producción de tubos han de contar con el correspondiente certificado de producto de acuerdo a las normas europeas de certificación.

3.3.31.3.2 *Aspecto, color y terminación*

Los tubos y accesorios deberán presentar su superficie (*interior y exterior*) lisa y una distribución uniforme de color. Los extremos estarán cortados en sección perpendicular a su eje longitudinal. Se examinarán visualmente sin aumentos las superficies interna y externa de los tubos, presentando un aspecto liso, limpio, libre de grietas, cavidades u otros defectos superficiales. Los extremos de los tubos estarán cortados limpia y perpendicularmente al eje del tubo.

Los tubos serán negros con bandas azules, de acuerdo con el Prólogo Nacional de la norma UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos.

3.3.31.3.3 *Dimensiones*

La longitud del tubo será medida de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 3126:2005, Sistemas de canalización en materiales plásticos. Componentes de materiales plásticos. Determinación de las dimensiones, y redondeada 0,1 mm al más próximo. En caso de litigio se medirá de acuerdo al punto 6.1 de la UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos. La longitud del tubo será como mínimo la especificada por el fabricante, no siendo menor de 6 m cuando sea suministrada en barras. El tubo en bobina deberá enrollarse de tal forma que se prevenga la deformación localizada, por ejemplo, colapsado o plegado. Las dimensiones de los tubos serán las especificadas en la tabla 48 de la Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

El diámetro exterior medio y la ovalación deberán ser conformes a la tabla 1 de la UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos. El espesor de pared estará de acuerdo a lo expresado en tabla 2 de la UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos. Por tanto, el fabricante deberá presentar certificado de longitud, ovalación, diámetro exterior y espesor y peso por metro lineal (kg/m) para cada diámetro y presión.

El diámetro interior mínimo de la bobina no será inferior a 18 x dn. Cualquier dimensión menor de ésta deberá ser justificada por el fabricante y la posible aceptación o rechazo quedará a juicio del Promotor/ Director de Obra y de la Dirección Facultativa de la obra.

Las tolerancias serán las indicadas en la UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos.

3.3.31.3.4 *Sistemas de unión*

Será de obligado cumplimiento el seguimiento de la Norma ISO 21307:2017, "Plastics pipes and fittings - Butt fusion jointing procedures for polyethylene (PE) piping systems".

La posibilidad de unión mediante elementos mecánicos quedará a juicio de la Dirección Facultativa de las obras y por lo tanto este tipo de unión podrá ser autorizada o denegada, si bien el tubo deberá admitir este tipo de unión. Los accesorios para unión deben tener una resistencia acorde con la presión de trabajo de la instalación.

Las tuberías de PE no admiten unión por adhesivo, ni por rosca.

El fabricante deberá facilitar las instrucciones de montaje mediante unión mecánica para la unión de tubos de PE de diferentes MRS y SDR. Dichos montajes deberán ser conformes con los requisitos especificados en la tabla 5 de la norma UNE-EN 12201-5:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 5: Aptitud al uso del sistema, y, para ello, deberán aportar el certificado correspondiente.

La calidad del polietileno que se oferte debe ser de igual o superior a lo especificado en la siguiente tabla:

Tabla 23. Calidad del polietileno

CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO
Resistencia a la tracción en uniones por fusión a tope	Tipo de rotura: dúctil	UNE-ISO 13953:2011
Resistencia a la propagación lenta de fisuras	Sin fallo durante el ensayo	UNE-EN ISO 13479:2023
Resistencia a la intemperie: -Tiempo de inducción a la oxidación -Alargamiento en la rotura	>= 20 minutos >= 350%	UNE-EN ISO 11357-6:2018

CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO
-Resistencia hidrostática a 80°C	Sin fallo	UNE-EN ISO 6259-1:2015 UNE-EN ISO 1167-1-2:2006
Resistencia a la propagación rápida de fisuras	Parada	UNE-EN ISO 13477:2008

En relación con las piezas especiales, existe una gran gama de ellas para este material, cuyas dimensiones normalizadas figuran en la norma UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.

Los accesorios cumplirán las características establecidas por normativa respecto de sus dimensiones, tanto en las propias de los tubos como en las reducciones de diámetros.

Unión por soldadura a tope (de aplicación en este pliego).

Se seguirá lo indicado en la Norma UNE 53394:2018 IN Plásticos. Código de instalación y manejo de tubos de polietileno (PE) para conducción de agua a presión. Técnicas recomendadas.

No se soldarán a tope tubos o accesorios con espesores distintos.

Se deberán usar caballetes como soporte y guía de los tubos.

Las uniones deben tener la característica de resistencia a la tracción conforme al requisito indicado en la tabla 5 de la Norma UNE-EN 12201-5:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 5: Aptitud al uso del sistema, utilizando los parámetros especificados en la Condición 1 del anexo B de la Norma ISO 11414:2009, Plastics pipes and fittings - Preparation of polyethylene (PE) pipe/pipe or pipe/fitting test piece assemblies by butt fusion, reflejados en el punto 4.2.2.1 de la Norma UNE-EN 12201-5:2012 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 5: Aptitud al uso del sistema.

El fabricante debe declarar qué tubos de su gama de productos son compatibles entre sí para la fusión a tope.

En uniones por fusión a tope, se deben cumplir las características para la aptitud al uso en condiciones extremas indicadas en la tabla 2 de la Norma UNE-EN 12201-5:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 5: Aptitud al uso del sistema, debiendo declarar la aptitud al uso de sus tubos en condiciones extremas.

Tanto en unión por electrofusión como en unión por soldadura a tope será requisito indispensable soldar con dos abrazaderas correctoras de ovalación por tubo (cuatro por unión) y en el caso de la soldadura electrosoldable, es imprescindible que se realice el pelado de la tubería/ extremos machos mediante útiles que lo hagan de una manera homogénea. También será necesaria la limpieza mediante un limpiador específico para el PE. La máquina utilizada para la soldadura será una máquina automática con lápiz o scanner lector óptico.

Es recomendable que los instaladores que lleven a cabo la ejecución de los diferentes sistemas de unión e instalación dispongan de una cualificación adecuada.

3.3.31.3.5 *Flexibilidad*

Las tuberías de polietileno admiten curvaturas en frío, sin piezas especiales. El radio de curvatura es función del tipo de material y de la presión nominal del tubo. Es recomendable no realizar a 20 °C radios de curvatura R inferiores a los que se indican a continuación:

Tabla 24. Radios mínimo de curvatura a 20 °C

PN tubo	Temperatura	Radio mínimo R
		PE 100
6	20° C	40 x D _n
10	20° C	30 x D _n
16	20° C	20 x D _n

En cualquier caso, el fabricante certificará el radio mínimo de curvatura mínimo de su tubería a 20 °C.

Si la curvatura se realiza a 0 °C los radios de curvaturas indicados anteriormente se incrementarán 2,5 veces. Entre 0 °C y 20 °C el radio de curvatura puede determinarse por extrapolación lineal.

3.3.31.4 *Características físicas y mecánicas*

Previo a los ensayos a realizar, las probetas se acondicionarán a 23 ± 2 °C.

Las características mecánicas superarán los requisitos comprendidos en la tabla 3 de la UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos.

Las características físicas superarán los requisitos comprendidos en la tabla 5 de la UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos.

Deberá ser certificado por el fabricante o certificado de producto el ámbito de uso o limitación con respecto a la propagación rápida de fisuras.

3.3.31.5 Características químicas

En el caso que hubiera que evaluar la resistencia química del tubo, se clasificará de acuerdo con las Normas ISO 4433-1:1997, Thermoplastics pipes - Resistance to liquid chemicals - Classification - Part 1: Immersion test method, e ISO 4433-2:1997, Thermoplastics pipes - Resistance to liquid chemicals - Classification - Part 2: Polyolefin pipes.

3.3.31.6 Marcado

Los tubos irán marcados de forma indeleble, como mínimo por cada metro de longitud. Los tubos deben marcarse para el uso previsto mediante la utilización de los códigos adecuados de acuerdo al Informe Técnico UNE-CEN/TR 15438:2012 IN, Sistemas de canalización en plásticos. Guía para la codificación de productos y su aplicación.

- W para tubos destinados al transporte de agua para el consumo humano
- P para tubos destinados a saneamiento y alcantarillado a presión
- W/P para tubos con uso mixto.

El marcado aportará, como mínimo, los siguientes datos:

- Nombre o marca del fabricante
- Norma de referencia
- Dimensiones ($d_n \times e_n$)
- Serie SRD
- Uso previsto (W, P o W/P)
- Material y designación (PE)
- Clasificación de presión, en bar

- Información del fabricante. (en cifras o códigos claros, garantizando la trazabilidad del periodo de fabricación en años y meses y el lugar de producción, en caso de que el fabricante produzca en diferentes lugares).
- Tipo de tubo si procede
- Referencia al certificador si procede.

El marcado será permanente y legible sin aumentos. El marcado no provocará fisuras u otro tipo de defectos. No afectará a la legibilidad del marcado el almacenamiento, la exposición a la intemperie, la manipulación, la instalación y el uso en condiciones normales. El color de la información impresa será distinto del color básico del producto.

3.3.31.7 Accesorios

Se deberá cumplir lo especificado en la Norma UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.

El material de polietileno de las piezas especiales deberá cumplir con lo especificado en la Norma UNE-EN 12201-1:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades, siendo las partes que soportan los esfuerzos fabricadas únicamente a partir de material virgen.

Otros materiales empleados en accesorios en contacto con el tubo de PE100 no deben afectar negativamente al comportamiento del tubo ni iniciar fisuración bajo esfuerzo.

Las partes metálicas deberán protegerse adecuadamente para evitar cualquier tipo de corrosión.

El color será negro.

Todos los accesorios dispondrán del correspondiente código de barras, para efectuar las soldaduras mediante lector óptico que facilite la trazabilidad de los parámetros de soldadura y de los componentes del accesorio, evitando así la manipulación de los datos de soldadura.

El voltaje de funcionamiento para estos accesorios está recogido en los datos del código de barras que leen las máquinas automáticas y que evita así la introducción de un voltaje incorrecto que pueda producir fallos en la soldadura o riesgos/peligros derivados.

Para estas tensiones de 40 V, o superior, no debe ser posible el contacto humano directo con las partes activas, durante el ciclo de fusión del accesorio, de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes de los accesorios y del equipo de unión, en su caso.

El acabado superficial de los terminales debe permitir una resistencia de contacto mínima para satisfacer los requisitos de tolerancia de la resistencia y deben estar aislados para evitar la oxidación.

Los conectores deben tener un diámetro de 4 mm.

Todos los accesorios serán unifilares, en el apartado de accesorios por embocadura se describen algunas particularidades para dimensiones.

Todos los accesorios tendrán testigos de soldadura, estos indicadores de fusión deben tener un recorrido determinado para una identificación clara y deben ser claramente visibles y distribuirse en una línea en la parte superior del accesorio.

Accesorios por embocadura

En el caso de los manguitos, en general, serán unifilares hasta 355 mm, y podrán ser bifilares a partir del diámetro 400 mm.

Los manguitos electrosoldables superiores a 400 mm deben disponer de un refuerzo activo que eviten los efectos de dilatación del accesorio durante el tiempo de soldadura y que ayuden a contraer el manguito durante el tiempo de enfriamiento reduciendo la tensión en la soldadura.

Los manguitos dispondrán de un perfil personalizado en la zona de la soldadura para mejorar la calidad de la misma.

Tendrán material extra en las áreas de carga máxima, mayor zona de soldadura (tanto la zona fría como la zona caliente) superior a lo especificado por norma, para mejorar el resultado final de la soldadura.

Menor espesor de pared en algunas secciones que dan una mayor flexibilidad al accesorio evitando la creación de burbujas de aire.

Accesorios por solape

Sistema de fijación. Los accesorios de electrofusión por solape deben incorporar de forma general, una sujeción inferior al tubo unida mediante tornillos, o un sistema de características mecánicas equivalentes. Para diámetros superiores a 250 mm se permitirá el uso de un útil especial para la fijación.

Cualquier sistema de fijación utilizado no requerirá llave dinamométrica para su apriete, a excepción de diámetros superiores a 315 mm en los que es útil poder incorporarlo para su instalación.

Sistema de perforación. Las tomas en carga deben disponer de un sistema que permita la perforación de la tubería base de polietileno sin interrumpir el servicio de agua en el caso de que la conducción esté en carga. Hasta diámetro 63 mm este sistema debe estar incorporado en la misma toma en carga y para salidas superiores a 63 mm el sistema de perforación vendrá incorporado en un equipo de perforación.

Estanquidad. Las tomas en carga estarán diseñadas y construidas de forma que, durante todo el proceso de perforación y puesta en carga, no se produzca fuga de agua detectable.

Accesorios extremo macho

Los accesorios con extremos macho dispondrán de una longitud suficiente que permita soldarlos tanto a tope como por electrofusión. Salvo piezas con diseños especiales los accesorios serán, en general, serán inyectados y para diámetros mayores podrán ser manufacturados. En el caso en el que se usen soldaduras para realizar accesorios manipulados, se tendrá en cuenta el coeficiente de reducción para el cálculo de la PN, tal como se indica en el Anexo B de la UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.

Las salidas de las tomas en carga y tomas simples deben tener extremos macho conformes con el apartado 6.4, o enchufes de electrofusión conformes con el apartado 6.2 de la norma UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.

El Director Facultativo de las obras decidirá el tipo de pieza y sistema de unión. En caso de poder escoger, se priorizarán los accesorios inyectados, en aquellas dimensiones que existan, frente a los accesorios manipulados.

Los accesorios manipulados se fabricarán a partir de tubos que cumplan la Norma UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios, mediante segmentos de tubo soldados a tope.

En los accesorios manipulados, los coeficientes de reducción de la PN del accesorio están en función de la forma geométrica del accesorio de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$PN_{\text{accesorio}} = f_B \cdot PN_{\text{tubo}}$$

Siendo:

PNaccesorio = Presión Nominal del accesorio manipulado.

fB = coeficiente de reducción.

PNtubo = Presión Nominal del tubo.

Para los codos, el coeficiente será $fB = 0,8$. Para codos segmentados cuyo ángulo de corte $\beta \leq 7,5^\circ$ no hay reducción del coeficiente, o sea $fB = 1$.

Los codos curvados a partir de tubos, no tienen reducción del coeficiente, o sea $fB = 1$.

Para TEs manipuladas $fB = 0,6$.

Las dimensiones de los accesorios deben medirse de acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 3126:2005. Serán acordes con las tablas 1, 2 y 3 de la Norma UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, o bien las del anexo B de dicha Norma en caso de accesorios manipulados.

Las características físicas, químicas y mecánicas cumplirán lo especificado en la Norma UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.

3.3.31.8 Marcado de los accesorios

Los elementos de marcado deberán imprimirse o marcarse directamente sobre el accesorio en los términos indicados en la Norma UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios, sin producir fisuras, ni otro tipo de defectos.

El marcado mínimo de los accesorios será:

- Número de la Norma: EN 12201 (*)
- Nombre y/o marca del fabricante
- Diámetro(s) exterior(es) nominal(es) del tubo, d_n
- Material y designación
- Serie SDR
- Presión nominal (*)

- Intervalo aplicable de SDR de tubos para fusión (*)

- Información del fabricante (periodo de fabricación, año y mes, en cifras o código, incluyendo nombre o código del lugar de producción si el fabricante fabrica en varios lugares)

- Uso previsto (W, P o W/P)

() Esta información puede imprimirse sobre una etiqueta adherida al accesorio o sobre una bolsa individual.*

Es imprescindible que el accesorio disponga de una etiqueta asociada/unida al mismo, con la información adicional relativa a las condiciones de fusión (voltaje, tiempos de fusión y de enfriamiento).

Los accesorios manipulados cumplirán lo especificado en el anexo B de la Norma UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.

El fabricante del accesorio declarará el intervalo de SDR y los valores de MRS de los tubos conformes a la Norma UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos, a los que pueden unirse por fusión utilizando los mismos procedimientos para ajustarse a la Norma UNE-EN 12201-5:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 5: Aptitud al uso del sistema. Si existiese necesidad de una desviación en los procedimientos de fusión, el fabricante del accesorio debe indicarlo de forma clara.

3.3.31.9 Acopio

No se admitirán acopios de 6 meses sin protección, a partir del cual es necesario realizar un ensayo de estabilidad térmica (TIO) para comprobar su envejecimiento. Se deberá acreditar tiempo y lugar de acopio. (tiempo desde su fabricación...)

Cuando el suministro sea en rollos, éstos pueden ser almacenados en posición horizontal, unos encima de otros y en el caso de almacenarlos verticalmente se pondrá uno solo. Las barras se almacenarán en fardos flejados con zunchos de madera que soportarán el peso al ponerlos unos encima de otros, también pueden ser almacenadas sobre estantes horizontales, disponiendo del apoyo necesario para evitar su deformación.

Los tubos almacenados deben estar situados de forma tal que combustibles, disolventes, pinturas agresivas, etc. no entren en contacto con las mismas.

No se permite el almacenaje de tubos en zonas donde puedan estar en contacto con otras tuberías de vapor o de agua caliente debiéndose mantener separados de superficies con temperaturas superiores a 50 °C.

En el acopio, incluyendo el acopio en fábrica, de grandes diámetros se deberán instalar crucetas o discos en bocas de los tubos para que no se cierren sus extremos (evitar deformaciones).

3.3.31.10 Transporte

Los vehículos deben estar provistos de un plano horizontal llano, libre de clavos, cadenas y otros elementos que puedan dañar los tubos. Los tubos se acondicionarán sobre el vehículo sin utilizar cables metálicos ni cadenas que estén en contacto con los mismos. En posición vertical no se colocarán unos rollos encima de otros. Para que no se produzcan deformaciones no se debe poner durante el transporte otras cargas encima de los tubos.

Los camiones han de poder descargarse con camión pluma, en obra, por la parte superior del transporte.

No se admitirá el transporte de tubos anidados.

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.

3.3.31.11 Documentación a aportar antes de recibir en obra el pedido

El Promotor/ Director de Obra podrá exigir a la empresa suministradora cuantos partes y documentos de control de fabricación estime oportunos (estadillos de control dimensional, actas de pruebas realizadas, certificados de calibración y verificación de los equipos de inspección, medición y ensayo, etc.), que se hayan producido a lo largo del proceso de realización de los tubos.

3.3.31.12 Embalaje, manipulación y transporte

El embalaje y transporte será realizado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, previamente aprobadas por el Promotor/ Director de Obra. 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. Se inspeccionarán uno a uno todos los elementos que componen el suministro, haciendo constar por escrito las incidencias que se observen.

El fabricante certificará el periodo máximo que puede permanecer el material embalado con el protector opaco expuesto a la radiación solar, indicando los condicionantes en cada caso.

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.

El fabricante debe embalar y/o proteger las tuberías de PE100 contra posibles daños mecánicos y la entrada de sustancias extrañas durante la manipulación, el transporte y el almacenaje.

La entrega de la tubería en obra, se realizará con camiones abiertos, salvo aceptación excepcional del Promotor/ Director de Obra del transporte en camiones cerrados por falta de disponibilidad, urgencia en el suministro u otros casos especiales.

3.3.31.13 Características técnicas específicas

La tubería se tendrá que fabricar con materia prima con Certificado de Producto conforme a la Norma UNE-EN 12201-1:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades, certificado por organismos conformes a las normas europeas relativas a la certificación.

3.3.31.14 Plan de aseguramiento de la calidad

3.3.31.14.1 Generalidades

El Constructor/Proveedor deberá aportar Certificado de Producto del Fabricante, emitido por un organismo formalmente acreditado conforme a las normas europeas relativas a la certificación para los diámetros y presiones relativos a esta obra conforme a la norma UNE-EN ISO 12201-2:2012+A1:2020 o equivalente.

Para que este certificado de calidad se considere válido a los efectos de este pliego, deberá haber sido emitido por Organismo Acreditado conforme a la norma UNE-EN-ISO/IEC

17065:2012, Evaluación de la conformidad. Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios, (equivale a la antigua UNE-EN 45011). Esta acreditación deberá haber sido realizada por ENAC o por Organismos de Acreditación con los que ENAC tenga suscritos Acuerdos Multilaterales de Reconocimiento (MLA), y en el alcance de la misma deberá estar incluido el producto objeto del presente concurso.

El certificado de calidad deberá, asimismo, recoger expresamente el alcance de la certificación y ajustarse al contenido establecido en el artículo 7.7.1 de la norma UNE-EN-ISO/IEC 17065:2012, Evaluación de la conformidad. Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios, con un detalle de la tipología de tubería que ampara, desglose de DN, PN y centro de Producción.

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 polietileno.

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 polietileno.

3.3.31.14.2 *Plan general de ensayos*

A grandes rasgos, el Plan General de ensayos se basa en la definición de dos tipos de ensayos:

- Ensayos de autocontrol.
- Ensayos de contraste.

En este caso se definirán los ensayos de autocontrol, ya que se trata de unos ensayos específicos de las tuberías de polietileno:

Tabla 25. Ensayos tuberías de polietileno

ENSAYOS	FRECUENCIA
Aspecto	Cada 4 h / línea de extrusión
Diámetro exterior medio	
Espesor	
Espesor de las capas (solo para tubos coextruídos)	
Ovalación	
Diámetro interior de la bobina	Por período de fabricación, al comienzo del mismo
Alargamiento a la rotura	Por período de fabricación, mínimo una vez por semana
Índice de fluidez	Cada tres períodos de fabricación por clase

ENSAYOS	FRECUENCIA
Tiempo de inducción a la oxidación o Estabilidad térmica (solo para tubos coextruído)	Semestralmente, por proveedor de materia prima sobre el tubo
Esfuerzo hidrostático a 20° 100 h	50 % de las clases fabricadas al año Nº mínimo de probetas: 2
Esfuerzo hidrostático a 80°C 165 h	Una vez al año por clase Nº mínimo de probetas: 2
Esfuerzo hidrostático a 80°C 1000 h	Una vez al año sobre una clase Nº mínimo de probetas: 2
Retracción longitudinal para e < 16 mm	Una vez al año por clase 3 probetas
Propagación rápida de fisuras (solo tubos coextruídos)	Cada 2 años por combinación de materiales
Propagación lenta de fisuras (solo tubos coextruídos)	1 vez al año por combinación de materiales
Delaminación (solo tubos coextruídos)	Observación visual después de cada ensayo
Integridad de la estructura (solo tubos coextruídos)	Una vez al año por clase
Adhesión de revestimiento (solo tubos pelables)	Verificación antes de cada ensayo

Por defecto y como mínimo, se definirá un Plan General de Ensayos aleatorio que incluirá ensayos de contraste en laboratorio externo para verificar las propiedades de los tubos suministrados. Salvo que el Plan de Calidad específico concrete otra cosa, se realizarán, por cada 1.500 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o superior a 315 mm o por cada 3.000 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o inferior a 250 mm se ensayará, al menos, una característica mecánica (tracción o presión interna –80 ° 165h-) o químicas (dispersión de negro de carbono, tiempo de inducción a la oxidación o índice de fluidez) y se realizará un control dimensional. El Promotor/ Director de Obra se reserva el derecho de intensificar este plan de ensayos si lo considera oportuno y realizar ensayos complementarios en el laboratorio del fabricante.

No obstante, y si por razones de urgencia o de otro tipo, la tubería debe ser instalada a la máxima brevedad y los plazos ofrecidos por los laboratorios externos comprometen la programación de la obra, cabe la posibilidad (previo acuerdo con el Promotor/ Director de Obra y el propio fabricante) de realizar el plan de ensayos previsto para laboratorio externo, en el laboratorio interno del fabricante, en el que se aplicarán los criterios y frecuencias descritas en el párrafo anterior, para los ensayos de contraste en laboratorio externo, pero incrementando el número de características mecánicas ensayadas para cada referencia, a dos (en vez de una) y siempre, también, control dimensional. En todo caso, se priorizará la realización de ensayos en laboratorio externo.

3.3.31.14.3 Ensayos en fábrica y/o laboratorio externo

Salvo que el Plan Específico de Ensayos de la Actuación concrete otra cosa, se realizarán en laboratorio externo, por cada 1.500 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o superior a 315 mm o

por cada 3.000 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o inferior a 250 mm se ensayará, al menos, una característica mecánica (tracción o presión interna –80 ° 165h-) o químicas (dispersión de negro de carbono, tiempo de inducción a la oxidación o índice de fluidez) y se realizará un control dimensional.

Los ensayos en laboratorio de fabricante se realizarán, al igual que en el laboratorio externo, por cada 1.500 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o superior a 315 mm o por cada 3.000 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o inferior a 250 mm se ensayarán, al menos, dos características mecánicas (tracción o presión interna –80 ° 165h-) o químicas (dispersión de negro de carbono, tiempo de inducción a la oxidación o índice de fluidez) y se realizará un control dimensional.

3.3.31.14.4 *Ensayos a realizar*

- Control de diámetros y longitudes, según datos declarados por el fabricante en la memoria técnica. UNE-EN ISO 3126:2005, Sistemas de canalización en materiales plásticos. Componentes de materiales plásticos. Determinación de las dimensiones.
- Determinación de la densidad, según UNE-EN ISO 1183-1:2019, Plásticos. Métodos para determinar la densidad de plásticos no celulares. Parte 1: Método de inmersión, método del picnómetro líquido y método de valoración.
- Determinación del contenido en negro de carbono, según ISO 6964:2019, Tuberías y accesorios de poliolefinas. Determinación del contenido en negro de carbono por calcinación y pirólisis. Métodos de ensayo.
- Dispersión del negro de Carbono, según ISO 18553:2002, Method for the assessment of the degree of pigment or carbon black dispersion in polyolefin pipes, fittings and compounds.
- Determinación de las propiedades de tracción, según UNE-EN ISO 6259-1:2015, Tubos termoplásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 1: Método general de ensayo, e ISO 6259-3:2015, Thermoplastics pipes - Determination of tensile properties - Part 3: Polyolefin pipes.
- Determinación del tiempo de Inducción a la oxidación - UNE-EN ISO 11357-6:2018, Plásticos. Calorimetría diferencial de barrido (DSC). Parte 6: Determinación del tiempo de inducción a la oxidación (OIT isotérmico) y de la temperatura de inducción a la oxidación.
- Determinación del índice de fluidez - UNE-EN ISO 1133:2012 (procedimiento A), Plásticos. Determinación del índice de fluidez de materiales termoplásticos, en masa (MFR) y en volumen (MVR). Parte 1: Método normalizado.

- Determinación de la Resistencia a Presión Interna - UNE-EN ISO 1167-1:2006, Tubos, accesorios y uniones en materiales termoplásticos para la conducción de fluidos. Determinación de la resistencia a la presión interna. Parte 1: Método general.
- Resistencia a la tracción soldaduras a tope según UNE EN ISO 13953:2011, Tubos y accesorios de polietileno (PE). Determinación de la resistencia a la tracción y tipo de fallo en probetas soldadas a tope.
- Decohesión según ISO 13955:1997/Amd 1:2020, Plastics pipes and fittings - Crushing decohesion test for polyethylene (PE) electrofusion assemblies - Amendment 1.

3.3.32 Tuberías de PVC orientado

3.3.32.1 Normativa y generalidades

Las tuberías de policloruro de vinilo orientado (PVC-O) cumplirán las especificaciones de la Norma UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Las juntas elastoméricas cumplirán lo especificado en la norma UNE-EN 681-1:1996, Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.

Los tubos se clasificarán de acuerdo a su presión nominal (PN) y a las series de los tubos (S).

Se entiende que, dado que se trata de agua de riego, la temperatura de uso será menor de 25 °C.

Se seguirán las recomendaciones presentes en la Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión del CEDEX.

El promotor podrá inspeccionar en fábrica tanto los materiales como el proceso de fabricación y el control de calidad que realiza el fabricante. En caso de que existiera algún impedimento para llevar a cabo esta función inspectora por motivos de secreto industrial u otros, el fabricante estará obligado a manifestarlo por escrito en su oferta de suministro.

3.3.32.2 Términos y definiciones

En lo que respecta al presente Pliego de Prescripciones Técnicas para las tuberías de PVC-O, serán de aplicación las siguientes definiciones y símbolos referidos en la UNE-EN 17176-1:2019,

Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 1: Generalidades.

Diámetro nominal (DN): En los tubos de PVC la designación genérica DN se refiere al diámetro exterior (OD). Para un mismo valor del DN los tubos admiten ser fabricados con distintos espesores, de manera que para una capacidad hidráulica determinada la resistencia mecánica del tubo sea variable. Dichas variaciones de espesor (para un valor fijo del DN) se obtienen modificando el diámetro interior (ID), manteniendo fijo el exterior (OD).

Serie (S): Relación entre el radio medio teórico (rm) y el espesor nominal (e).

Relación de dimensiones estándar (SDR): Relación entre el diámetro nominal (DN) y el espesor nominal (e).

Presión nominal (PN): Designación numérica de una componente de un sistema de canalización relacionada con las características mecánicas del componente empleado como referencia. Para los sistemas de canalización en materiales plásticos se corresponde con la presión hidrostática admisible, en bar para el transporte de agua a 20°C durante 50 años. La presión nominal de un tubo se deberá expresar de acuerdo a la norma UNE-EN 17176-1:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 1: Generalidades.

Presión de servicio admisible (PFA): Presión hidrostática máxima que un componente es capaz de soportar en utilización continua (sin sobrepresión).

$$PFA = PN \text{ (temperatura agua menor de } 25 \text{ }^{\circ}\text{C)}$$

Presión de prueba en obra admisible (PEA): Presión hidrostática máxima que un componente recién instalado es capaz de soportar, durante un periodo de tiempo relativamente corto, con el fin de asegurar la integridad y estanqueidad de la conducción.

$$PEA = 1,5 \times PFA, \text{ con un máximo de } PFA + 5 \text{ bar}$$

Accesorio de PVC-O: Accesorio de poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O) fabricado mediante el estiramiento de material preformado de PVC-U bajo ciertas condiciones que mejoran su comportamiento mecánico.

3.3.32.3 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.

3.3.32.3.1 *Aspecto*

Las superficies internas y externas de los tubos deben ser lisas, limpias, exentas de ranuras, burbujas, cavidades, rechupes y otros defectos superficiales que alteren la funcionalidad del tubo.

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.

3.3.32.3.2 *Presión nominal (PN)*

La clasificación de los tubos en función de su presión nominal será: 12,5 – 16,0 – 20,0 – 25,0 kg/cm².

3.3.32.3.3 *Densidad*

La densidad del tubo acabado, medida de acuerdo con la UNE-EN 17176-2:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 2: Tubos, apartado 5.2.

La densidad del tubo a 23°C, cuando sea medida de acuerdo con la UNE-EN ISO 1183:2019, Plásticos. Métodos para determinar la densidad de plásticos no celulares, debe estar comprendida entre los siguientes límites:

$$1350 \text{ kg/m}^3 \leq \rho \leq 1460 \text{ kg/m}^3$$

3.3.32.3.4 *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, Tubos y accesorios de materiales plásticos. Determinación de la opacidad.

3.3.32.3.5 *Marcado*

Los tubos deberán marcarse conforme a la norma UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O), apartado 13.

3.3.32.3.6 *Resistencia mínima requerida*

La resistencia mínima requerida para el PVC-O, el valor requerido según la Tabla 1 de la UNE-EN 17176-1:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 1: Generalidades, para la clasificación de material declarada por el fabricante (clase 315, 355, 400, 450 ó 500). La clase será la 500.

Tabla 26. Clasificación del material

Número de clasificación del material del tubo	315	355	400	450	500				
MRS	MPa	31,5	35,5	40	45	50			
C ^a		1,6	1,6	1,6	1,4	1,6	1,4	1,6	
δ_s	MPa	20	22	25	32	28	36	32	

A Se puede utilizar un coeficiente de diseño (C) más elevado de acuerdo con la norma EN-ISO 12162

3.3.32.4 *Características geométricas*

3.3.32.4.1 *Diámetros*

El diámetro exterior nominal, el diámetro exterior medio y la ovalación se medirán de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 3126:2005 ERRATUM 2007, Sistemas de canalización en materiales plásticos. Componentes de materiales plásticos. Determinación de las dimensiones, y serán conformes con la Norma ISO 161-1:2018, Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids - Nominal outside diameters and nominal pressures - Part 1: Metric series. Las tolerancias del diámetro exterior medio deben de ser conformes con el grado C de la norma ISO 11922-1:2018, Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids - Dimensions and tolerances - Part 1: Metric series. Las tolerancias de la ovalación deben de ser conformes con el grado M de la ISO 11922-1:2018. El extremo liso destinado a utilizarse con las embocaduras deberá tener chaflán con las dimensiones y formas expresadas en la norma UNE-EN 17176-2:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 2: Tubos.

3.3.32.4.2 *Espesor de la pared*

El fabricante proporcionará los espesores de pared.

El fabricante debe especificar las tolerancias del espesor de pared medio o, en su defecto, las indicadas por el grado W de la norma ISO 11922-1:2018.

El espesor de la pared nominal debe estar conforme a la norma UNE-EN 17176-2:2019.

3.3.32.4.3 *Longitud del tubo*

El fabricante declarará la longitud útil del tubo para cada DN suministrado.

Se valorará positivamente que aparezca marcado por el fabricante mediante una raya la longitud de tubería que deberá introducirse en la campana.

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

Para las embocaduras con junta de estanqueidad no se exige ningún espesor mínimo. Se considera más relevante verificar que la resistencia de las embocaduras sea, al menos, la misma que la del tubo, según el apartado 9.1.3 de la norma de referencia.

Para el PVC-O, la longitud del tubo, profundidad mínima de la embocadura, diámetro interior mínimo de la embocadura y la ovalación de ésta se deben ajustar a lo expuesto en la norma UNE-EN 17176-2:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O).

3.3.32.4.5 *Ovalación*

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 ovalación deber ser conformes con el grado M de la Norma ISO-11922-1:2018.

3.3.32.5 Características mecánicas

3.3.32.5.1 *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, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O)

3.3.32.5.2 *Resistencia a la presión interna de los tubos*

Los tubos resistirán sin reventar ni fugar 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, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O), y en base al ensayo de las Normas UNE-EN ISO 1167:2006, parte 1 y 2, Tubos, accesorios y uniones en materiales termoplásticos para la conducción de fluidos. Determinación de la resistencia a la presión interna.

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

Los tubos con embocadura integrada resistirán sin reventar ni fugar 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, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O), y en base al ensayo de las Normas UNE-EN ISO 1167:2006, parte 1 y 4, Tubos, accesorios y uniones en materiales termoplásticos para la conducción de fluidos. Determinación de la resistencia a la presión interna.

3.3.32.5.4 *Resistencia al impacto externo a 0°C*

Los tubos ensayados a impacto 0°C de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 3127:2018, Tubos en materiales termoplásticos. Determinación de la resistencia a choques externos. Método de la esfera de reloj. (ISO 3127:1994), 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-EN 17176-2:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no

plastificado orientado (PVC-O). Parte 2: Tubos. El radio del percutor de impacto será de 12,5 mm.

3.3.32.5.5 *Rigidez anular*

La rigidez anular inicial mínima de los tubos determinada conforme a la Norma ISO 9969 deberá ser superior a 4 kN/m² en todos los timbrajes. Los valores mínimos en cada timbraje deberán ser los siguientes:

Tabla 27. valores mínimos timbraje tubería PVC-O

PRESIÓN NOMINAL	12,5 bar	16 bar	20 bar	25 bar
RIGIDEZ ANULAR (KN/m2)	4	5	10	16

3.3.32.5.6 *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 17176-2:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 2: Tubos.

3.3.32.6 *Características fisicoquímicas*

Respecto a las características físicas de los materiales la resina de PVC deberá tener un valor K ≥ 64 conforme a la Norma EN ISO 13229:2012, Sistemas de canalización en materiales termoplásticos para aplicaciones sin presión. Tubos y accesorios de poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Determinación del índice de viscosidad y el cálculo del valor-K. (ISO 13229:2010).

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

Tabla 28. Características a cumplir del tubo

CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO
Temperatura Vicat del tubo base o tubo sin orientar.	≥ 80 °C Norma UNE-EN17176-2:2019 apartado 10 tabla 8	ISO 2507-1:2018

Ensayo de tracción axial ¹	≥ 48 MPa Norma UNE-EN17176-2:2019 apartado 10 tabla 8	UNE-EN ISO 6259-1:2015 ISO 6259-2:2015
Resistencia al diclorometano ¹ tubo base o tubo sin orientar	Sin ataque No deben considerarse como ataque los puntos aislados inferiores a 2 mm Norma UNE-EN17176-2:2019 apartado 10 tabla 8	UNE-EN ISO 9852:2018
Calorimetría diferencial de barrido (DSC) ¹	T _B ≥185°C o ≥180°C en formulaciones basadas en CaZn o compuestos orgánicos Norma UNE-EN17176-2:2019 apartado 10 tabla 8	ISO 18373-1:2007
Conductividad térmica	0,14-0,18 Kcal / m. h. °C	UNE-EN 12667:2002
Coefficiente de dilatación lineal	8 x 10 ⁵ m/m °C	UNE 53126:2014
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.		

El número de probetas a ensayar mínimo para el ensayo de tracción de tubos de DN mayores de 250 no será en ningún caso inferior a 8.

El valor K es una característica medible sobre la resina. El valor tiene que ser superior a 64.

3.3.32.6.1 *Características químicas*

Los tubos de PVC no deben contener más de 1 ppm de monómero de cloruro de vinilo determinado por medio de cromatografía en fase gaseosa con “espacio de cabeza” de acuerdo con el método de la Norma UNE-EN ISO 6401:2009, Plásticos. Poli (cloruro de vinilo). Determinación del cloruro de vinilo monómero residual. Método por cromatografía de gases.

3.3.32.7 *Materiales*

Los materiales básicos que constituirán los tubos de PVC son los siguientes:

- Resina/polvo de Poli (cloruro de Vinilo) técnicamente pura (menos del 1% de impurezas) de acuerdo a los términos expresados en la norma UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O).
- Aditivos, tales como lubricantes, estabilizadores, colorantes o modificaciones de las propiedades finales, que mejoren la calidad del producto. No deben añadirse sustancias plastificantes, ni utilizarse estos aditivos en cantidades tales que puedan dar lugar a elementos tóxicos, que puedan provocar crecimientos microbianos o perjudicar el proceso de fabricación, así como afectar desfavorablemente a las

propiedades físicas, químicas, organolépticas o mecánicas del material, especialmente en los que se refiere a la resistencia a largo plazo y al impacto.

Los materiales que constituyan la tubería, una vez transformados, no deberán modificar sus características, ni ser solubles en el agua, ni darle sabor ni olor, ni debe afectar negativamente a la calidad del agua potable, debido a posibles usos agropecuarios.

Las características físicas del material que constituye la pared de los tubos en el momento de su recepción en obra serán las de la norma UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O).

Las tuberías de PVC se fabricarán en instalaciones especialmente preparadas con todos los dispositivos necesarios para obtener una producción sistematizada y con un laboratorio mínimo necesario para comprobar por muestreo al menos las condiciones de resistencia y valoración exigida al material.

3.3.32.7.1 *Aspecto, color y terminación*

Los tubos y accesorios deberán presentar su superficie (interior y exterior) lisa y una distribución uniforme de color en todo el espesor de la pared. Los extremos estarán cortados en sección perpendicular a su eje longitudinal, mediante un corte limpio. El extremo macho irá biselado y el extremo hembra terminará en una embocadura termoconformada donde irá incorporada una junta elastomérica.

El material de los tubos y la superficie de sus paredes interna y externa estarán exentos de grietas, arañazos, granulaciones, burbujas o faltas de homogeneidad de cualquier tipo.

La rugosidad del tubo será menor o igual a la considerada en los cálculos del proyecto de referencia al cual irán destinados los tubos, a determinar por el promotor en cada caso.

Las paredes serán suficientemente opacas para impedir el crecimiento de algas o bacterias, cuando las tuberías queden expuestas a la luz solar.

Los tubos deberán recepcionarse protegidos por un material opaco que los proteja de las radiaciones ultravioletas. El fabricante certificará el periodo máximo que puede permanecer el material embalado con el protector opaco expuesto a la radiación solar.

3.3.32.8 Sistemas de unión

Las uniones de los tubos a presión, y de éstos con sus accesorios, serán en todo caso con junta de estanqueidad elastomérica.

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.

Las juntas de estanqueidad podrán estar 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 681-1:1996+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.

Se admiten igualmente juntas de estructura de EPDM provista por segmentos plásticos de polipropileno embebidos en el EPDM resistiendo la extrusión de la junta.

El timbraje mínimo exigido en las uniones es el mismo que para el resto del tubo definido como su presión nominal.

El suministro de tubos deberá salir de fábrica con la junta instalada.

Además, las juntas elastoméricas no deberán contener agentes químicos que pudieran causar un efecto negativo en los tubos o accesorios y en la calidad del agua.

El material de las juntas de estanqueidad elastoméricas empleadas para las uniones de tubos debe ser conforme a la 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, y debe estar conforme con la clase apropiada (clase dureza IHRD entre 50 y 60, conforme la norma UNE-EN 681-1:1996/A1/A2/A3:2006). Asimismo, la junta de estanqueidad no deberá tener ningún efecto desfavorable sobre las propiedades del tubo y no deberá afectar al conjunto de ensayo de forma que no se cumpla con los requisitos funcionales especificados en la UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O).

Las dimensiones de las embocaduras para unión por junta elastomérica se corresponderán a lo especificado en la UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para

suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Sus características principales son

- Diámetro interior medio de la embocadura.
- Ovalación máxima admitida.
- Profundidad mínima de embocamiento.
- Longitud de entrada de embocadura y de la zona de estanquidad.

El lubricante que se emplee en las operaciones de unión de los tubos con junta elástica no deberá ser agresivo, ni para el material del tubo, ni para el anillo elastomérico. Además, estará exento de aceites o de grasas minerales.

Todos los elementos deberán permitir el correcto acoplamiento del sistema de unión para que éste sea estanco; a cuyo fin, los extremos de cualquier elemento estarán perfectamente acabados para que las uniones sean impermeables a lo largo de la vida útil de la conducción, sin defectos que repercutan en el ajuste y montaje de las mismas, evitando tener que forzarlas. En cualquier caso, la conducción se debe ajustar a la norma UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O).

El fabricante deberá presentar planos y detalles de las juntas y características de los materiales de éstas.

Los tubos de PVC se suministrarán con el tipo de extremo siguiente: Embocadura integral para junta elastomérica (en un extremo), para unión con ajuste suave en el otro.

En la elección del tipo de junta se tendrá en cuenta las solicitudes a las que va a ser sometida y la agresividad del terreno y del fluido y otros agentes que puedan alterar los materiales que forman la junta.

La unión integrada con junta elastomérica consistirá en una junta elastomérica de sellado localizada en la embocadura integrada en el tubo o accesorio. El elemento de sellado (la junta) se comprimirá para formar una unión resistente y hermética a la presión cuando el extremo macho del tubo o accesorio se inserte dentro de la embocadura. Los perfiles de la junta y de la embocadura dependen de los diseños individuales de los fabricantes. Las juntas a utilizar deben ser aquellas suministradas por el fabricante.

Las juntas de estanqueidad no deberán tener ningún efecto desfavorable sobre las propiedades del tubo. Las juntas serán diseñadas para resistir los esfuerzos mecánicos sin debilitar la resistencia de los tubos, no producir alteraciones apreciables en el régimen hidráulico de la tubería, ser durables los elementos que la componen ante las acciones agresivas externas e

internas y deben ser estancas en el intervalo de presión de uso del tubo con el límite de presiones para cada presión nominal definido en la norma UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O).

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.

Los montajes con uniones con junta de estanqueidad elastomérica deberán cumplir la Norma UNE-EN 17176-5:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 5: Aptitud al uso del sistema.

Los montajes con uniones con junta de estanqueidad elastomérica con desviación angular se ensayarán según la norma UNE EN ISO 13845:2015, Sistemas de canalización en materiales plásticos. Juntas de estanqueidad elastoméricas con conexión tipo anillo para su uso con tuberías de presión termoplásticas. Método de ensayo de estanqueidad a presión interna y con desviación angular.

Las juntas tendrán marcado CE.

3.3.32.9 Marcado

Los elementos de marcado estarán impresos o marcados directamente sobre el tubo a intervalos máximos de 1 m de forma que sea legible después del almacenamiento, exposición a la intemperie 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.
- Marcado mínimo requerido:
- Norma de referencia: UNE-EN 17176:2019.
- Nombre del fabricante y/o marca comercial
- Material: PVC-O
- Diámetro exterior nominal x espesor de pared
- Presión nominal
- Información del fabricante: un nombre o código para la ciudad de fabricación (si el fabricante produce en diferentes lugares), el periodo de fabricación, año, en cifras o en código e identificación de la línea de extrusión, si procede.

3.3.32.10 Marcado de accesorios de PVC-O

Los elementos de marcado se deben imprimir o conformar directamente sobre el accesorio de tal forma que, tras el almacenamiento, exposición a la intemperie, manipulación e instalación, permanezcan legibles durante el uso de los productos.

MARCADO MÍNIMO EXIGIDO

El marcado mínimo exigido en los accesorios de PVC-O debe ser conforme con la siguiente tabla, extraída de la parte 3 de la Norma UNE-CEN/TS 17176-3:2022 EX, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 3: Accesorios.

Tabla 29. Marcado mínimo exigido en accesorios PVC-O

Aspectos	Marcado o símbolo
- Número de esta especificación técnica	CEN/TS 17176-3
- Nombre del fabricante y/o marca comercial	xyz
- Material	PVC-O
- Diámetro exterior nominal d_n	por ejemplo, DN 110
- Presión nominal PN	por ejemplo, PN 16
- Coeficiente de diseño C	C = 1,6
- Información del fabricante ^a	por ejemplo, mm aaaa
a Para facilitar la trazabilidad, se debe especificar la siguiente información: <ul style="list-style-type: none"> - periodo de producción, el año y el mes, en cifras o en código; - nombre o código del lugar de producción, si el fabricante produce en diferentes lugares, a nivel nacional y/o internacional. 	

MARCADO ADICIONAL

Los accesorios de PVC-O que se ajustan a la parte 3 de la Norma UNE-CEN/TS 17176-3:2022 EX, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 3: Accesorios, y que también cumplen otra norma o normas se pueden marcar de forma adicional con el número de las otras normas, junto con el marcado mínimo exigido por ellas.

3.3.32.11 Accesorios para tuberías

Los accesorios serán de acero, siempre provistos de adaptadores y juntas adecuadas para su conexión con los tubos de PVC-O. En el caso de seleccionar accesorios de PVC-O serán

conformes a las prescripciones fijadas en los diferentes apartados de la parte 3 de la Norma UNE-CEN/TS 17176-3:2022 EX, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 3: Accesorios.

En todos los casos su resistencia a la presión interna deberá ser como mínimo igual a la del tubo a que se conecten.

Las juntas elastoméricas serán en función del tipo de accesorio conforme al siguiente cuadro:

Tabla 30. Juntas elastoméricas en función del tipo de accesorio

	Material de la junta
Accesorios de fundición	- EPDM
Accesorios de acero	- Doble anillo de EPDM y polipropileno (igual a la del tubo) - Estructura de EPDM y segmentos plásticos de PP - EPDM

En cualquier caso, las juntas de los accesorios garantizarán su completa estanqueidad y su dureza mínima será IHRD 60±5 conforme la norma 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

La profundidad mínima del acoplamiento entre tubo y accesorios de diferente material al del tubo deberán ser comprobados conforme a las indicaciones del Anexo B incluido en la norma UNE-EN 17176-2:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 2: Tubos. El resto de las dimensiones de las piezas quedarán definidas en el pliego de prescripciones técnicas de los elementos singulares de la red de riego, en el apartado 3.3.48 «Piezas especiales de calderería»

Lo ideal para garantizar la estanqueidad en las uniones entre tubo y los accesorios de acero o fundición es que el fabricante del accesorio proceda o haya procedido en el último año a realizar los pertinentes ensayos de prueba de estanqueidad conforme a la gama de accesorios a utilizar en la obra. A raíz del resultado satisfactorio de los ensayos se expedirá por el fabricante del accesorio el correspondiente certificado para conectar con la tubería.

El fabricante de la tubería deberá aportar su experiencia en el uso de los accesorios elegidos, debiendo aportar, en caso de disponerla, de cuanta documentación pueda probar el correcto funcionamiento de su tubería con los accesorios elegidos.

En caso de no disponer de certificado de los accesorios se deberá seleccionar una muestra de cada tipo y realizar la correspondiente prueba de estanqueidad. El ensayo consistirá en probar para cada diámetro, y durante una hora, la estanqueidad del conjunto tubo/accesorio/tubo a 1,1 veces la presión de nominal de la tubería sin posibilidad de fuga. Dichos ensayos deberán ser supervisados por una empresa de control de calidad externa contratada a tal efecto y, tanto el coste de los ensayos como el de la supervisión por la empresa de control de calidad, deberán ser abonados por el Contratista conforme al porcentaje de control de calidad firmado en el contrato de ejecución de las obras.

3.3.32.11.1 *Accesorios PVC-O con embocaduras integradas*

Los accesorios de PVC-O con embocaduras integradas deben ser conformes con el apartado 7.4 de la Norma EN 17176-2:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 2: Tubos.

Para los extremos machos, se debe declarar la $h_{1,\text{mín}}$ y, para las embocaduras, la $l_{s,\text{máx}}$ y $m_{\text{mín}}$.

3.3.32.11.2 *Accesorios PVC-O con extremos lisos*

Los accesorios de PVC-O con extremos lisos deben ser conformes con el apartado 7.6 de la Norma EN 17176-2:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 2: Tubos.

La longitud del extremo liso (longitud de inserción) debe asegurar la completa inserción del extremo macho en la embocadura del tubo.

Para los extremos macho, se debe declarar la $h_{1,\text{mín}}$.

3.3.32.11.3 *Dimensiones recomendadas para accesorios de PVC-O*

Generalidades

Este anexo proporciona las dimensiones geométricas preferentes con relación a las cotas de diseño, los radios de curvatura y los ángulos para los accesorios de PVC-O. Todas estas dimensiones están basadas en la Norma EN ISO 1452-3:2011, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 3: Accesorios, y se deben incluir en el dossier de información técnica del fabricante.

Codos

La longitud mínima del extremo macho $l_{1,\min}$ debe asegurar la inserción total del extremo macho en la embocadura del tubo y debe ser declarado por el fabricante.

La siguiente ilustración muestra ejemplos de codos con sus dimensiones correspondientes.

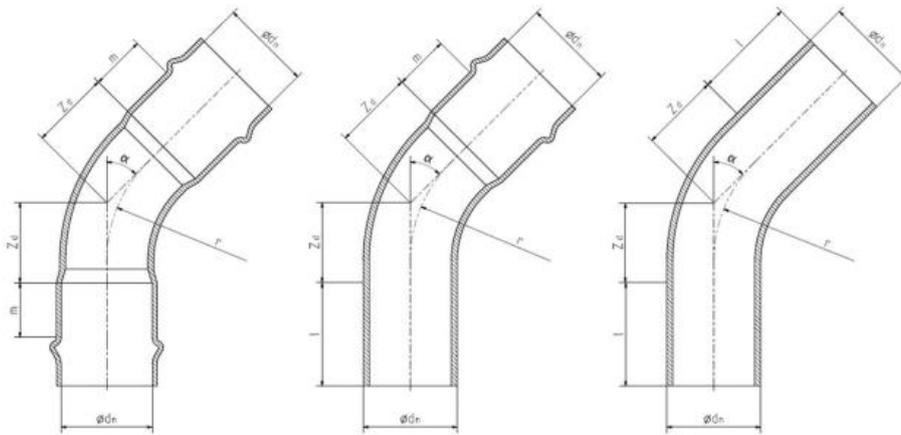


Ilustración 1.Ejemplos de codos PVC-O

El radio mínimo de curvatura y las cotas de diseño mínimas para codos de PVC-O se especifican en la siguiente tabla:

Tabla 31.Radio mínimo de curvatura y cotas mínimas de montaje para codos

Medidas en milímetros

Diámetro nominal d_n	Radio mínimo de curvatura r_{min}^a	Cota mínima de diseño ^b $Z_{d,min}$					
		ángulo (α)					
		11°	22°	30°	45°	60°	90°
63	94	19	28	35	49	64	104
75	112	22	33	41	58	76	124
90	135	26	40	50	69	91	149
110	165	32	49	61	85	112	182
125	187	37	55	69	96	127	206
140	210	41	62	77	108	142	231
160	240	47	71	88	123	163	264
180	270	53	79	99	139	183	297
200	300	59	88	110	154	203	330
225	337	66	99	124	174	229	371
250	375	74	110	138	193	254	413
280	420	82	124	155	216	284	462
315	472	93	139	174	243	320	520
355	532	105	157	196	274	361	586
400	600	118	177	221	309	406	660
450	675	132	199	248	347	457	743
500	750	147	221	276	386	508	825
560	840	165	247	309	432	569	924
630	945	185	278	348	486	640	1 040

a r_{min} se calcula según la fórmula: $r_{min} = 1,5 d_n$.

b $Z_{d,min}$ se calcula según la fórmula: $Z_{d,min} = (1,5 d_n \times \tan \alpha/2) + 0,15 d_n$.

Reducciones

La longitud mínima del extremo macho $l_{1,min}$ debe asegurar la inserción total del extremo macho en la embocadura del tubo y debe ser declarado por el fabricante.

La siguiente ilustración muestra ejemplos de reducciones con sus dimensiones correspondientes.

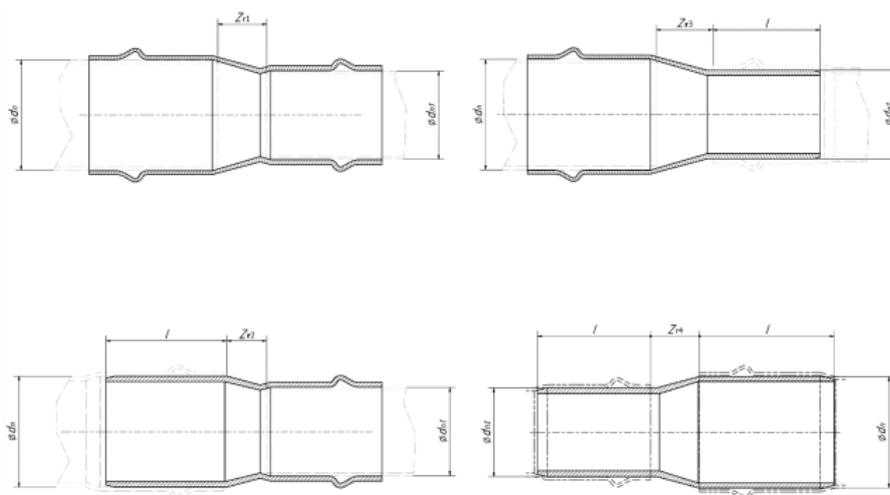


Ilustración 2. Ejemplos de reducciones PVC-O

Las cotas mínimas de diseño para las reducciones de PVC-O se especifican en la siguiente tabla:

Tabla 32. Radio mínimo de curvatura y cotas mínimas de montaje para reducciones

Medidas en milímetros

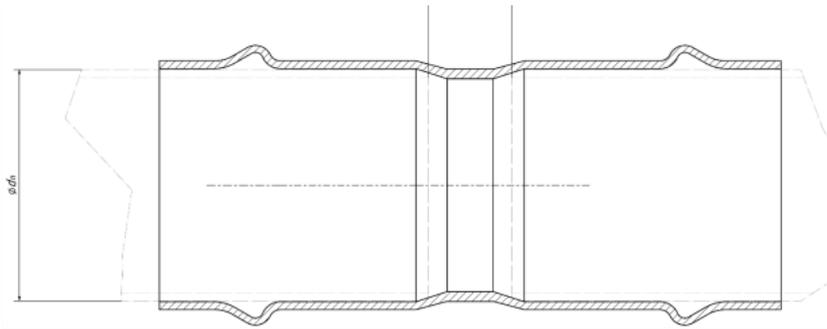
Diámetros nominales		Cotas mínimas de diseño		
d_n	d_{n1}	$Z_{r1, \text{min.}} / Z_{r4, \text{min.}}$	$Z_{r2, \text{min.}}$	$Z_{r3, \text{min.}}$
75	63	3	6	34
90	63	4	14	62
	75	4	8	41
110	75	5	18	79
	90	5	10	53
125	90	5	18	81
	110	5	8	47
140	90	7	25	109
	110	7	15	76
	125	7	8	50
160	110	7	25	113
	125	7	18	88
	140	7	10	62
200	140	10	30	137
	160	10	20	103

Medidas en milímetros

Diámetros nominales		Cotas mínimas de diseño		
d_n	d_{n1}	$Z_{r1, \text{min.}} / Z_{r4, \text{min.}}$	$Z_{r2, \text{min.}}$	$Z_{r3, \text{min.}}$
225	160	15	33	150
	200	15	13	81
250	160	20	40	168
	200	20	15	93
	225	20	10	47
315	200	25	45	215
	225	25	20	168
	250	25	15	121
355	225	30	50	243
	250	30	25	196
	315	30	20	75
400	250	35	55	280
	315	35	30	159
	355	35	25	84

Embocaduras dobles

La siguiente ilustración muestra un ejemplo de las embocaduras dobles típicas con sus dimensiones correspondientes.


Figure C.3 - Embocaduras dobles típicas
Ilustración 3. Embocaduras dobles típicas PVC-O

La cota Z mínima para embocaduras dobles se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 33. Cotas Z para embocaduras dobles

Medidas en milímetros

Diámetro nominal de la embocadura	Cota Z _c mínima	Diámetro nominal de la embocadura	Cota Z _c mínima
63	2	250	8
75	3	280	8
90	3	315	8
110	4	355	8
125	4	400	8
140	5	450	8
160	5	500	8
180	5	560	8
200	6	630	8
225	7	-	-

3.3.32.12 Documentación a aportar antes de recibir en obra el pedido

Antes de recibir en la obra el pedido se aportará la siguiente documentación, a instancias del promotor:

- Resultados de comprobaciones y ensayos realizados a las tuberías de PVC para cada uno de los lotes suministrados.
- Ensayos respecto a los requerimientos de materiales expresados en el punto 5 de la Norma UNE-EN 17176:2019.

- Ensayos respecto a los requerimientos de los montajes con uniones con junta de estanqueidad elastomérica expuestos en la norma UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O), incluyendo los ensayos de estanqueidad a largo plazo conforme a la norma ISO 13846:2001, Sistemas de canalización en materiales plásticos. Uniones y juntas resistentes o no al efecto axial para sistemas de canalización en materiales termoplásticos para conducción a presión. Método de ensayo de estanquidad a largo plazo con presión hidráulica interior.

3.3.32.13 Embalaje, manipulación y transporte

El embalaje y transporte será realizado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, previamente aprobadas por el promotor. 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. Se inspeccionarán uno a uno todos los elementos que componen el suministro, haciendo constar por escrito las incidencias que se observen.

El fabricante certificará el periodo máximo que puede permanecer el material embalado con el protector opaco expuesto a la radiación solar, indicando los condicionantes en cada caso.

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.

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 paletizados y protegidos con un plástico opaco fijado con los flejes del paletizado 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.

La entrega de la tubería en obra, se realizará con camiones abiertos, salvo aceptación excepcional del promotor del transporte en camiones cerrados por falta de disponibilidad, urgencia en el suministro u otros casos especiales.

No se admitirán suministros a obra de tubos anidados.

3.3.32.14 Características técnicas específica

La empresa fabricante se encargará dentro de su control de calidad interno de llevar a cabo el ensayo de presión de rotura.

La presión de rotura de tubo a 20 °C, ensayado a continuación de la prueba de presión interna de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 1167-1:2006, Tubos, accesorios y uniones en materiales termoplásticos para la conducción de fluidos. Determinación de la resistencia a la presión interna. Parte 1: Método general, para las diferentes presiones de diseño de los tubos deberá ser superior a los valores de la siguiente tabla:

Tabla 34. Resistencia a presión interna tuberías PVC-O

PRESIÓN NOMINAL	12,5 bar	16 bar	20 bar	25 bar
PRESIÓN ROTURA	32 bar	38 bar	48 bar	60 bar

Se garantizarán los valores de rigidez anular inicial mínimos de la siguiente tabla determinada conforme a la Norma ISO 9969.

Tabla 35. Valores de rigidez anular inicial mínimos tuberías PVC-O

PRESIÓN NOMINAL	12,5 bar	16 bar	20 bar	25 bar
RIGIDEZ ANULAR (KN/m²)	4	6	11	20

3.3.32.15 Plan de aseguramiento de calidad

3.3.32.15.1 Generalidades y definiciones

El Constructor/ Proveedor deberá aportar Certificado de Producto del Fabricante, emitido por un organismo formalmente acreditado conforme a las normas europeas relativas a la certificación para los diámetros y presiones relativos a esta obra conforme a la norma UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O), para los diámetros y presiones necesarios.

Para que este certificado de calidad se considere válido a los efectos de este pliego, deberá haber sido emitido por Organismo Acreditado conforme a la norma UNE-EN-ISO/IEC 17065:2012, Evaluación de la conformidad. Requisitos para organismos que certifican productos,

procesos y servicios. Esta acreditación deberá haber sido realizada por ENAC o por Organismos de Acreditación con los que ENAC tenga suscritos Acuerdos Multilaterales de Reconocimiento (MLA), y en el alcance de la misma deberá estar incluido el producto objeto del presente concurso.

El Constructor/ Proveedor podrá ser requerido para aportar los ensayos realizados por el Fabricante y auditados por organismo formalmente acreditado conforme a las normas europeas relativas a la certificación para llevar a cabo la certificación de ISO 9001 para este sector, respecto a los requerimientos de los montajes con uniones con junta de estanqueidad elastomérica expuestos en la norma para los diámetros y presiones para los diámetros y presiones UNE-EN 17176 -5:2019, incluyendo los ensayos de estanqueidad a largo plazo conforme a la norma ISO 13846:2001, Sistemas de canalización en materiales plásticos. Uniones y juntas resistentes o no al efecto axial para sistemas de canalización en materiales termoplásticos para conducción a presión. Método de ensayo de estanquidad a largo plazo con presión hidráulica interior, o equivalente.

El certificado de calidad deberá, asimismo, recoger expresamente el alcance de la certificación y ajustarse al contenido establecido en el artículo 7.7.1 de la norma UNE-EN-ISO 17065:2012, Evaluación de la conformidad. Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios, con un detalle de la tipología de tubería que ampara, desglose de DN, PN y centro de Producción.

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.

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

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

- a) Cada 2 horas examen visual del aspecto general (acabado exterior e interior de la pared del tubo).
- b) Cada 4 horas pruebas dimensionales (diámetro exterior tubo, ovalización tubo, espesor tubo, bisel tubo, diámetro interior copa y longitud copa).

3.3.32.15.2 *Plan general y plan específico de ensayos*

El Plan de General de Ensayos para tuberías plásticas viene definido en el documento/ anexo adjunto denominado **“Plan de Aseguramiento de la Calidad para Tuberías Plásticas”**.

A grandes rasgos, el Plan General de ensayos se basa en la definición de dos tipos de ensayos:

- Ensayos de autocontrol.
- Ensayos de contraste.

Por defecto y como mínimo, se definirá un Plan General de Ensayos aleatorio que incluirá ensayos de contraste en laboratorio externo para verificar las propiedades de los tubos suministrados. Salvo que el Plan de Calidad específico concrete otra cosa se realizarán, por cada 1.500 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o superior a 315 mm o por cada 3.000 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o inferior a 250 mm y se ensayará, al menos, dos características mecánicas (tracción, impacto, rigidez, presión interna –a tubo o embocaduras-) y se realizará control dimensional.

El Plan Específico de Ensayos de la Actuación requerirá una definición específica del número y tipo de ensayos que se llevarán a cabo, especificando que propiedades mecánicas (2 al menos) se ensayan a cada referencia (DN/PN).

3.3.32.15.3 *Ensayos en fábrica y/o laboratorio externo*

Salvo que el Plan Específico de Ensayos de la Actuación concrete otra cosa, se realizarán en laboratorio externo, por cada 1.500 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o superior a 315 mm o por cada 3.000 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o inferior a 250 mm se ensayará, al menos, dos características mecánicas (tracción, impacto, rigidez, presión interna –a tubo o embocaduras-) y se realizará control dimensional.

Sólo si las circunstancias de ejecución y programación de la obra, así lo requieren, se podrá plantear realizarlos, en exclusiva, en el laboratorio de fábrica para agilizar los tiempos, siempre con el

beneplácito del Promotor/ Director de Obra. Dichos ensayos deberán ser supervisados por empresa externa contratada expresamente por el Constructor para realizar dichas labores. La empresa de control de calidad deberá acreditar experiencia previa en la realización de dicho tipo de ensayos. Así mismo la Dirección de Obra estará autorizada a presenciar dichas pruebas. Se realizarán, al igual que en el laboratorio externo, por cada 1.500 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o superior a 315 mm o por cada 3.000 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o inferior a 250 mm se ensayarán, al menos, dos características mecánicas (tracción, impacto, rigidez, presión interna –a tubo o embocaduras-) y se realizará control dimensional.

3.3.32.15.4 *Ensayos a realizar*

Control dimensional de tubo y embocadura:

Tal como se define en la Norma UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O).

Presión interna a tubo y/o a embocaduras:

Los tubos deben resistir sin reventamiento ni fuga el esfuerzo hidrostático inducido por la presión hidrostática interna cuando se ensaye de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 1167-1-2:2006, Tubos, accesorios y uniones en materiales termoplásticos para la conducción de fluidos. Determinación de la resistencia a la presión interna. y la Norma UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O).

Resistencia al Impacto:

Tal como se define en la Norma UNE-EN ISO 3127:2018, Tubos en materiales termoplásticos. Determinación de la resistencia a choques externos. Método de la esfera de reloj.

Determinación de las propiedades de Tracción:

Tal como se define en la Norma ISO 6259-2:2020, hermoplastics pipes - Determination of tensile properties.

Rigidez anular

Tal como se define en la Norma ISO 9969:2016, Tubos de materiales termoplásticos. Determinación de la rigidez anular.

3.3.32.15.5 Determinación del plan de ensayos

De manera general, el Plan General de Ensayos previsto para su realización en laboratorio recogerá, como mínimo, los controles indicados en la tabla que a continuación se adjunta:

Tabla 36. Controles según plan general de ensayos tuberías PVC-O

PARÁMETRO	REQUISITO	REFERENCIA	METODO DE ENSAYO
Control dimensional: - <u>Diámetro exterior</u> - <u>Espesor</u> - <u>Ovalación</u>	<u>DE: Grado C de norma ISO 11922-1</u> <u>Espesor: Según fabricante o, por defecto, Grado W de norma ISO 11922-1</u> <u>Ovalación: Grado M de norma ISO 11922-1</u>	<u>Punto 7.3</u> <u>UNE-EN 17176-2.</u>	UNE-EN ISO 3126
Control dimensional: - <u>Dimensiones de las embocaduras</u>	<u>Ver valores y tolerancias en norma de ref.</u>	<u>Punto 7.4 UNE-EN 17176-2 juntas de estanqueidad elastoméricas</u> <u>Punto 7.5 para uniones por encolado</u>	UNE-EN ISO 3126
Control dimensional: - <u>Extremos lisos de los tubos para las uniones con juntas elastoméricas.</u>	<u>Angulo mínimo de chafán (β):</u> $12^\circ \leq \beta \leq 15^\circ$	<u>Punto 7.6. Figura 1.</u> <u>UNE-EN 17176-2</u>	UNE-EN ISO 3126
Tracción uniaxial	Esfuerzo mínimo ≥ 48 MPa	<u>Punto 10. Tabla 4.</u> <u>UNE-EN 17176-2</u>	UNE-EN ISO 6259-1e ISO 6259-2
Resistencia al Diclorometano a una temperatura dada	Sin ataque en ninguna zona de la superficie de la probeta	<u>Punto 10. Tabla 8.</u> <u>UNE-EN 17176-2</u>	ISO 9852
Resistencia a presión hidrostática 20° C durante 10 h	Sin fallo durante el ensayo	<u>Punto 9.1 UNE-EN 17176-1</u>	UNE-EN ISO 1167-1 UNE-EN ISO 1167-2
Resistencia al impacto	Porcentaje Real de Roturas (TIR) $\leq 10\%$	<u>Punto 9.2. Tabla 6.</u> <u>UNE-EN 16176-2</u>	EN ISO 3127
Rígidez anular	Ver valores y tolerancias en norma de ref.	<u>Punto 9.3. tabla 7</u> <u>UNE-EN 17176-2</u>	EN ISO 9969
<p><i>Traducciones no literales extraídas de la ISO 11922-1:</i> <i>Grado C: Para todos los diámetros exteriores, la tolerancia será de $0,003 \cdot d_n$, redondeando a 0,1 mm, con un valor mínimo de 0,3 mm y un valor máximo de 2,00 mm;</i> <i>Grado W Ver tabla 6 de la ISO 11922-1. Para todos los valores de espesor mínimo superiores a 50 mm, la tolerancia será de $(0,1 \cdot e_{\min} + 0,2)$ mm, redondeando a 0,1 mm;</i> <i>Grado M: La tolerancia será de $0,024 \cdot d_n$, redondeando a 0,1 mm, con un valor mínimo de 1,00 mm</i></p>			

3.3.33 Tubería de acero

3.3.33.1 Normativa y generalidades

Clasificación

Los tubos de acero se clasificarán por el diámetro nominal (DN), por el espesor nominal (e) y por el tipo de acero empleado (por el valor de su límite elástico).

Normativa aplicable

Los tubos de acero cumplirán las especificaciones establecidas en las siguientes normas vigentes:

- UNE-EN 10217-1:2019, Tubos de acero soldados para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 1: Tubos de acero no aleado soldados eléctricamente y soldados por arco sumergido con características especificadas a temperatura ambiente.
- UNE-EN 10224:2003, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para el consumo humano. Condiciones técnicas de suministro.
- UNE-EN 10025:2006, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras.
- UNE-EN 10289:2003, Tubos y accesorios de acero para canalizaciones enterradas y sumergidas. Recubrimientos externos a base de resina epoxi o resina epoxi modificada aplicados en estado líquido.
- AWWA C210. Recubrimientos y revestimientos de epoxi líquido para tuberías y accesorios de acero para agua.
- AWWA C222. Revestimientos y revestimientos de poliuretano para tuberías y accesorios de acero para agua.
- DIN 30670: Revestimientos de polietileno de tuberías y accesorios de acero. Requisitos y ensayos.
- Para el diseño de las piezas especiales se seguirá lo especificado en las normas: UNE-EN 10224:2003, AWWA C208: Dimensiones para accesorios fabricados en tubería de acero para agua y/o el Manual AWWA M11: Tubería de acero, guía para el diseño y la instalación.
- UNE-EN ISO 9001: Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos (ISO 9001).
- UNE-EN ISO 14001: Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso (ISO 14001).

El procedimiento de soldadura de los tubos estará regulado por las siguientes normas:

Cualificación

- UNE-EN ISO 9606-1:2017, Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros. (ISO 9606-1:2012 incluido Cor 1:2012 y Cor 2:2013).
- UNE-EN ISO 15607:2020, Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Reglas generales. (ISO 15607:2019).
- UNE-EN ISO 15609:2020, Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Especificación del procedimiento de soldeo.
- UNE-EN ISO 15614:2018,. Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Ensayo de procedimiento de soldeo.

Control y ensayos

- Normas UNE-EN ISO 10675-1:2022, UNE-EN ISO 17636-1:2013, UNE-EN ISO 4136:2022, UNE-EN ISO 5173:2011, UNE-EN ISO 17638:2017, UNE-EN ISO 3452:2022 y UNE-EN ISO 17640:2019.

3.3.33.2 Términos y definiciones

Se especifica la tubería objeto de este pliego como tubería de acero lisa con soldadura helicoidal.

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

DIÁMETROS NOMINALES: En los tubos de acero el diámetro nominal (DN) se refiere al diámetro exterior (OD). Para un mismo diámetro nominal (DN) los tubos admiten ser fabricados en distintas gamas de espesores, de modo que, para una misma capacidad hidráulica, la resistencia mecánica del tubo sea variable. Dichas variaciones de espesor se obtienen por aumento o disminución del diámetro interior (ID), manteniendo constante el valor del diámetro exterior (OD=DN).

OVALACIÓN: Se calcula, en tanto por ciento, mediante la siguiente expresión (UNE-EN 10224:2003; Dmax y Dmin son los diámetros exteriores mayor y menor de la sección del tubo):

$$\text{Ovalación (\%)} = 100 \cdot (D_{\text{max}} - D_{\text{mín}}) / DN$$

PRESIÓN NOMINAL (PN): El concepto de presión nominal en los tubos de acero solo se emplea en el caso de que se unan con bridas, en cuyo caso, el valor de PN corresponde a la máxima DP que la brida puede resistir.

3.3.33.3 Características técnicas generales y obligatorias

3.3.33.3.1 Características generales

Se especifica la tubería objeto de este pliego como: tubería de acero lisa de material S 275 JR, según norma UNE-EN 10025:2020, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras, con soldadura helicoidal y fabricada según norma UNE-EN 10224:2003, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro, revestida interiormente con pintura epoxi alimentario según UNE-EN 10289:2003, Tubos y accesorios de acero para canalizaciones enterradas y sumergidas. Recubrimientos externos a base de resina epoxi o resina epoxi modificada aplicados

en estado líquido, y/o AWWA C-210 vigentes de 400 micras, o pintura de poliuretano alimentario mínimo 200 micras según AWWA C-222 vigente de 500 micras, y exteriormente con polietileno extruido de 3 mm o poliuretano mínimo 200 micras de espesor o epoxi mínimo 400 micras de espesor según norma DIN 30670 vigente.

Tipo de extremos biselados y/o abocardados cilíndricos y/o abocardados esféricos según normas UNE-EN 10224:2003, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro y AWWA C-210 vigentes.

3.3.33.3.2 *Procedimiento de fabricación*

El tubo será conformado helicoidalmente partiendo de bobinas laminadas en caliente, y se radiografiarán de manera continua en el taller de soldadura (100 %).

Los tipos de extremos serán biselados y/o abocardados cilíndricos y/o abocardados esféricos, según normas UNE-EN 10224:2003 y AWWA C-210 vigentes (con limitación de holgura en campana según AWWA C206 vigente), con soldadura interior y exterior de 5 a 10 cordones de soldadura en ángulo según cálculo en norma AWWA M11 (preferiblemente a 45° con espesor de garganta de la suma del espesor de la tubería más la holgura entre tubos). Soldadura del tipo S.A.W. con electrodo celulósico y probada, como mínimo, al 70% por líquidos penetrantes, 20% por ultrasonidos y 10% por radiografía, o a determinar por el promotor.

La superficie interior de cualquier elemento será lisa, no pudiendo admitirse otros defectos de regularidad que los de carácter accidental o local que queden dentro de las tolerancias prescritas y que no representen merma de la calidad. La reparación de tales defectos no se realizará sin la previa autorización del promotor.

Los tubos y demás elementos de la conducción estarán bien acabados, con espesores uniformes y cuidadosamente trabajados de manera, que las paredes exteriores y especialmente las interiores queden regulares y lisas.

Todos los elementos de la conducción deberán resistir sin daños a todos los esfuerzos que estén llamados a soportar en servicio y durante las pruebas, y ser absolutamente estancos no produciendo alteración alguna en las características físicas, químicas, bacteriológicas y organolépticas de las aguas, aun teniendo en cuenta el tiempo y los tratamientos físicos-químicos a que éstas hayan podido ser sometidas.

Las piezas especiales y tuberías deben construirse en taller, realizándose en obra el menor número posible de soldaduras.

El fabricante propondrá al promotor un plan completo de fabricación de las piezas, indicando el orden y modalidad de las soldaduras con objeto de evitar al máximo las tensiones residuales.

No podrá comenzar la fabricación sin la aprobación previa del promotor. El control que se realice sobre estos elementos deberá ser ejecutado por una empresa homologada, elegida por el promotor.

Las calificaciones que se exigen a las soldaduras son las 1 y 2 (XR 1) del Instituto Internacional de Soldadura, admitiéndose la calificación 3, siempre que no existan defectos lineales. Si en algún tramo la calidad de las soldaduras no resulta aceptable, de acuerdo con lo indicado anteriormente, el fabricante corregirá el defecto y la nueva inspección de comprobación correrá de su cuenta.

En una misma soldadura no se permitirá más de dos (2) correcciones por fallo de ésta, siendo obligado a volver a empezarla de nuevo.

En las soldaduras helicoidales o las que estén sometidas a esfuerzos de consideración, se verificará el control descrito en el apartado de Control de Calidad de este pliego.

Aparte de este control se ejecutará el siguiente:

- En taller se comprobará que los soldadores que intervengan en la ejecución dispongan de los correspondientes certificados de aptitud, extendidos por Organismo competente, de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 9606-1:2017, Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros. Los gastos de estos certificados serán de cuenta del Suministrador.
- Se comprobará que la preparación de bordes y la ejecución de soldaduras se realiza en forma satisfactoria y de acuerdo con los planos y especificaciones.
- Se comprobará que los electrodos empleados son adecuados a los materiales a soldar y cumplen las condiciones del Código ASME II, Sección C y que se respetan las instrucciones de uso dadas por los fabricantes.
- Se examinarán visualmente la totalidad de los cordones, comprobando su aspecto y midiendo sus espesores.
- Se comprobará la calidad, exigiendo certificados de fábrica de las pinturas aplicadas.
- Se comprobará la correcta preparación de superficies antes de la aplicación de la pintura.

- Se comprobará la aplicación de las distintas capas y se medirán los espesores de pintura aplicados.

Control dimensional:

Se verificará un control unitario de tolerancias y dimensiones de acuerdo con los planos.

Acabado:

Se realizará un detenido examen de aspecto de los elementos terminados. Se cuidará especialmente que no existan irregularidades ni discontinuidad en las superficies en contacto con el agua, para evitar focos de oxidación.

Una vez comprobado y aprobado en taller la correcta ejecución de la tubería se procederá a levantar un certificado de aptitud con sello impreso en el tubo para poder ser transportado a obra.

3.3.33.3 Características del material

Los tubos se fabricarán en acero al carbono tipo S275 JR conforme la norma UNE-EN 10025. El acero empleado en la fabricación de los tubos y piezas especiales será dulce y perfectamente soldable.

La composición química de la colada del acero S275 JR usado en la fabricación de los tubos debe cumplir con lo especificado en la tabla siguiente:

Tabla 37. Composición química del análisis de colada para los tipos de acero S235 a S500

Designación simbólica	Designación numérica	Método de desoxidación ^b	C en % máximo para el espesor nominal del producto en mm			Si % máx.	Mn % máx.	P % máx. ^d	S % máx. ^{d e}	N % máx. ^f	Cu % máx.	Otro % máx. ^{g l}
			≤ 16	> 16 ≥ 40	> 40 ^c							
S235JR	1.0038	FN	0,17	0,17	0,20	-	1,40	0,035	0,035	0,012	0,55	-
S235J0	1.0114	FN	0,17	0,17	0,17	-	1,40	0,030	0,030	0,012	0,55	-
S235J2	1.0117	FF	0,17	0,17	0,17	-	1,40	0,025	0,025	-	0,55	-
S275JR	1.0044	FN	0,21	0,21	0,22	-	1,50	0,035	0,035	0,012	0,55	-
S275J0	1.0143	FN	0,18	0,18	0,18 ^h	-	1,50	0,030	0,030	0,012	0,55	-
S275J2	1.0145	FF	0,18	0,18	0,18 ^h	-	1,50	0,025	0,025	-	0,55	-
S355JR	1.0045	FN	0,24	0,24	0,24	0,55	1,60	0,035	0,035	0,012	0,55	-
S355J0	1.0553	FN	0,20	0,20 ⁱ	0,22	0,55	1,60	0,030	0,030	0,012	0,55	-
S355J2	1.0577	FF	0,20	0,20 ⁱ	0,22	0,55	1,60	0,025	0,025	-	0,55	-
S355K2	1.0596	FF	0,20	0,20 ⁱ	0,22	0,55	1,60	0,025	0,025	-	0,55	-
S460JR ^j	1.0507	FF	0,20	0,20 ⁱ	0,22	0,55	1,70	0,030	0,030	0,025	0,55	k
S460J0	1.0538	FF										
S460J2	1.0552	FF										
S460K2 ^l	1.0581	FF										
S500J0 ^j	1.0502	FF	0,20	0,20	0,22	0,55	1,70	0,030	0,030	0,025	0,55	k

a Véase el apartado 7.2.
b FN = no se permiten los aceros efervescentes; FF = acero totalmente calmado (véase 6.2).
c Para perfiles con espesores nominales > 100 mm, el contenido de C es por acuerdo, véase la **Opción 26**, capítulo 13.
d Para productos largos, el contenido en P y en S puede ser un 0,005% superior.
e Para productos largos, puede incrementarse el contenido máximo de S en 0,015% para mejorar la aptitud al mecanizado por acuerdo siempre que el acero se trate para modificar la morfología del sulfuro y la composición química contenga un mínimo del 0,002 0% de Ca, véase la **Opción 27**, capítulo 13.
f El valor máximo para el nitrógeno no aplica si la composición química presenta un contenido mínimo en Al total del 0,020% o, alternativamente, un mínimo del 0,015% de Al soluble en ácido o si están presentes otros elementos fijadores del nitrógeno en cantidades suficientes. En este caso, deben mencionarse en el documento de inspección los elementos fijadores del nitrógeno.
g Si se añaden otros elementos, estos deben mencionarse en el documento de inspección.
h Para espesores nominales > 150 mm: C = 0,20% máximo.
i Para espesores nominales > 30 mm: C = 0,22% máximo.
j Aplicable solo para productos largos.
k El acero puede presentar un contenido máximo en Nb del 0,05%, en V del 0,13% y en Ti del 0,05%.
l Para los elementos Ni, Cr y Mo, el valor máximo (%) está limitado a Ni = 0,42; Cr = 0,29 y Mo = 0,11.

En general, no se debe añadir ningún otro componente al acero, excepto elementos empleados para la desoxidación (tales como aluminio añadido a la colada). El niobio, vanadio y titanio pueden añadirse según lo indicado en la Norma UNE –EN 10025.

Las características mecánicas del acero S 275 JR empleado en la fabricación de los tubos serán las indicadas en la tabla siguiente:

Tabla 38. Características mecánicas del acero S 275 JR

Resistencia mínima a la tracción Rm (N/mm ²)		Límite elástico mínimo Lemín (N/mm ²) (e,mm)		Alargamiento mínimo en la rotura Amin (%)					
e≤3	3≤e≤40	e≤16	16≤e≤40	e≤1	1≤e≤1,5	1,5≤e≤2	2≤e≤2,5	2,5≤e≤3	3≤e≤4
430 a 580	410 a 560	275	265	14(L)1 2(T)	15(L)13(T)	16(L)14(T)	17(L)15(T)	18(L)16(T)	22(L)2 0(T)

Otras características técnicas de interés relativas a los materiales de fabricación de estos tubos son los valores de la densidad y del módulo de elasticidad, los cuales deben ser, respectivamente, 7.850 kg/m³ y 2,1x10⁵ N/mm².

3.3.33.3.4 *Características geométricas*

Las dimensiones y masas de los tubos cumplirán la norma UNE-EN 10224:2003, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro.

Tabla 39. Diámetros y espesores nominales de los tubos de acero

DN			Espesor nominal, e (mm)																							
Serie 1	Serie 2	Serie 3	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	4,0	4,5	5,0	5,4	5,6	6,3	7,1	8,0	8,8	10,0	11,0	12,5	14,2	16,0	17,5	20,0	22,2	25,0	
26,9		30,0																								
	31,8																									
	32,0																									
33,7		35,0																								
	38,0																									
	40,0																									
42,4		44,5																								
48,3	51,0																									
	57,0	54,0																								
60,3																										
	63,5																									
	70,0																									
76,1		73,0																								
88,9		82,5																								
	101,6																									
		108,0																								
114,3																										
	127,0																									
	133,0																									
139,7																										
		141,3																								
		152,4																								
		159,0																								
168,3																										
		177,8																								
		193,7																								
219,1																										
		244,5																								
273,0																										
323,0																										
355,6																										
406,4																										
457,0																										
508,0																										
		559,0																								
	610																									
	660																									
	711																									
	762																									
	813																									
	864																									
	914																									
	1.016																									
	1.067																									
	1.118																									
	1.168																									
	1.219																									
	1.321																									
	1.422																									
	1.524																									
	1.626																									
	1.727																									
	1.829																									
	1.930																									
	2.032																									
	2.134																									
	2.235																									
	2.337																									
	2.438																									
	2.540																									
	2.642																									
	2.743																									

Serie 1: Diámetros para los que las piezas especiales necesarias están normalizadas
 Serie 2: Diámetros para los que las piezas especiales necesarias no están normalizadas
 Serie 3: Diámetros para aplicaciones especiales para los que existen muy pocas piezas especiales normalizadas

El diámetro exterior, tendrá unas tolerancias permitidas de:

$$\pm (0,005d+1) \text{ mm, para diámetros exteriores entre 200 y 1000 mm.}$$

± 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, una ovalación máxima 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. Las tolerancias para los espesores de pared se adecuarán a lo detallado en la siguiente tabla:

Tabla 40. Diámetros y espesores nominales de los tubos de acero

Dext (mm)	Tolerancia (mm)
hasta 3 mm	+0,30-0,25
de 3 a 10 mm	+0,45-0,35
Más de 10 mm	-0,50

La longitud del tubo procedente de fábrica será generalmente de 13,5 m, pudiendo llegar hasta 16 m si se considera ventajoso para la ejecución, y debiendo ser el 90% de la cantidad de los tubos suministrados más largos que el 75% de la longitud de fabricación acordada entre el fabricante y el promotor, pero ningún tubo más corto que el 40% de la longitud de fabricación. La medida prescrita se cumplirá con una diferencia de ± 500 mm.

Salvo que, específicamente, se trate de tubos curvados, los tubos han de ser rectos, admitiéndose un defecto en su rectitud no mayor que el 0,20 % de su longitud.

En los pesos de los tubos, que serán detallados por el fabricante, serán admisibles las siguientes diferencias: +10/-3,5% para un tubo suelto o -1,75% para una carga de vagón de, por lo menos, 20 toneladas.

En relación con las piezas especiales, sus dimensiones no estarán normalizadas, sino que se determinarán en función de las necesidades del proyecto. No obstante lo anterior, en las normas: **UNE-EN 10224:2003**, **AWWA C208** y Manual **AWWA M11** se establecen unos valores para algunas tipologías específicas de piezas especiales que podrán emplearse.

3.3.33.3.5 Uniones

Los sistemas de unión de los tubos de acero podrán ser, a elección del promotor, alguno de los que se indican a continuación:

a) Uniones rígidas.

Uniones soldadas

La preparación y soldeo de las uniones debe realizarse según lo indicado en la norma UNE-EN ISO 15607:2020, Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Reglas generales, por soldadores cualificados de acuerdo con lo indicado en las normas UNE-EN ISO 9606-1:2017 Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros. y UNE-EN ISO 15607:2020, Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Reglas generales. Según como sea la soldadura, estas juntas pueden, a su vez, ser de los siguientes tipos:

- A tope.
- Mediante manguito.
- Con embocadura (junta abocardada): cilíndrica o esférica según norma AWWA C-210.

Uniones con bridas

Cuando las tuberías lleven unión con bridas, éstas serán conformes con la norma UNE-EN 1092-1:2019, Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero.

Las juntas de estanquidad de las bridas serán de EPDM de dureza nominal 70 IRHD y conformes con la norma UNE-EN 681-1/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.

Los tornillos serán de acero cincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015, Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 1: Pernos, tornillos y bulones con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino, y de métrica conforme a la norma UNE-EN ISO 4016:2023, Pernos de cabeza hexagonal. Productos de clase C.

Las tuercas serán de acero cincado de calidad 8 conforme la norma UNE-EN ISO

898-2:2013, Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 2: Tuercas con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino, y de métrica conforme a la norma UNE-EN ISO 4034:2013, Tuercas hexagonales normales, tipo 1. Producto de clase C.

Tanto tornillos como tuercas deberán ir provistos de arandelas de calidad 8 conforme a la norma UNE-EN ISO 887:2000/AC:2006, Arandelas planas para pernos, tornillos y tuercas métricos para usos generales. Plan general, y conformes a las especificaciones de la norma UNE-EN ISO 7091:2000, Arandelas planas. Serie normal. Producto de clase C.

El espesor mínimo del revestimiento del cincado que debe tener la tornillería será de un mínimo de 25 micras (condiciones de servicio en exterior exigentes según UNE-EN ISO 2081:2018 Recubrimientos metálicos y otros recubrimientos inorgánicos. Recubrimientos electrolíticos de cinc con tratamientos suplementarios sobre hierro o acero).

b) Uniones flexibles: Uniones con enchufe y anillo elastomérico.

Pueden, no obstante, emplearse otros tipos de uniones, tales como juntas con manguito o juntas de expansión y contracción.

En cada instalación se especificarán los tipos de juntas que sean de aplicación, en caso de no hacerlo se emplearán uniones soldadas a tope.

3.3.33.3.6 *Revestimiento de la tubería*

Todos los tubos y piezas especiales de acero deben contar con un sistema de protección contra la corrosión tanto exterior como interior, que asegure la adecuada protección frente al medio en que se encuentre. El sistema de protección será mediante revestimientos.

La tubería de acero dispondrá siempre de una protección mediante revestimientos exteriores e interiores. En cualquier caso, se recomienda seguir lo especificado en el "Manual de corrosión y protección de tuberías" de AEAS (2001).

Los revestimientos exteriores e interiores deben recubrir uniformemente la totalidad de los contornos de la tubería, constituyendo superficies lisas y regulares, exentas de defectos (cavidades o burbujas). Deben estar bien adheridos al acero, no descascarillándose ni exfoliándose y siendo de secado rápido.

3.3.33.3.7 *Identificación y marcado*

Los tubos 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 (kg/cm²) y el peso del tubo (kg/m).

Los datos facilitados por el fabricante serán, al menos, los siguientes:

CERTIFICADOS DE MATERIALES, que incluirá lo siguiente:

- Tipo de acero.
- Número de colada.
- Composición química.
- Características mecánicas.
- Peso.

CERTIFICADO DE FABRICACIÓN, 3.1 EN 10204, que incluirá lo siguiente:

- Resultados de los ensayos mecánicos de cada lote.
- Resultados del análisis químico de cada colada.
- Certificación pruebas de presión interior.
- Certificado de tolerancias dimensionales.

LISTADO DE EMBARQUE (PACKINGLIST), que incluirá lo siguiente para cada tubo:

- Certificación de ensayos no destructivos realizados en soldadura.
- Longitud de cada tubo.
- Peso del tubo desnudo.
- Colada de acero del tubo.
- Espesor del tubo.

Los tubos vendrán marcados según la UNE-EN 10224:2003, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro, donde cada tubo y accesorio debe marcarse de manera legible mediante

estarcido u otro procedimiento de marcado indeleble. El marcado sobre el tubo no debe comenzar a más de 300 mm de uno de los extremos, con la siguiente información en la secuencia indicada:

- Nombre de fabricante o marca de identificación.
- Norma europea de referencia para la fabricación de los tubos, UNE-EN 10224:2003, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro.
- Designación simbólica del acero utilizado.
- Espesor nominal (e mm)
- Diámetro nominal (DN mm)
- Presión normalizada en kg/cm²
- Un número de identificación, que permita la correlación del producto o unidad de suministro con los documentos relacionados.

3.3.33.3.8 *Piezas especiales*

Se colocarán piezas especiales en los puntos en que sean necesarias. La unión de las piezas especiales con las tuberías se hará con el mismo tipo de juntas usado en unión entre tuberías, o con cualquier otra que reúna las debidas garantías de funcionamiento a juicio de la Dirección de Obra. Si fuera necesario, por no ser el acople directo, se utilizarán piezas con gajos intermedias para conseguir dicha unión.

Todas las piezas especiales que sean de acero irán protegidas frente a la corrosión.

Las piezas especiales se fabricarán siempre en taller.

Para la ejecución de los codos y piezas especiales se deberá seguir, en cuanto a definición geométrica y cálculo, lo indicado en la norma AWWA C208, así como los valores de la UNE-EN 10224:2003, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro, y las recomendaciones del manual M11 de AWWA para tuberías de acero.

Las bridas deberán ser compatibles con la de los elementos de cierre, control y regulación de la red. Serán conformes con la norma UNE-EN 1092-1:2019, Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero.

3.3.33.3.9 *Banda termorretractil*

Como protección exterior anticorrosiva de las soldaduras hechas en obra en las tuberías de acero se utilizarán bandas termo-retráctiles.

Las bandas termo-retráctiles se suministran en rollos o en piezas pre-cortadas. El adhesivo estará protegido contra la suciedad mediante una lámina de polietileno desechable.

El material almacenado deberá permanecer en su caja original, no debiendo almacenarse más de cuatro (4) cajas en altura y no deberán exponerse a la luz solar directa, nieve, lluvia, polvo u otros elementos similares. Evitar almacenar el material por períodos prolongados y a temperaturas mayores de treinta y cinco (+35) °C o menores de veinte grados bajo cero (-20 °C).

Para su instalación se emplearán herramientas como la antorcha de propano con regulador, cúter, rodillo, guantes, trapo, pirómetro de contacto, disolvente (si fuese necesario).

Una vez instaladas las bandas, se comprobará lo siguiente:

- Que la banda se haya adherido por completo.
- Que el adhesivo ha fluido por ambos extremos de la banda.
- Que la superficie de la banda esté libre de defectos (comprobación con chispómetro).

3.3.33.4 *Características técnicas específicas y elegibles*

3.3.33.4.1 *Características del material*

Para la fabricación de la tubería se utilizará acero al carbono tipo S 275 JR conforme la norma UNE-EN 10025:2020, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras.

3.3.33.5 *Plan de aseguramiento de calidad*

3.3.33.5.1 *Generalidades y definiciones*

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 10224:2003+A1:2006, Tubos y accesorios de acero no aleado para la conducción de agua y otros líquidos acuosos. Condiciones técnicas de suministro, para los diámetros y espesores 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, Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos, 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 10224:2003+A1:2006, Tubos y accesorios de acero no aleado para la conducción de agua y otros líquidos acuosos. Condiciones técnicas de suministro.

3.3.33.5.2 *Control de materiales y fabricación*

Será necesario que el fabricante posea Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10224:2003+A1:2006, Tubos y accesorios de acero no aleado para la conducción de agua y otros líquidos acuosos. Condiciones técnicas de suministro, para los diámetros y espesores objeto del presente pliego, garantizando que el material es conforme con la legislación vigente y lo especificado en el Pliego de Prescripciones Técnicas.

El revestido de epoxi cumplirá con las normas UNE-EN 10289:2003, Tubos y accesorios de acero para canalizaciones enterradas y sumergidas. Recubrimientos externos a base de resina epoxi o resina epoxi modificada aplicados en estado líquido, y/o AWWA C210.

El revestido de poliuretano cumplirá con la norma AWWA C-222 vigente.

En cualquier caso, el promotor podrá solicitar la realización los ensayos y/o comprobaciones que considere necesarias para garantizar el cumplimiento del presente pliego. Como mínimo se considerarán las establecidas a continuación:

El fabricante entregará de los materiales suministrados:

- Certificado de inspección tipo 3.1 de tubería desnuda, según la norma UNE-EN 10204:2006, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano.
- Ficha técnica del material ofertado.
- Certificado emitido por auditor independiente del fabricante que acredita el cumplimiento de la norma UNE-EN 10224:2003, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano.
- Certificado emitido por auditor independiente de Declaración de prestaciones del fabricante que acredita el cumplimiento de la DIN 30670 para el revestimiento de polietileno en tuberías.
- Certificado emitido por auditor independiente de Declaración de prestaciones del

fabricante que acredita el cumplimiento de la UNE-EN 10289:2003, Tubos y accesorios de acero para canalizaciones enterradas y sumergidas. Recubrimientos externos a base de resina epoxi o resina epoxi modificada aplicados en estado líquido, y/o AWWA C-210 para el revestimiento de pintura epoxi en tuberías.

- Certificado emitido por auditor independiente de Declaración de prestaciones del fabricante que acredita el cumplimiento de la AWWA C-222 para el revestimiento de pintura de poliuretano en tuberías.
- Certificados, fichas técnicas y ensayos de los revestimientos.
- Marcado CE y declaración de prestaciones de la tubería según reglamento europeo 305/2011/UE.

Pruebas en fábrica y control de fabricación:

Las materias primas utilizadas en la fabricación de tuberías según esta especificación, deben ser ensayadas por el fabricante con las frecuencias establecidas para asegurar que cumplen con las especificaciones dadas en el momento de la compra. Cualquier material que no cumpla con las especificaciones estándares, debe ser rechazado inmediatamente.

Los tubos, piezas especiales y demás elementos de la tubería podrán ser controlados por el promotor durante el periodo de su fabricación, para lo cual aquel nombrará un representante que podrá asistir durante este periodo a las pruebas preceptivas a que deben ser sometidos dichos elementos de acuerdo con sus características normalizadas, comprobándose además dimensiones y pesos. Independientemente de dichas pruebas, el promotor se reserva el derecho de realizar en fábrica por medio de sus representantes, cuantas verificaciones de fabricación y ensayos de materiales estime precisas para el control perfecto de las diversas etapas de fabricación.

El fabricante avisará al promotor con quince días de antelación, como mínimo, del comienzo de la fabricación, en su caso, y de la fecha en que se propone efectuar las pruebas.

El promotor, en caso de no asistir por sí o por delegación a las pruebas obligatorias en fábrica, podrá exigir al fabricante certificado de garantía de que se efectuaron, en forma satisfactoria, dichos ensayos.

Para los tubos de acero helicosoldado serán obligatorios los siguientes ensayos:

- **Ensayos químicos del acero**

Se realizarán ensayos para determinar la composición química del acero de los tubos, con la

frecuencia de una vez por colada. La metodología de los ensayos será la indicada en las normas UNE correspondientes del Comité Técnico CTN 36. Las muestras extraídas de los tubos cumplirán con lo especificado por la norma UNE-EN ISO 14284:2008, Aceros y fundiciones. Toma de muestras y preparación de las mismas para la determinación de la composición química, y las probetas se obtendrán en general, de las muestras utilizadas para los ensayos mecánicos.

- **Ensayos mecánicos del acero**

Estos ensayos se realizarán a temperatura ambiente entre diez (10) a treinta (30) grados, salvo el de resiliencia que se ejecutará a la temperatura que se indica en la norma UNE-EN 10025:2020, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras.

La frecuencia de los ensayos mecánicos en los tubos y en las piezas especiales será en general, como mínimo, de una prueba por cada lote de cien tubos.

- **Ensayo de tracción**

Se realizará de acuerdo con la metodología indicada en la norma UNE-EN ISO 7500-1:2018, Materiales metálicos. Calibración y verificación de máquinas de ensayos uniaxiales estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Calibración y verificación del sistema de medida de fuerza, para determinar en el acero la Resistencia a tracción (R_m), el Límite elástico (R_e) y el Alargamiento en rotura (A). Frecuencia: una prueba por cada lote de cien tubos.

- **Ensayo de aplastamiento**

Se realizará de acuerdo con la metodología indicada en la norma UNE-EN ISO 8492:2014, Materiales metálicos. Tubos. Ensayo de aplastamiento, hasta alcanzar la altura de aplastamiento calculada mediante la expresión siguiente. Durante el ensayo no aparecerán grietas ni en el metal base ni en las soldaduras. Este ensayo no se realizará en los tubos soldados por arco sumergido.

$$H = \frac{(1 + C) \cdot e}{\frac{C + e}{D}}$$

Siendo:

H: altura de aplastamiento, en mm.

e: espesor del tubo, en mm.

D: diámetro exterior del tubo, en mm.

C: constante de valor 0,06.

Frecuencia: una prueba por cada lote de cien tubos.

- **Ensayo de resiliencia**

Se realizará de acuerdo con la metodología indicada en la norma UNE-EN ISO 148-1:2017, Materiales metálicos. Ensayo de flexión por choque con péndulo Charpy. Parte 1: Método de ensayo, para determinar la resiliencia del acero. Frecuencia: una prueba por cada lote de cien tubos.

- **Ensayos de los tubos y de las piezas especiales**

- **Examen visual**

Todos los tubos y las piezas especiales deberán someterse a un examen visual a fin de comprobar su aspecto general. A este respecto, se verificará la uniformidad de color en todos estos elementos, así como la lisura y regularidad de sus superficies interiores.

Cuando en este examen visual se observen pequeños defectos tales como incrustaciones, rebabas, pliegues de laminación, etc., podrán repararse mediante esmerilado o mecanizado, siempre y cuando el espesor del tubo reparado cumpla con lo especificado anteriormente. No se admitirán reparaciones que impliquen la deformación plástica del material.

- **Comprobaciones dimensionales**

Espesor:

El espesor de la pared de los tubos y de las piezas especiales será medido mediante instrumentación adecuada a juicio del promotor que, por ejemplo, podrá ser mecánica o ultrasónica y se realizará a intervalos regulares a lo largo de sus generatrices.

Diámetros:

El diámetro exterior de los tubos será medido mediante instrumentación adecuada a juicio del promotor como, por ejemplo, calibres, cinta métrica, plantillas, u otros útiles.

En el examen visual especificado anteriormente se comprobará que se cumple la tolerancia de la ovalación. En caso de duda se medirán los ejes mayor y menor mediante calibres a una distancia de cien milímetros (100mm) como máximo del extremo del tubo.

En cualquier caso, los equipos a utilizar deberán estar calibrados y tener una precisión de al menos un milímetro (1mm).

Longitud:

La longitud de los tubos será medida mediante instrumentación adecuada a juicio del promotor como, por ejemplo, cinta métrica. En cualquier caso, el equipo a utilizar tendrá una precisión de al menos cinco milímetros (5mm).

Rectitud:

La rectitud de los tubos, en general, se comprobará visualmente, salvo en los casos de duda en los que se hará que rueden por dos carriles o que giren alrededor de su eje con la ayuda de dos rodillos. En ambos casos la separación entre carriles y rodillos será, al menos, dos tercios de la longitud del tubo. En estas circunstancias se determinará el punto de máxima desviación respecto al eje del tubo, debiendo tal desviación ser menor que el límite fijado en el presente pliego: no mayor que el 0,20 % de su longitud.

- o **Ensayo de estanquidad**

Todos los tubos se ensayarán a estanquidad previamente a la aplicación de los revestimientos, tanto interiores como exteriores. Frecuencia: todos los tubos.

Para las pruebas de estanquidad, los tubos se colocarán en una máquina hidráulica, asegurando la estanquidad en sus extremos mediante dispositivos adecuados. Se dispondrá de un manómetro debidamente contrastado y una llave de purga.

Al comenzar la prueba se mantendrá abierta la llave de purga, iniciándose la inyección de agua y comprobando que ha sido expulsada la totalidad del aire y que, por consiguiente, el tubo está lleno de agua. Una vez conseguida la expulsión del aire se cierra la llave de purga y se eleva regular y lentamente la presión hasta que el manómetro indique que se ha alcanzado la presión máxima de prueba.

La presión hidráulica se calculará mediante la expresión adjunta, con un valor máximo de siete (7 N/mm²).

$$P_p = \frac{2 \cdot e}{DE} \cdot S$$

Dónde:

P_p: Presión de prueba en el ensayo de estanquidad, en N/mm².

S: sesenta por ciento (60%) del Límite Elástico mínimo del acero, en N/mm².

e: Espesor nominal del tubo, en mm.

DE: Diámetro exterior del tubo, en mm.

Cuando así lo indique el promotor, el valor de la presión de prueba (P_p) antes indicado podrá ser sustituido por el menor de los dos siguientes:

- * $1,5 \times P_t$, siendo P_t la presión máxima de trabajo.
- * El calculado mediante la expresión anterior con un valor de S del ochenta por ciento (80%) del límite elástico mínimo del acero.

La presión hidráulica interior se aumentará de forma constante y gradual hasta alcanzar el valor de prueba (P_p), el cual se mantendrá constante durante el tiempo necesario para comprobar que no se producen pérdidas de agua de ningún tipo, lo que se verificará mediante la aplicación de líquidos penetrantes o cualquier otro procedimiento sancionado por la práctica y todo ello aprobado por el promotor. Los eventuales poros serán reparados y el tubo se probará nuevamente hasta que no se observe ninguna fuga.

Cuando las piezas especiales se obtengan por soldadura a partir de trozos de tubo, éstos deberán haber superado el ensayo de estanquidad. En cualquier caso, las soldaduras en las que no se haya realizado dicho ensayo, deberán ser verificadas, antes de la aplicación de cualquier revestimiento, por alguno de los siguientes ensayos no destructivos:

- Líquidos penetrantes
- Partículas magnéticas
- Ultrasonidos
- Corrientes inducidas
- Radiografías

La elección del tipo de ensayo será indicada por el promotor.

Se comprobará, mediante los correspondientes cálculos mecánicos, que los cordones de soldadura resisten una presión hidráulica de $1,5 P_t$.

- **Ensayos de las soldaduras**

Los ensayos a que habrán de someterse las soldaduras realizadas en los tubos y en las piezas especiales serán como mínimo los siguientes:

- Tracción.

- Doblado.
- No destructivos

Cuando los cordones de soldadura no superen los ensayos anteriores se procederá a su reparación y posterior repetición de los citados ensayos, así como al radiografiado del cien por cien (100%) de la reparación. Estas reparaciones únicamente podrán realizarse sobre soldaduras cuyos defectos no sean excesivos, debiendo cortarse aquellas otras cuya reparación suponga la eliminación de, por ejemplo, un veinte por ciento (20%) o más de la longitud total de la soldadura. En el caso de grietas, no podrán repararse aquellas cuya longitud sea igual o superior al ocho por ciento (8%) de la longitud de la soldadura, debiendo en tal caso cortarse la misma. En cualquier caso, sobre una misma soldadura no se permitirán más de dos reparaciones.

En los tubos con soldadura helicoidal por arco sumergido, en los que son aceptables soldaduras en las chapas que los conforman, no se permitirán reparaciones en las mismas, salvo aprobación expresa del promotor.

Cualquier reparación deberá ser notificada al promotor con la antelación suficiente y ésta podrá aceptar su ejecución o no, debiendo en el primer caso aprobar el método a seguir en dicha reparación.

Ensayo de tracción

Se realizará de acuerdo con la metodología indicada en la norma UNE-EN ISO 4136:2022, Ensayos destructivos de uniones soldadas en materiales metálicos. Ensayo de tracción transversal, para determinar la resistencia a tracción de las soldaduras.

La frecuencia de este ensayo será en general, como mínimo de una prueba por cada lote de cien tubos.

Ensayo de doblado

Se realizarán ensayos de doblado en los tubos soldados por arco sumergido, con un doblado a ciento ochenta grados (180°), de acuerdo con la metodología indicada en la norma UNE-EN ISO 5173:2001 ERRATUM:2011, Ensayos destructivos en soldaduras metálicas. Ensayo de doblado.

El diámetro "D" del mandril será cuatro (4) veces el espesor del tubo. Durante el ensayo no aparecerán grietas de longitud mayor de seis milímetros (6mm) en el metal base de la soldadura ni en la línea de fusión.

La frecuencia de este ensayo será en general, como mínimo, de dos (2) pruebas por cada lote de cien (100) tubos, una por el lado de la cara y otra por el de la raíz.

Ensayos no destructivos de las soldaduras

Las soldaduras deberán ser inspeccionadas mediante algunos de los siguientes ensayos no destructivos, de acuerdo con la metodología indicada en las normas que figuran para cada caso:

- * Radiográficos o fluoroscópicos (UNE-EN ISO 10675-1:2022, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Niveles de aceptación para los ensayos radiográficos. Parte 1: Acero, níquel, titanio y sus aleaciones).
- * Ultrasonidos (UNE-EN ISO 17640:2019, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Ensayo por ultrasonidos. Técnicas, niveles de ensayo y evaluación).
- * Líquidos penetrantes (UNE-EN ISO 3452-1:2022, Ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte 1: Principios generales).
- * Partículas magnéticas (UNE-EN ISO 17638:2017, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Ensayo mediante partículas magnéticas).
- * Corrientes inducidas (ISO 10893-2:2011/A1:2021, Ensayos no destructivos de tubos de acero. Parte 2: Ensayo automático mediante corrientes inducidas para la detección de imperfecciones de tubos de acero sin soldadura y soldados (excepto por arco sumergido). Modificación 1: Cambio de dimensiones de la muesca de referencia; cambio de criterios de aceptación).

El nivel de aceptación para los ensayos radiográficos será el B ó el C de los indicados en la norma UNE-EN ISO 5817:2014, 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. En los ensayos mediante líquidos penetrantes no deberán detectarse poros a juicio del promotor y en los de ensayos ultrasónicos, con partículas magnéticas y corrientes inducidas será el L4, según lo indicado en las normas ISO 10893-11:2011/A1:2021, Ensayos no destructivos de tubos de acero. Parte 11: Ensayo automático mediante ultrasonidos del cordón de soldadura de tubos de acero soldados para la detección de imperfecciones longitudinales y/o transversales. Modificación 1: Cambio en la frecuencia del ensayo ultrasónico de transductores; cambio en criterios de aceptación, ISO 10893-3:2011/A1:2021, Ensayos no destructivos de tubos de acero. Parte 3: Ensayo automático por flujo de fuga del perímetro completo de tubos de acero ferromagnéticos sin soldadura y soldados (excepto por arco sumergido) para la detección de imperfecciones longitudinales y/o transversales. Modificación 1: Cambio de dimensiones de la entalla de referencia (ISO 10893-3:2011/Amd 1:2019), e ISO

9034:1987, Hot-rolled structural steel wide flats - Tolerances on dimensions and shape.

Como mínimo, se realizarán inspecciones de las soldaduras en este porcentaje: al 70% por líquidos penetrantes, 20% por ultrasonidos y 10% por radiografía.

En las soldaduras helicoidales o las que estén sometidas a esfuerzos de consideración, se verificará el control que debe ser al cien por cien (100%) por gamma o radiografía.

Las calificaciones que se exigen a las soldaduras son las 1 y 2 (XR 1) del Instituto Internacional de Soldadura, admitiéndose la calificación 3, siempre que no existan defectos lineales. Si en algún tramo la calidad de las soldaduras no resulta aceptable, de acuerdo con lo indicado anteriormente, el fabricante corregirá el defecto y la nueva inspección de comprobación correrá de su cuenta.

En una misma soldadura no se permitirá más de dos (2) correcciones por fallo de ésta, siendo obligado a volver a empezarla de nuevo.

En el caso de emplear soldadura longitudinal-transversal con piezas no sometidas a esfuerzos de consideración se realizará:

- Sobre costuras longitudinales: al cien por cien (100%) por ultrasonidos y control gamma o radiografías en las zonas en que se localicen defectos apreciables.
- Sobre costuras circulares: soldadas verticalmente girando progresivamente los tubos, control por muestreo con gamma o radiografía. El muestreo no será inferior, en principio, al veinte por ciento (20%) de la longitud total del cordón, incluyendo todos los cruces. En función de los resultados obtenidos, el muestreo podrá ampliarse hasta el cien por cien (100%).
- Sobre costuras circulares soldadas "in situ": control por muestreo con gamma o radiografía. Se radiografiará el cien por cien (100%) del cordón.
- o **Ensayos de control de los revestimientos**

Se realizarán ensayos de medida de espesor y ensayo de adherencia:

Ensayo de medida de espesor de película seca según SSPC-PA2. Frecuencia: todos los tubos.

Ensayo de adherencia según ASTM D4541. Frecuencia: 10 de cada 100 tubos.

Se realizarán, además, los ensayos recogidos (revestimiento interior y revestimiento exterior) según las normas AWWA C-210, AWWA C-222 y DIN 30670.

Como resumen de los ensayos obligatorios según la norma, se presenta la siguiente tabla:

Tabla 41. Características mecánicas del acero

Tipo de ensayo	Tubo sin soldadura	Tubo soldado eléctricamente	Tubo soldado por arco sumergido	Tubo soldado a tope
Análisis de colada	1 por colada	1 por colada	1 por colada	1 por colada
Ensayo de tracción	1 por unidad de inspección	1 por unidad de inspección	1 por unidad de inspección	1 por unidad de inspección
Ensayo de aplastamiento	1 por unidad de inspección	1 por unidad de inspección	–	1 por unidad de inspección
Ensayo de avance expansivo	–	1 por unidad de inspección	–	1 por unidad de inspección
Ensayo de doblado sobre la soldadura	–	–	2 por unidad de inspección	–
Ensayo de estanquidad	Todos los tubos; hidrostático o electromagnético	Todos los tubos; hidrostático o electromagnético	Todos los tubos; hidrostático	Todos los tubos; hidrostático o electromagnético
Examen visual	Véase el apartado 10.6	Véase el apartado 10.6	Véase el apartado 10.6	Véase el apartado 10.6
Verificación dimensional	Véase el apartado 10.7	Véase el apartado 10.7	Véase el apartado 10.7	Véase el apartado 10.7
Ensayo no destructivo de la soldadura	–	Todos los tubos	Todos los tubos inclusive las soldaduras de empalme entre bandas de los tubos soldados helicoidalmente	Todos los tubos
Análisis de producto (opcional)	Uno por clase de acero			
^a El ensayo de avance expansivo es una alternativa para los tubos soldados eléctricamente y soldados a tope, de diámetro igual o inferior a 150 mm y espesor inferior a 10 mm.				

3.3.33.5.3 Criterios de control

Con carácter general, para garantizar objetivamente la conformidad de los tubos y piezas especiales de acero con soldadura helicoidal se deberá cumplir lo indicado a continuación:

- El fabricante tiene implantado un sistema de control de producción en fábrica conforme a los requisitos definidos por la UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección.
- Se aportan informes de ensayo relativos a los parámetros solicitados. En estos casos, el fabricante deberá garantizar la correspondencia entre los informes de ensayo y los productos suministrados. Para tal fin, podrán emplearse códigos de lote, fechas de fabricación o cualquier otro elemento que garantice la trazabilidad del documento con el producto recibido.

- c) Los valores declarados en la documentación aportada por el fabricante cumplen con los requisitos de la actuación.

3.3.33.5.4 *Documentación a a portar antes de recibir en obra el pedido*

Documentación acreditativa del cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en este pliego:

- CERTIFICADO 3.1 de la tubería suministrada según la norma UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección.
- Certificado de producto emitido por entidad acreditada según la norma UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección.
- Certificado de cumplimiento de la norma UNE-EN 10289:2003, Tubos y accesorios de acero para canalizaciones enterradas y sumergidas. Recubrimientos externos a base de resina epoxi o resina epoxi modificada aplicados en estado líquido, y/o AWWA C210 vigente para el revestimiento interior, así como la ficha de producto de sistema bicomponente de Epoxi, así como la ficha de producto, y certificado de cumplimiento de la norma del aplicador.
- Certificado de cumplimiento de la norma AWWA C222 vigente para el revestimiento interior, así como la ficha de producto, y certificado de cumplimiento de la norma del aplicador.
- Certificado de cumplimiento de la norma DIN 30670 vigente para el aplicador, así como la ficha de productos.

En su caso, certificados equivalentes y declaración suscrita por el representante legal de la empresa acreditando las equivalencias de las normas internacionales que disponga el fabricante respecto a las normas descritas en el pliego y exigidas en España.

Toda la documentación técnica (o las partes esenciales de la misma) se entregará traducida al castellano.

3.3.33.5.5 *Ensayo de las conducciones en obra*

Las tuberías se probarán conforme a lo especificado en la norma UNE-EN 805:2000, Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes, y/o en la prueba de presión que establezca la Dirección Facultativa.

3.3.33.5.6 *Gestión ambiental en la fabricación*

El proceso de fabricación de la tubería y piezas especiales de acero deberá tener implementado y mantener un sistema de gestión ambiental basado en los requisitos de la norma UNE-EN ISO 14001:2015, Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso, y estará certificado por organismo autorizado o administración competente.

3.3.33.5.7 *Transporte a obra*

Los tubos se manipularán de forma que no sufran golpes o rozaduras.

Se recomienda el empleo de eslingas de cinta ancha, resistentes, recubiertas de caucho. Se prohíbe la suspensión del tubo por un extremo y la descarga por lanzamiento.

El transporte a obra de la tubería y piezas especiales de acero 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.

Los cabezales con destino al taller de piezas especiales deberán ir protegidos convenientemente con film de plástico o sistema equivalente para impedir que el tratamiento de imprimación no sufra daños durante su manipulación, transporte y descarga.

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.

El acopio de los tubos en obra se hará en posición horizontal, sujetos mediante calzos de madera.

3.3.33.5.8 *Suministro*

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.

3.3.34 Caudalímetros electromagnéticos

Los caudalímetros cumplirán como mínimo las siguientes características:

3.3.34.1 Diseño

- Cumplimiento de la Directiva 2014/68/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de mayo de 2014, relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre la comercialización de equipos a presión.
- Marcado CE.
- Cumplimiento de la Directiva 2014/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de comercialización del material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.
- Recomendaciones OIML R 49 Contadores de agua para agua fría y caliente potable.
- Cumplimiento de la Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.
- Cumplimiento de la Directiva 2014/32/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de comercialización de instrumentos de medida (Directiva MID).
- Real Decreto 244/2016, de 3 de junio, por el que se desarrolla la Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología.
- Cumplimiento de la Orden ICT/155/2020, de 7 de febrero, por la que se regula el control metrológico del Estado de determinados instrumentos de medida.
- Serán instrumentos del tipo Contadores para otros usos según la Orden ICT/155/2020: Contadores de agua fría para gestión del dominio público hidráulico, riesgo o cualquier otro fuera del definido para los contadores de agua limpia. Precisan de:

.- Evaluación de conformidad según Directiva MID (Directiva 2014/32/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la

armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de comercialización de instrumentos de medida)

.- Superar satisfactoriamente el Ensayo de resistencia a las partículas sólidas conforme a la Norma UNE-ISO 16399 Contadores de agua para riego.

- Errores máximos permitidos de conformidad con la Orden ICT/155/2020, de 7 de febrero, por la que se regula el control metrológico del Estado de determinados instrumentos de medida.

.- El error máximo permitido, positivo o negativo, sobre los volúmenes suministrados bajo caudales (Q) comprendidos entre el caudal de transición (Q2) y el caudal de sobrecarga (Q4) es del 2 %, ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$).

.- El error máximo permitido, positivo o negativo, sobre los volúmenes suministrados bajo caudales (Q) comprendidos entre el caudal mínimo (Q1) y el caudal de transición (Q2) es del 5 %, ($Q_1 \leq Q < Q_2$).

.- Deberá poder instalarse para funcionar en cualquier posición, a menos que se haga constar claramente lo contrario, y el contador debe probarse para cualquier posición del elemento móvil sin superar los errores máximos permitidos.

- Bridas PN 16 de caras planas. UNE-EN 1092-1:2019 Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero.
- Instalación y correcto funcionamiento sin necesidad de añadir tramos rectos estabilizadores aguas arriba o aguas abajo del equipo.
- Distancia máxima al convertidor 100 m (alimentado eléctricamente desde la estación de bombeo).

3.3.34.2 Sensor electromagnético

- Diseño: sensor magnético-inductivo provisto de sistema inteligente de identificación.
- Ejecución: amplificador separado del tubo mediante kit mural.
- Protección ambiental: IP 68.

- Alcance de medida máximo: a velocidad de flujo de 10 m/s.
- Alcance de medida mínimo: a velocidad de flujo de 0,20 m/s.
- Temperatura de trabajo: -5 a +70 °C.
- Electrodo de puesta a tierra y de medida: incorporado.
- Material del tubo de medida: acero inoxidable AISI 304.
- Material de las bridas y la carcasa: acero al carbono.
- Revestido interior de los tubos y bridas: goma dura NBR.
 - Recubrimiento exterior de cuerpo y bridas resistente a la corrosión para aplicaciones en entornos de clase C4 según Norma UNE EN ISO 12944-2:2018 Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 2: Clasificación de ambientes. (ISO 12944-2:2017)
- Pasacables: rosca M20x1,5.
- Certificado de calibración incluido

3.3.34.3 Convertidor electrónico con alimentación 230 VAC

- Conexiones mediante pasacables M20x1,5 y grado de protección IP67 (modelo compacto) o IP68 (modelo separado).
- Temperatura ambiente máxima de 60C y de 70°C en el fluido. Precisión de medida mínima de 0,2%.
- Frecuencia de muestreo seleccionable.
- Pantalla LCD gráfica retroiluminada de contenido programable indicación de contador (total positivo o negativo, parcial positivo o negativo) en caracteres de altura mínima 8 mm, variable instantánea y banderas de estado.
- Salida analógica 4-20 mA, Salida digital de pulsos para caudal instantáneo (sólo positivo o ambos sentidos), Salida digital programable (pulsos, indicación de caudal negativo o alarma acumulativa), Salida digital en frecuencia activa 0-10 kHz; Interfaz

IrComm para comunicación con ordenador y software dedicado de programación, visualización/descarga de datos y actualización de firmware.

- Interfaz Serie RS485 con protocolo MODBUS RTU.
- Data-logger de proceso integrado con 4 Mb de memoria flash, apta para almacenamiento de hasta 200000 líneas de registro (Caudal instantáneo, dos contadores, fecha, hora y temperatura), con estructura de datos y frecuencia de registro programables.
- Memoria EEPROM de 64 kB para registro de autodiagnóstico, apta para almacenamiento de hasta 2000 líneas de datos (Fecha, hora, temperatura, código de error, intervenciones del usuario y modificaciones efectuadas), no programable, no desactivable ni reseteable por el usuario.
- Marcado CE y fabricado conforme a las directivas 2006/95/CE, 89/336/CEE de compatibilidad electromagnética y OIML R49-1:2013
- Autodiagnóstico con gestión de alarmas: fallo de excitación, tubería vacía en 4º electrodo, tubería vacía entre electrodos de medida, alta temperatura, alta tensión de alimentación, electrónica mojada.

3.3.34.4 Control de calidad

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001:2015, Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos, emitido por Organismo Autorizado.

- Requerir al fabricante una prueba de verificación (curva error-caudal), en un banco de ensayos homologado, conforme a la legislación vigente.
- Requerir al fabricante un ensayo de estanqueidad, en un banco de ensayos homologado, durante 10 minutos a una presión mínima de 16 bar.
- Requerir al fabricante un ensayo de resistencia a las partículas sólidas, en un banco de ensayos homologado, conforme a la legislación vigente.

Si el fabricante posee Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006. Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el adjudicatario aportará en el primer envío 3 probetas de tamaño

suficiente o 3 elementos completos de cada uno de los materiales que no posea el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del pliego.

El control del revestido se realizará conforme lo expuesto en el pliego para piezas metálicas

3.3.35 Caudalímetros de ultrasonidos

El Proyecto contempla la instalación de caudalímetros ultrasónicos sobre tubería de 900 y 1000 mm. de diámetro con las siguientes características:

- Caudalímetro por ultrasonidos para medida de velocidad, caudal y volumen en conducciones de agua con sección circular completamente llenas y flujos tanto positivos como negativos.
- Deberá emplear el principio de medida por tiempo de tránsito de muy alta resolución de tiempo, con procesamiento digital de señal de máxima fiabilidad y estabilidad (DSP).
- Las sondas van alojadas en portasondas de acero inoxidable insertos en un carrete.
- Serán del tipo “Contadores para otros usos”: Contadores de agua fría para gestión del dominio público hidráulico, riego o cualquier otro fuera del definido para los contadores de agua limpia. Precisan de:
 - Evaluación de conformidad según Directiva MID (**Directiva 2014/32/UE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de comercialización de instrumentos de medida).
 - Ensayo de resistencia a las partículas sólidas (**UNE-ISO 16399:2016**).

Características generales:

- Cantidad de haces de medida 4 haces, IE82P
- Diámetro de la conducción para DN 900 y DN 1000
- Rango de velocidad hasta 10 m/s.
- Electrónica Montaje mural
- Longitud máxima entre primario y electrónica: mínimo 100 m.

- Alimentación. 24 Vcc.
- Salidas 0-20 mA ó 4-20 mA.
- Técnica 4 hilos
- Indicación Con indicación local de lectura de flujo
- Grado de protección. Mínimo IP-55
- Precisión $\pm 1\%$ de la lectura entre el 10 y 100% del rango de medida
- Consumo máximo 25 VA
- Temperatura ambiental: -10°C $+50^{\circ}\text{C}$

Juego de sensores:

- Juego de sensores para configurar dos haces ultrasónicos de medida en un plano con espesor de pared hasta 30 mm.
- El juego consta de 4 sensores (dos parejas), que serán alternativamente emisores o receptores de los pulsos ultrasónicos.
- La disposición e instalación de estos sensores, una vez montados en la conducción o carrete, deberá ser conforme al Manual de montaje debiendo quedar alineados entre ellos con una precisión mejor que ± 10 . Una vez instalados debe rellenarse la ficha correspondiente que incluye dicho manual, y que recoge las principales dimensiones de ubicación de sensores, diámetros exactos la conducción, datos de alineación, etc., inclusive número de carrete si procede.

Las principales características de los sensores son las siguientes:

- Juego constando de 4 sensores para montaje sobre 4 aros roscados, inclusive estos.
- Protección IP68.
- Para espesor de pared máximo 30 mm.
- Material acero inoxidable 1.4301
- Presión de servicio hasta 16 bar.
- Temperatura de servicio -30°C $+70^{\circ}\text{C}$

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001:2015, Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos, emitido por Organismo Autorizado.

- Requerir al fabricante una prueba de verificación (curva error-caudal), en un banco de ensayos homologado, conforme a la legislación vigente.
- Requerir al fabricante un ensayo de estanqueidad), en un banco de ensayos homologado, durante 10 minutos a una presión mínima de 16 bar.

Requerir al fabricante un ensayo de resistencia a las partículas sólidas, en un banco de ensayos homologado, conforme a la legislación vigente.

3.3.36 Válvulas de compuerta

Las válvulas cumplirán la Directiva 2014/68/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de mayo de 2014, relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre la comercialización de equipos a presión Texto pertinente a efectos del EEE, y los requisitos de funcionamiento que figuran en la norma UNE-EN 1074-2/A1:2004, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 2: Válvulas de seccionamiento. Las bridas cumplirán con la norma UNE-EN 1092-1:2019, Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero, y distancias entre caras opuestas conforme la norma UNE-EN 558:2022, Válvulas industriales. Dimensiones entre caras opuestas y dimensiones del centro a una cara de válvulas metálicas para utilizar en sistemas de canalizaciones con bridas. Válvulas designadas por PN y por clase.

La compuerta será guiada. La tuerca que une el eje de la válvula y la compuerta estará embutida en la compuerta.

El diseño del cuerpo será tal que permita desmontar y retirar el obturador sin necesidad de levantar aquél de la tubería. Asimismo, deberá ser posible sustituir los elementos de estanqueidad eje-etapa, o restablecer la impermeabilidad, con la conducción bajo presión, sin necesidad de desmontar el cuerpo ni el obturador, y en la posición de apertura total de la válvula.

La parte inferior del interior del cuerpo, en general, no debe tener acanaladuras, de forma que una vez abierta la válvula no haya obstáculo alguno en la sección de paso del agua, ni huecos donde puedan depositarse sólidos arrastrados por el agua.

Para PN 10, 16 y 25, el obturador, fabricado en fundición nodular, estará exteriormente recubierto de elastómero con purga de fondo. El cuerpo no llevará acanaladura en su parte inferior.

El cierre de la válvula se realizará mediante giro de la cabeza del husillo o eje en el sentido de las agujas del reloj, consiguiéndose la estanqueidad mediante la compresión del obturador con el perímetro interno del cuerpo.

El husillo girará y penetrará de manera recta y uniforme y funcionará correcta y suavemente, acorde a los esfuerzos en la apertura y cierre de la válvula.

El roscado del husillo en la zona de maniobra será mecanizado o forjado de forma trapecial y en la longitud suficiente para asegurar que los obturadores puedan elevarse hasta conseguir el paso directo: es decir, dejando libre, en posición de abierta, la totalidad de la sección del paso del fluido. La sección de paso debe ser como mínimo el 90% de la correspondiente al DN de la válvula, debiendo mantenerse en la reducción de sección perfiles circulares sin que existan aristas o resaltos.

La cabeza o corona del husillo, donde se aplica el elemento de maniobra formará una sola pieza con el resto del husillo. Se rebajará y mecanizará de forma que la parte superior resulte de sección cuadrada para recibir el elemento de maniobra.

El enlace a la conducción se realizará mediante bridas. Las bridas formarán ángulo recto con el eje de la parte tubular del cuerpo y serán concéntricas con éste. Las bridas estarán taladradas y los orificios de los tornillos estarán distribuidos uniformemente en un círculo concéntrico con el eje de paso.

En el caso de la unión con bridas, esta se realizará intercalando un carrete de anclaje por un lado y un carrete de desmontaje por el otro.

En la zona de fricción entre eje y tapa deberán existir, al menos, dos juntas de estanqueidad.

Se instalará una junta deslizante entre el husillo y la parte superior de la tapa que evite la entrada de materias extrañas.

El par de ensayo deberá ser como mínimo el triple del valor del par de estanqueidad señalado anteriormente y nunca podrá ser inferior a 300 Nm.

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, Fundición. Fundición de grafito esferoidal.

Eje: Acero inoxidable X20Cr13 (AISI 420) conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, Aceros inoxidables. Parte 1: Relación de aceros inoxidables, con la rosca laminada en frío.

Empaquetadura: sellado superior de NBR, 2 juntas tóricas internas NBR y 2 juntas tóricas externas alojadas en un cojinete de Nylon 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, Fundición. Fundición de grafito esferoidal, 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.

Revestido:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma 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. (ISO 8501-1:2007).
- Pintura epoxy espesor mínimo 250 micras de poliuretano alifático

El cuerpo, la tapa, el tejuelo y la prensa, serán de fundición, así como el disco, que irá guarnecido por ambas caras con aros de bronce.

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 de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1074-2/A1:2004. Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 2: Válvulas de seccionamiento, y el Certificado 3.1b conforme la norma UNE-EN 10204:2006. Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, de todos los elementos metálicos, no será necesario realizar un control de calidad de las válvulas, 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. Además, el fabricante aportará 1 unidad completas por cada 25 suministradas de cada tipo de válvula de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios realizará los ensayos, conforme la norma UNE-EN 1074, para garantizar el cumplimiento del pliego.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas especiales en calderería (Epígrafe 3.3.48).

3.3.37 Válvulas de mariposa

Las válvulas de mariposa deben cumplir con los requisitos de funcionamiento que figuran en la norma UNE-EN 1074-2/A1:2004, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 2: Válvulas de seccionamiento. Las válvulas de mariposa cumplirán las siguientes especificaciones:

- Distancia entre caras según la norma UNE-EN 558:2022, Válvulas industriales. Dimensiones entre caras opuestas y dimensiones del centro a una cara de válvulas metálicas para utilizar en sistemas de canalizaciones con bridas. Válvulas designadas por PN y por clase.
- 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 UNE-EN 60529:2018, Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
 - El acoplamiento entre bridas será conforme a la norma UNE-EN 1092-1:2019, Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero, PN 16. Cuerpo con bridas caras planas.
 - La pletina para acoplamiento del actuador será conforme a UNE-EN ISO 5211:2018, Válvulas industriales. Conexión de válvulas con actuadores de giro parcial. (ISO 5211:2017).

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, Fundición. Fundición de grafito esferoidal.

Eje de accionamiento: centrado de acero inoxidable, X30Cr13 conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, Aceros inoxidables. Parte 1: Relación de aceros inoxidables, (ASTM A 276 gr 420/AISI 420/14.029).

Mariposa: acero inoxidable, X2CrNiMo17-12-3 conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, Aceros inoxidables. Parte 1: Relación de aceros inoxidables, (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/A3:2006, Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanqueidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.

Cojinete: PTFE (politetrafluoruro de etileno) conforme la norma BS3G 210, cargado sobre soporte de acero.

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, 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. (ISO 8501-1:2007).
- Pintado: Pintura epoxy espesor mínimo 150 micras de poliuretano alifático

Si el fabricante posee Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1074-1:2001. Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 1: Requisitos generales, y el Certificado 3.1b conforme la norma UNE-EN 10204:2006. Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, de todos los elementos metálicos, no será necesario realizar un control de calidad de las válvulas, 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, realizará los ensayos, conforme la norma UNE-EN 1074-2:2001. Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 2: Válvulas de seccionamiento, cumplirá con las especificaciones recogidos en el pliego de Prescripciones Técnicas.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas especiales en calderería (Epígrafe 3.3.48).

3.3.37.1 Accionamiento motorizado

El empleo de sistemas de accionamiento motorizado en compuertas, válvulas de mariposa o cualquier otro elemento de obturación o regulación será obligado cuando se prevea mando a distancia; también cuando la carrera total del obturador exija un número de vueltas del volante superior a 100 (salvo emergencias o mantenimiento).

La motorización de los órganos de cierre será eléctrica, siendo posible el accionamiento manual sin necesidad de montar ninguna pieza en el mecanismo. La carcasa será estanca al chorro de agua y al polvo fino. El motor tendrá una protección mínima IP-68 y aislamiento clase F.

Como elementos de seguridad y características incorporarán los siguientes sistemas:

- Contacto limitador de par (ambos sentidos)
- Contacto fin de carrera regulables
- Interruptor de protección térmica del motor
- Resistencia de caldeo en la caja de contactos.
- Estarán dimensionados para el servicio todo o nada.
- La velocidad de salida de 4 hasta 180 rpm/min (50Hz)
- Motor trifásico con aislamiento clase F protección total del motor por tres termostatos incluidos en el bobinado del estator, motor sin caja de bornas, conexión sobre conector del motor.
- Mecanismo de rodillos ajustable a la posición cerrado/ abierto.
- Limitador de par ajustable sin escalonamiento en escalas de par calibrada para los sentidos de cierre y apertura, valor ajustado directamente legible en daNm.
- Interruptor de par y de carrera cada uno con un contactor de apertura y cierre, IP 68.
- Volante para servicio manual, desembraga automáticamente con arranque motor y queda inmóvil durante el servicio eléctrico.
- Temperatura servicio de -20° hasta $+80^{\circ}$ C.
- Acoplamiento de salida s/ ISO 5210:2018, Válvulas industriales. Conexión de válvulas con actuadores multigiro. (ISO 5210:2017), forma C s/ DIN 3338.

Las válvulas cumplirán como mínimo con lo especificado en las normas EN 1074:2001; partes 1,2 3,4 y 5, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. No se admitirán materiales antifricción de cobre en ninguna parte de la válvula, ni palancas o llaves de accionamiento de material plástico.

3.3.37.1.1 *Marcado. Datos que facilitara el fabricante*

El constructor estará obligado a presentar a la Dirección de Obra el certificado de materiales aportado por el fabricante (del husillo, del eje, etc.). En caso de aguas muy corrosivas el Director

de Obra podrá variar los materiales exigidos en este Pliego. La Dirección de Obra, según lo que ella estime conveniente, podrá exigir un plazo de garantía superior al plazo de garantía de la propia obra.

Las válvulas vendrán identificadas con la siguiente información impresa en la válvula o dossier de fabricación, que incluirá:

- Fabricante.
- Numero de pieza que indique la trazabilidad (granallado, recubrimientos...)
- Día, mes, año y hora de finalización de la válvula.
- Certificado donde se expongan y especifique cada tipo de material que compone la válvula.
- Certificado de ensayos de inspección realizados.
- Marca de calidad (en su caso).
- Referencia a la norma UNE EN 1074:2001 vigente.

3.3.38 Válvulas hidráulicas anticipadoras de onda

Serán las que se instalen en las estaciones de bombeo. Son válvulas de control de operación hidráulica y accionada por cierre por pistón DN 250 mm y PN16 según Norma UNE-EN 1074:2001, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Tendrá estructura de doble cámara con indicador de posición de serie

A los efectos de aplicación de este Pliego, se tendrán en cuenta las siguientes definiciones, las cuales han sido extraídas de las normas UNE-EN 805:2000, UNE-EN 1074-1:2001 y UNE-EN 1074-2:2001. Son de aplicación las siguientes:

- Coeficiente de caudal (KV)

Caudal de agua (en m³/hora) a una temperatura entre 5 y 40 °C que pasa a través de la válvula con el obturador totalmente abierto creando una pérdida de carga de 0,1 N/mm².

- Diámetro nominal (DN)

Designación alfanumérica de la dimensión de los componentes utilizada como referencia. Incluye las letras DN seguidas de un número entero adimensional, que está relacionado

con las dimensiones reales, en milímetros, del taladro o del diámetro exterior de las conexiones de los extremos.

- Presión nominal (PN)

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.

En las válvulas, la PN será igual o superior a la DP de la conducción que pueda alcanzarse en el emplazamiento de la válvula. Las PN normalizadas y su relación con PFA, PMA y PEA son las indicadas en la siguiente tabla (UNE-EN 1074-1:2001).

La válvula actúa desde su punto de estrangulamiento máximo hasta la apertura total de la misma para permitir salir en cada momento un volumen de agua tal que sea capaz de salir por el orificio los caudales indicados.

Cuerpo de la válvula en forma semi-recto especial anticavitación, con un ratio máximo de reducción de 6:1 (tipo Y con el actuador en posición oblicua para optimizar la capacidad hidráulica, aumentar la distancia del cierre al cuerpo de la válvula y evitar la formación de flujo turbulento). El cuerpo deberá tener un anillo de asiento de acero inoxidable AISI 304, no roscado, que sea reemplazable y que se sujete en su posición mediante tornillos que se enrosquen al cuerpo. La trayectoria del flujo del agua a través de la válvula será sin obstrucciones ni protuberancias, con el área del asiento completamente libre de correctores de flujo, rodamientos o nervaduras de soporte. Este asiento deberá estar accesible y ser de fácil manejo sin desmontar la válvula de la tubería. Cuerpo y tapa de hierro dúctil conforme a UNE-EN 1563:2019 "Fundición. Fundición de grafito esferoidal" y todos los tornillos, tuercas y pernos exteriores deben ser de acero inoxidable AISI 316.

Actuador de doble cámara con tabique de separación entra la cámara inferior del diafragma y el cuerpo de la válvula. El conjunto del actuador, compuesto por disco de cierre, eje de válvula y rodamiento, conjunto del diafragma, separador y tapa superior, deben ser desmontables como una unidad integral para facilitar el mantenimiento e inspección de la válvula. El diafragma será de EPDM reforzado con nylon y todas las juntas serán de EPDM. El eje de la válvula será de acero inoxidable AISI 303. El actuador deberá incorporar un cierre para la regulación precisa de la válvula a caudales bajos o para aumentar la resistencia de la válvula frente a la cavitación.

El acoplamiento entre bridas será conforme a la norma UNE-EN 1092-1:2019, Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero, PN 6, PN 10 y PN 16. Cuerpo con bridas caras planas.

Cuerpo de la válvula y actuador con recubrimiento en pintura Epoxi adherido por fusión (mínimo 200 micras). La totalidad de componentes de la válvula deben ser accesibles con facilidad para llevar a cabo su mantenimiento sin desmontar la válvula de la línea. El conjunto reemplazable del disco de cierre debe incluir una junta flexible.

Circuito de control con tubería acero inoxidable AISI 304 y todas las piezas de conexión de latón de acero inoxidable. El circuito será el adecuado para el control de caudales elevados de agua, con tubería de ½" mínimo y con filtro auto limpiante en línea. Circuito de 3 vías con piloto con válvula de aguja incorporada. Cuerpo y cubierta de los pilotos de bronce con componentes internos de acero inoxidable AISI 304 y asiento elástico y juntas de NBR. El piloto será de acción directa, con muelle ajustable y accionado por diafragma. El circuito incluye válvulas manuales para aislar el circuito de control, una válvula de aguja de regulación de la velocidad de cierre de la válvula principal y un solenoide que permita la apertura total de la válvula de forma remota independientemente del control hidráulico. Las características técnicas del solenoide (tipo de solenoide, voltaje, tipo de corriente, etc.) serán compatibles con la instalación que controle su operación.

Riesgo ante la cavitación

El fabricante deberá aportar un certificado, expedido por organismo independiente, donde se determine el valor del coeficiente de cavitación y los valores a partir del cual hay riesgo o no de cavitación.

Todas las piezas deberán tener claramente visible el tarado (caudal y presión) al que ha sido calibrado en fábrica.

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
- Identificación de los materiales de la carcasa
- Identificación del año de fabricación

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 19:2016, 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 19:2016 indica como marcados obligatorios los siguientes:

- DN.
- PN.
- Material.
- Nombre o marca del fabricante
- Flecha para indicar la dirección del flujo, cuando se requiera.

El contratista podrá realizar una prueba del funcionamiento de la válvula completa en laboratorio homologado que incluirá los siguientes ensayos:

- Inspección visual de todos los componentes.
- Curva de pérdidas de carga sin ningún tipo de regulación.
- Comportamiento de la válvula ante la variación de presión en su función como anticipadora de onda.

Además de ejecutar las pruebas convencionales de presión interior y estanquidad que se realizan en todo tipo de válvulas, para recepcionar las válvulas se controlarán en fábrica los ajustes de presión y de caudal.

El suministrador dispondrá de un banco de pruebas de capacidad tal que la dirección de obra pueda probar en él las válvulas con suficiente margen de caudal y presión.

Si el fabricante posee Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 (Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección) 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, en caso

contrario, el fabricante aportará 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, a su cargo, para la realización de los ensayos que la dirección de obra considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

3.3.39 Válvulas hidráulicas con contador integrado

Para los hidrantes que abastecen a las parcelas de ambos sectores se proyectan válvulas hidráulicas de cámara simple y medidor de tipo Woltman (DN 50, 80, 100 y 150) de transmisión mecánica o magnética incorporado formando una sola unidad. El cuerpo será de fundición dúctil conforme a UNE-EN 1563:2019 "Fundición. Fundición de grafito esferoidal" y recubierto de pintura poliéster aplicada por fusión con un mínimo de 100 micras y preparación de superficies con granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.

Dispondrá de un conjunto de cierre con asiento perimetral que asegure el equilibrio de presiones toda su circunferencia y separado de la goma de cierre por un pistón, de forma que se evite su erosión por contacto con el asiento y con el flujo a través de la válvula. Estará constituido por pistón fabricado en PBT reforzado con fibra de vidrio, con empaque en NBR, que cierra sobre un asiento plano. El conjunto se mueve guiado sobre las paredes de la válvula en un movimiento de carrera larga que aporta la máxima precisión en la regulación y estabilidad a caudales muy bajos. El diafragma será ultra-flexible fabricado en NBR reforzado con Nylon, apto para todo el rango de presiones de trabajo. El muelle será de acero inoxidable 302 y la tornillería acero inoxidable A2.

El rango de funcionamiento de 0.5 a 16 bar

Podrá equipar un indicador de posición que permita la instalación de un interruptor de tipo final de carrera.

La válvula deberá ser capaz mediante un circuito de control de reducir presión aguas abajo, sostener presión aguas arriba y limitar caudal, según sea necesario, integrando un piloto en el circuito de control para esta función, sin necesidad de ningún elemento externo que varíe la longitud de la válvula.

El acoplamiento entre bridas será conforme a la norma UNE-EN 1092-1:2019, Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero, PN 6, PN 10 y PN 16. Cuerpo con bridas caras planas.

El fabricante deberá poseer certificado ISO 9001 y ISO14001 vigentes. Se someterá a las pruebas anteriormente indicadas tanto para las válvulas hidráulicas como para los contadores woltmann.

El contador cumplirá las normas UNE-EN 14268:2006, Técnicas de riego. Contadores de agua de riego, y el Real Decreto 244/2016, de 3 de junio, por el que se desarrolla la Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología y poseerá homologación CEE clase B, salvo la de 50mm que puede ser clase A y sus características metrológicas serán iguales o superiores a las siguientes indicadas en la tabla:

Tabla 42. Características contadores

DN	40	50	65	80	100	150	200	250
Clase metrológica	A	A	B	B	B	B	B	B
Qn m3/h	15	15	25	40	60	150	250	250
Qmax m3/h	30	30	50	80	120	300	500	500
Qt m3/h	4,5	4,5	5	8	12	30	50	50
Qmin m3/h	1,2	1,2	0,75	1,2	1,8	4,5	7,5	7,5
Pérdida de carga bar	0,6	0,6	0,6	0,6	1	0,6	1	1
Escalón de verificación	2				20			
Lectura máxima	1000000				10000000			

3.3.40 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 2014/68/UE 014/68/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de mayo de 2014, relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre la comercialización de equipos a presión Texto pertinente a efectos del EEE, para los fluidos del grupo 2.
- Conexiones hembra - hembra tipo ISO 7/1
- Poseerán una perforación en la esfera, como protección frente a las heladas.

Cuerpo y esfera: Latón

Protección: 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, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, 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.

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, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados, no será necesario realizar un control de calidad de las válvulas. De lo contrario, tendrán que aportarse los resultados de las pruebas de inspección visual y dimensional, ensayos por líquidos penetrantes, pruebas hidrostáticas y neumáticas y prueba de asiento a baja presión.

Las válvulas deberán estar marcada de manera visible y duradera, conforme a lo que se dispone en la norma UNE-EN 1074-1:2001.

3.3.41 Válvulas de retención

Las válvulas de retención permiten el flujo de agua en una sola dirección, impidiendo la inversión del mismo. Se ubican tras las bombas.

Las válvulas de retención o antirretorno deben cumplir los requisitos establecidos en la Norma UNE-EN 1074-3:2001: Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación. Parte 3: Válvulas antirretorno.

Están constituidas, básicamente, por un cuerpo y un elemento de cierre (clapeta) unido a éste mediante un eje de giro o de traslación.

El cuerpo de la válvula debe estar dotado de una tapa sujeta con tornillos que permita la sustitución de la clapeta o la reparación de los cojinetes. El eje de giro puede estar situado en la periferia de la clapeta o atravesar ésta. Si el tamaño de la válvula u otras características así lo aconsejan, la válvula debe estar dotada de contrapeso exterior que podrá estar acompañado de amortiguadores.

Las características específicas se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 43. Características válvulas de retención

Válvula de retención de doble clapeta DN 450 PN 16	
Cuerpo	Fundición A126
Clapetas	A351 ó AISI 316
Asiento	EPDM ó NBR
Padador eje bisagra	AISI 420
Tope	AISI 420
Fijador del eje	AISI 420 ó 316
Resorte	AISI 420 ó 316
Arandela	PTFE
Junta	EPDM
Tornillos	AISI 304
Protección interna/externa	Resina epoxi

De cada equipo o de su conjunto se suministrará un manual de calidad conteniendo:

- Hoja de características técnicas
- Plano de implantación y montaje
- Certificado de conformidad con el pedido según EN 10204 Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección
- Certificado de materiales
- Manual de montaje y conservación
- Carta de garantía
- Catálogo

3.3.42 Ventosas

3.3.42.1 Normativa y generalidades

Las normas de referencia son las siguientes:

- UNE-EN 1074:2001. Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación.
 - Parte 1: Requisitos generales.

- Parte 4: Purgadores y ventosas.

- DIN 1693: Cuerpos de fundición dúctil.
- AWWA 512-99. *Air release, air vacuum and combination air valves for waterwork service.*

Las ventosas deberán estar diseñadas y fabricadas de acuerdo con la norma UNE-EN1074-4:2001 y UNE-EN1074-1:2001.

Todos los componentes presentes en las ventosas deberán estar certificados con la norma UNE-EN1074-4:2001.

3.3.42.2 Términos y definiciones

A los efectos de aplicación de esta especificación se tendrán en cuenta las siguientes definiciones, las cuales han sido extraídas de las normas UNE-EN 805:2000, Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes, y UNE-EN 1074-1:2001, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación. Parte 1: Requisitos generales.

- **DN. Diámetro nominal:** Designación alfanumérica de la dimensión de los componentes utilizada como referencia. Incluye las letras DN seguidas de un número entero adimensional, que está relacionado con las dimensiones reales, en milímetros, del taladro o del diámetro exterior de las conexiones de los extremos.
- **DP. Presión de diseño:** Presión máxima de funcionamiento de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones, pero excluyendo el golpe de ariete.
- **MDP. 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.

Otras definiciones no incluidas en las normas citadas anteriormente son:

- **Cierre cinético:** cierre prematuro de la válvula producido por el efecto de la velocidad de la corriente ascendente de aire antes de que el agua alcance la boya o flotador.
- **Bloqueo sónico:** fenómeno que ocurre en sistemas de conductos donde la velocidad del aire alcanza la del sonido. Al producirse este fenómeno, el flujo alcanza su valor máximo.

Dado que su funcionamiento ha de ser automático, se describe este para cada una de las tres funciones posibles 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 aireación. 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.

3.3.42.3 Elementos constitutivos y materiales

Las ventosas serán automáticas y trifuncionales. El diámetro nominal de las ventosas corresponderá al diámetro de conexión con la tubería, así como al diámetro de aducción/expulsión de aire.

Los materiales usados en la fabricación no serán atacados por el desarrollo de bacterias, algas, hongos u otras formas de vida y sin llegar a contaminar por sabor, olor o color del agua que se encuentra o que pueda estar en contacto.

Las ventosas deberán disponer de una válvula de corte para el mantenimiento de las mismas cuando la tubería se encuentra en servicio.

Las ventosas trifuncionales se compondrán de una ventosa automática y una ventosa cinética. Las características de las ventosas cinéticas serán:

- Diámetro 50 y 25 mm: cuerpo y base de polipropileno con rosca.
- Diámetro 80 mm, 100 mm y 150 mm.: cuerpo y base de metal con brida.

El cuerpo, tapa y bridas de estas últimas será de fundición dúctil o nodular de calidad GJS-400-15, GJS-400-18, GJS-450-10 o GJS-500-7, según UNE-EN 1563:2019 «Fundición. Fundición de grafito esferoidal».

El cuerpo principal de la ventosa deberá proporcionar un área de sección transversal igual al diámetro nominal de la misma. Los cuerpos de las ventosas estarán provistos de un orificio roscado de ¼" o ½" y una válvula de bola, con el fin de poder utilizarse como elemento de purga y disponer de la posibilidad de incorporar un manómetro para comprobar presiones.

Para $DN \leq 50$ la unión a la instalación se podrá realizar mediante enlace roscado, según UNE-EN 10226-1:2004 «Roscas de tuberías para uniones con estanquidad en la rosca. Parte 1: Roscas exteriores cónicas y roscas interiores cilíndricas. Dimensiones, tolerancias y designación» o UNE-EN 10226-2:2005 «Roscas de tuberías para uniones con estanquidad en la rosca. Parte 2: Roscas exteriores cónicas y roscas interiores cónicas. Dimensiones, tolerancias y designación». La rosca deberá ser normalizada, con rosca exterior en la válvula de aireación, según norma UNE-EN ISO 228- 1:2003 «Roscas de tuberías para uniones sin estanquidad en la rosca. Parte 1: Medidas, tolerancias y designación (ISO 228-1: 2000)».

Aquellas ventosas que tengan una salida de aire recta o perimetral deberán disponer de una tapa deflectora, que cubre el orificio grande y cuya misión es protegerlo, así como difundir el aire hacia

los laterales por todo el perímetro de la ventosa. Este deflector estará fabricado en uno de los siguientes materiales:

- Fundición dúctil o nodular de calidad GJS-400 o superior, según UNE-EN 1563:2019 «Fundición. Fundición de grafito esferoidal».
- Opcionalmente podrá fabricarse en materiales plásticos, como pueden ser el nylon o el polipropileno, resistentes a la luz ultravioleta.

Bajo el deflector la ventosa llevará incorporada una rejilla perforada que impide la entrada de suciedad y elementos extraños desde el exterior de la válvula. La rejilla interior podrá ser de acero inoxidable de calidad 1.4301, 1.4401 o 1.4404, según UNE-EN 10088-1:2015 «Aceros inoxidables. Parte 1: Relación de aceros inoxidables».

El flotador principal de la ventosa estará diseñado aerodinámicamente para resistir altas velocidades de paso de aire sin que este se vea arrastrado y se produzca el cierre prematuro del orificio grande de la ventosa.

Los flotadores cilíndricos serán de polipropileno macizo para evitar su corrosión y resistir grandes presiones de trabajo sin sufrir deformaciones, abolladuras o su colapso. Deben asegurar el cierre hermético de la ventosa (este se consigue con el desplazamiento vertical de dos flotadores cilíndricos guiados por aletas construidas en el mismo cuerpo de la ventosa). La purga de aire se realiza con el movimiento de un vástago de poliamida con refuerzo de fibra de vidrio que abre y cierra un orificio de purga en acero inoxidable AISI304 de al menos 1 mm² de sección.

Los elastómeros en contacto con el agua en circulación serán de EPDM (caucho de etileno propileno dieno tipo M) por su mayor resistencia al ozono y al envejecimiento. Deberán cumplir los requisitos para la clase de dureza Shore A 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/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». Los elastómeros en contacto con el agua en circulación serán de EPDM por su mayor resistencia al ozono y al envejecimiento.

Los tornillos de fijación entre el cuerpo y la tapa han de ser pasantes y roscados mediante tuercas del mismo material. Deben evitarse las roscas mecanizadas en los cuerpos de fundición puesto que son puntos susceptibles a la corrosión. Serán de acero inoxidable AISI 304.

Las ventosas trifuncionales deberán tener el purgador automático, que no puede presentarse separado del cuerpo principal de la ventosa. La superficie del orificio automático será adecuada para evacuar a la presión de trabajo las bolsas de aire atrapado dentro de la conducción principal.

El diseño y funcionamiento del purgador automático estará basado en el principio de obturación desplazable para asegurar la descarga de grandes cantidades de aire acumulado en las condiciones de trabajo bajo presión. Será capaz de trabajar en todo el rango de la presión sea cual sea el PN de la ventosa, sin necesidad de modificar tamaños de tobera. El mecanismo de obturación desplazable del purgador debe ser fácilmente reemplazable sin necesidad de desmontar los componentes internos de la ventosa.

El flotador estará fabricado en polipropileno macizo o en calidades equivalentes a las del flotador de la ventosa cinética y será totalmente inoxidable e indeformable por la acción de la presión interna. El cierre del purgador contra el orificio o tobera se realizará mediante una goma de caucho resistente de EPDM, aprobado para agua potable y resistente al ozono y al cloro.

El sistema de pintura a aplicar deberá ser adecuado para la protección contra la corrosión, conforme a la norma UNE-EN ISO 12944-1:2018 «Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 1: Introducción general. (ISO 12944-1:2017)». Se tendrán en cuenta los siguientes factores: tipo de superficie a ser protegida, proceso de sistema de pintado, corrosividad del medio ambiente y durabilidad.

Se requerirá que el sistema de protección empleado sea, como mínimo, de la categoría C3 y durabilidad VH (muy alta). Si las condiciones de exposición así lo exigen, se exigirá una categoría superior. En caso de equipos a instalar en el interior de arquetas con o sin tapa o drenaje, estos se considerarán incluidos en la categoría Im1 (agua dulce), en cuyo caso la preparación de superficies debe ser Sa 3 (cuando se trate de sistemas C4 o Im1 a Im4 de durabilidad alta o muy alta).

Previamente a la aplicación de la protección, deberán prepararse las superficies eliminando el polvo, la suciedad y aceites o materias grasas.

- Granallado de la superficie hasta grado Sa 2 ½, según la norma 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. (ISO 8501-1:2007)». No deberán transcurrir más de cuatro horas entre el granallado y la aplicación de la primera capa del revestimiento. Las superficies sobre las que aplicar los revestimientos no deben presentar trazas de sombra o inicios de oxidación. Si se observasen estos defectos se deberá proceder a repetir el granallado en dichas piezas.
- Todo el material de fundición dúctil o nodular llevará una protección anticorrosiva interior y exterior, a base de las capas de imprimación y acabado que requiera el sistema de

pintura elegido, de productos de tipo epoxi y poliuretano, con un espesor total mínimo de 250 micras, conforme a lo establecido en la norma UNE-EN 14901:2015+A1:2021 «Tuberías, racores y accesorios de fundición dúctil, de manera adicional deberá tener un recubrimiento adicional en polyester para proteger la ventosa de la radiación ultravioleta Recubrimiento epoxi (alta resistencia) para racores y accesorios de fundición dúctil. Requisitos y métodos de ensayo». 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

3.3.42.4 Características técnicas

3.3.42.4.1 *Características de diseño*

Para el dimensionamiento hay que considerar un Caudal Libre a Eliminar (CAE), que será equivalente al caudal circulante por cada tramo. En el caso de nuestra red, al existir multitud de diámetros y caudales diferentes, el método más adecuado es seleccionar el tamaño de la ventosa en función del diámetro de la tubería:

Tabla 44. Tamaño de ventosas en función al tipo de tubería

D (mm)	Material	Ventosa (mm)
710	PVC-O	100
630	PVC-O	100
500	PVC-O	100
450	PEAD	80
400	PVC-O	80
315	PVC-O	80
250	PVC-O	50
200	PVC-O	50
160	PVC-O	50
140-125-110	PVC-O	50
< 110	PEAD	25

En las redes secundarias con tuberías de un máximo de 90 mm de diámetro se diseñan ventosas de 25 mm. Todas las ventosas serán PN 16 atm.

Esta condición tiene por finalidad limitar la velocidad de circulación del aire, evitando desplazar en el cuello el flotador por la fuerza de la corriente de aire.

Los flotadores, en la posición de válvula cerrada se diseñarán para resistir la presión externa a la que son sometidas sin deformación remanente alguna. Podrán ser huecos o macizos. La brida de unión a la conducción será perpendicular al eje de la ventosa. Estarán taladradas y los orificios para los tornillos de unión estarán distribuidos uniformemente en un círculo concéntrico con el eje de la sección de paso de aire.

Se instalarán válvulas de aireación en los siguientes puntos de las redes de tuberías:

- En todos los puntos altos relativos de cada tramo entre dos válvulas de corte.
- Inmediatamente antes de cada válvula de corte en los tramos ascendentes según el sentido de recorrido del agua, e inmediatamente después en los descendentes.
- En todos los cambios marcados de pendiente, aunque no correspondan a puntos altos relativos.
- En todos los tramos de más de 500 m.l. en los cuales, por tener una pendiente constante no existan puntos altos ni bajos relativos y no se haya dispuesto ningún elemento de aireación de la conducción.
- Se instalarán válvulas de aireación aguas abajo de las válvulas de seguridad, de cierre por sobrevelocidad.

Las ventosas 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.

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.

El parámetro que caracteriza a cada válvula en particular es su capacidad de aireación. La capacidad de aireación de una válvula expresa el caudal de aire que pasa por el orificio de aireación 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 exigidas, en litros por segundo (l/s), correspondientes a los valores de presión diferencial de referencia, serán los señalados en la siguiente tabla:

Tabla 45. Capacidades mínimas de válvulas de aireación

Diámetro ventosa		Orificio cinético	
DN	Pulgadas	Caudal de expulsión min. a 1.5 m.c.a. de presión diferencial (Nm ³ /h)	Caudal de admisión min. a 3.5 m.c.a. de presión diferencial (Nm ³ /h)
DN50	2"	700	850
DN80	3"	2.000	1.950
DN100	4"	3.100	3.100
DN150	6"	6.200	6.900
DN200	8"	12.500	12.300

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.

Cuando exista la posibilidad de realizar ensayos de verificación de las capacidades de admisión y expulsión de las ventosas en un laboratorio externo independiente, será necesario que la justificación de los valores propuestos por los fabricantes quede documentado a través de ensayos reales (bien en laboratorio externo, bien en banco de ensayos del fabricante cuando disponga de él).

Cuando el caudal se mida según las condiciones definidas en los apartados correspondientes de la norma UNE-EN 1074-4:2001, este 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.

No se aceptarán ventosas que no acrediten un valor de cierre cinético o cierre prematuro no superior a 0,3 bares.

El bloqueo sónico se produce cuando en la admisión de aire se alcanza la velocidad del sonido; a partir de dicho valor, la velocidad, y por lo tanto la cantidad de aire admitida, se mantienen constantes. La ventosa ha de estar diseñada para evitar que suceda este fenómeno. Cuando esta característica se pueda verificar, se deberán garantizar las prestaciones declaradas por el fabricante.

3.3.42.4.2 *Marcado*

Las ventosas se marcarán de manera visible y duradera con la siguiente información:

- Modelo de ventosa
- DN
- PN
- Identificación del fabricante
- Número de la parte aplicable a esta norma (opcional)
- Identificación de los materiales del cuerpo
- Identificación del año de fabricación

3.3.42.4.3 *Embalaje y transporte*

Las válvulas serán embaladas con un protector plástico para protegerlas de rozaduras y golpes durante su manipulación y transporte.

Las válvulas que debido a su peso no puedan ser movidas manualmente se moverán utilizando eslingas de nylon (nunca sirgas metálicas).

3.3.42.4.4 *Datos que facilitará el fabricante*

El constructor estará obligado a presentar a la dirección de obra el certificado de materiales aportado por el fabricante.

Las ventosas vendrán identificadas con la siguiente información impresa o dossier de fabricación que incluirá:

- Fabricante.
- Número de pieza que indique la trazabilidad (granallado, recubrimientos, etc.).
- Día, mes, año y hora de finalización de la ventosa.
- Certificado donde se exponga y especifique cada tipo de material que compone la ventosa.
- Certificado de ensayos de inspección realizados.
- Marca de calidad (en su caso).
- Referencia a la norma AWWA C 512.

El fabricante proporcionará certificados de ensayos, esquemas de dimensiones, listado de piezas, dibujos y manuales de operación y mantenimiento.

3.3.42.4.5 *Expedición y recepción*

Las válvulas deberán enviarse limpias. Todos los elementos irán bien protegidos y los orificios externos tapados mediante tapas de plástico de forma que se evite la introducción de elementos extraños que pudieran perjudicar a la válvula o su higiene.

El fabricante deberá asegurar el correcto embalaje y carga de las válvulas. El embalaje ha de garantizar que las válvulas no sufran en el transporte ningún tipo de golpe. No se deben producir roces en la pintura ni esfuerzos superiores a los que la válvula ha de soportar.

La recepción tendrá lugar en el momento y lugar de la entrega señalada en el pedido. En la recepción se ha de comprobar:

- Que las válvulas corresponden al modelo y características del pedido.
- Que el marcado sea el correcto.

- Que, entre la documentación aportada, figura la Ficha Técnica de Suministro de Válvula de Aireación que el fabricante o distribuidor tiene que adjuntar debidamente cumplimentada con cada suministro.
- Manual o instrucciones de instalación o mantenimiento.

El fabricante podrá designar un representante que presencie la recepción, cuya fecha de celebración se deberá comunicar a la dirección de obra con la suficiente antelación.

3.3.42.5 Plan de aseguramiento de la calidad

3.3.42.5.1 Gestión de la 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.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1074-4:2001. Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación. Parte 4: Purgadoras y ventosas, no será necesario realizar un control de calidad de las ventosas.

En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado. Además, el fabricante aportará 1 unidad completa por cada 25 suministradas de cada tipo de ventosa de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios, conforme a la norma UNE-EN 1074, para garantizar el cumplimiento del pliego.

Se podrá solicitar la documentación que permita verificar el cumplimiento de los estándares mínimos de calidad especificados en los apartados anteriores en relación 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.

Los organismos de acreditación deberán ser conformes a lo establecido en la norma UNE-EN ISO/IEC 17011:2017, Evaluación de la conformidad. Requisitos para los organismos de acreditación que realizan la acreditación de organismos de evaluación de la conformidad.

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, Evaluación de la conformidad. Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios. UNE-EN ISO/IEC 17021-1:2015, Evaluación de la conformidad. Requisitos para los organismos que realizan la auditoría y la certificación de sistemas de gestión. Parte 1: Requisitos, y UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 (versión corregida en fecha 2018-05-09), Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

El/los laboratorio/s que hayan realizado los ensayos requeridos deberá/n estar incluido/s en uno o varios de los siguientes niveles:

1. Laboratorio certificado con UNE-EN ISO 9001:2015 por entidad acreditada por ENAC u organismo equivalente, o laboratorio acreditado por ENAC con UNE-EN ISO/IEC 17025:2017, para la realización de los ensayos requeridos. Deberán aportarse los certificados correspondientes, en el caso de que así se requiera.
2. Laboratorio con sistemas UNE-EN ISO 9001:2015 o UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 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 de que se requiera deberá documentarse dicha implantación.
3. 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 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 intercomparacion con otros laboratorios o entidades de reconocido prestigio, en caso de disponerse los mismos.
- Resumen de la sistemática general de aseguramiento de la trazabilidad de las medidas de 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 organismos 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.

El promotor podrá 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):

Tabla 46. 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"> • PEA • 1,5 x PFA 	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 de la carcasa y de todos los componentes sometidos a presión	Estanquidad a la presión interior (*1)	Presión interior: máximo de: <ul style="list-style-type: none"> • PEA • 1,5 x PFA 	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 12266-1:2013): 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

Tabla 47. 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

A la recepción del material se realizarán, como mínimo, las siguientes verificaciones y ensayos:

Tabla 48. Verificaciones y ensayos en la recepción del material

PARÁMETRO	NORMA O MÉTODO	TIPO DE CONTROL	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	TIPO DE REGISTRO
Características	No se especifica	Inspección visual	Cada envío	Cumplimiento de las especificaciones del pedido	Albarán

PARÁMETRO	NORMA O MÉTODO	TIPO DE CONTROL	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	TIPO DE REGISTRO
Aspecto externo	No se especifica	Inspección visual	Cada envío	Ausencia de daños o desperfectos	Registro de inspecciones y ensayos
Instalación	No se especifica	Inspección visual	Todas las unidades	Cumplimiento de las especificaciones del fabricante indicadas en la documentación que acompaña a las unidades y en el marcado de las mismas.	Registro de inspecciones y ensayos
Resistencia mecánica a la presión	UNE-EN 1074-1	Ensayo en fábrica o en campo	100 % suministro	Ausencia de fugas exteriores o desperfectos tras el ensayo	Certificado del fabricante (e. fábrica)
Estanquidad	UNE-EN 1074-1	Ensayo en fábrica o en campo	100 % suministro	Ausencia de fugas exteriores o desperfectos tras el ensayo	Certificado del fabricante (e. fábrica)

- Se entregará certificado de materiales 2.1 según UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, de la totalidad del suministro.
- El no cumplimiento de alguno de los parámetros de calidad exigidos en el presente pliego podrá ser objeto de rechazo del pedido o de la devolución del material defectuoso. En cualquiera de los casos el fabricante tendrá que subsanar las incidencias detectadas en el plazo máximo de 15 días naturales asumiendo todos los costes derivados, incluidos los de transporte de nuevo al taller o fábrica y vuelta a la obra.

Además, el fabricante deberá facilitar los informes que acrediten la elaboración y los resultados positivos de los ensayos siguientes, realizados por un organismo competente:

- El recubrimiento cumplirá los ensayos recogidos en la norma UNE-EN 14901:2015+A1:2021 «Tuberías, racores y accesorios de fundición dúctil. Recubrimiento epoxi (alta resistencia) para racores y accesorios de fundición dúctil. Requisitos y métodos de ensayo».

3.3.42.5.2 Control de calidad

El promotor podrá realizar los ensayos y/o comprobaciones que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

En el caso de que el promotor realizase ensayos o comprobaciones sobre elementos

seleccionados y estos no cumplieren con las especificaciones exigidas en el pliego y cuadro de unidades de la misma, el coste de la realización de los mismos correrá por cuenta del fabricante. También correrá por cuenta del fabricante la reposición de los elementos objeto de ensayo por otros nuevos con las mismas características.

El fabricante realizará en sus instalaciones los ensayos completos conforme la norma UNE-EN 1074:2001, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación, como mínimo, al 10 % de unidades de cada uno de los tipos de ventosas que componen cada actuación concreta (sobre elementos elegidos por representantes del promotor sobre el total del suministro de cada tipo de ventosa y de purgador, entendiéndose por tipo de ventosa el diámetro nominal y como tipo de purgador el orificio de purga. Asimismo, el fabricante avisará de la fecha de realización de dichos ensayos completos con un mínimo de 10 días de antelación para que, en el caso de que el promotor lo considere necesario, pueda enviar a un representante del promotor para presenciarlas, sin coste alguno para el promotor.

Se entiende por ensayo completo un ensayo de prueba hidrostática y estanquidad, según norma UNE-EN 1074-1 y 4, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación. Partes 1 y 4, y un ensayo de prueba neumática cuando el Pliego Especifico de la actuación así lo requiera.

3.3.42.5.3 *Pruebas de funcionamiento*

Durante las pruebas de funcionamiento de la instalación se comprobará que las válvulas no sufren daños ni movimiento alguno, ni se aprecian fugas por las juntas de estanquidad.

3.3.43 **Filtros cazapiedras**

Los filtros cazapiedras se dispondrán en las agrupaciones después de la válvula de corte de mariposa y antes de los caudalímetros de las tomas para eliminar cualquier tipo de impurezas que pudieran afectar a ésta.

3.3.43.1 Normativa y generalidades

- Apartado 6.2.2 Static pressure test, del estándar ISO 9912-2:2013. Agricultural irrigation equipment — Filters for microirrigation — Part 2: Strainer-type filters and disc filters.
- UNE 1092:1998, partes 1 a 4. Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN.
- DIN 2576 en caso de no disponer de UNE 1092.

3.3.43.2 Especificaciones generales del producto

3.3.43.2.1 *Marcado y documentación*

El fabricante/proveedor debe aportar también el manual de instrucciones y la hoja de características del equipo donde conste la siguiente información:

- Marca, modelo y fabricante.
- Presión máxima de trabajo (Bar).
- Grado de filtración (paso de la malla en mm).
- Gráfica estándar de pérdidas de carga con medio filtrante limpio según caudales (mca).

Adicionalmente, y con anterioridad a su instalación en obra, se deben proporcionar los datos del filtro necesarios para determinar sus requisitos de instalación:

- Tamaños de las bridas.
- Distancias entre conexiones.
- Cualquier otra información que sea relevante para su instalación satisfactoria en obra.

3.3.43.2.2 *Forma de operación*

La filtración es producida físicamente por la retención de partículas de tamaño superior al orificio de la malla. La limpieza del cartucho se producirá manualmente tras la extracción del filtro. Se limpiará mediante agua a presión o cepillo de cerdas.

Para facilitar la limpieza del filtro en la tapa que facilita la extracción del cartucho incorporará una salida roscada, acoplamiento de T y dos válvulas de bola.

3.3.43.2.3 *Materiales de fabricación*

Las partes del filtro que estén en contacto con el agua deberán estar fabricadas con materiales no tóxicos y deberán ser resistentes a o protegidas contra la corrosión y otras formas de degradación causadas por las condiciones de trabajo, el tipo de agua y los productos químicos utilizados en el riego agrícola. La carcasa del filtro deberá ser resistente a las condiciones ambientales.

El cuerpo y tapa de del filtro será Fundición dúctil EN-GJS-400-15 (GGG40), con tornillos y arandelas de acero inoxidable A2 (AISI 304). Tapón de Acero inoxidable A2 (AISI 304). Juntas de Caucho EPDM. Malla Acero inoxidable A2 (AISI 304)

Se establecen, como requisito mínimo, tanto para los acabados interiores como exteriores, chorreado Sa2½ en ambos y granallado, para su posterior imprimación con pintura epoxi. El número de capas de pintura, las características de la misma, y el espesor final requerido en base resina epoxi electrostática con espesor medio 250 micras.

La conexión será mediante bridas. El acoplamiento entre bridas será conforme a la norma UNE-EN 1092-1:2019, Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero, PN 6, PN 10 y PN 16. Cuerpo con bridas caras planas.

3.3.43.2.4 *Naturaleza del fluido*

El filtro debe ser apto para agua de riego.

3.3.43.2.5 *Pérdida de carga máxima*

Se establece que la pérdida de carga máxima admisible a caudal máximo será de 1,5 mca.

3.3.43.3 *Especificaciones específicas de la obra*

Se requieren picajes para conexiones a tomas manométricas y para purgador en la tapa.

3.3.43.3.1 *Medio filtrante*

Deben definirse los requisitos de la obra en cuanto a las características requeridas para el medio filtrante. Para especificar el filtro requerido, será necesario especificar lo siguiente:

- Material del elemento filtrante: malla de acero inoxidable AISI304
- Luz o paso de la malla necesaria: Los pasos de malla serán de 2 mm

3.3.43.3.2 *Presiones de diseño.*

Serán de timbraje PN16.

3.3.43.3.3 *Carga, transporte y descarga*

El ritmo de suministro se establecerá con arreglo a las necesidades de material establecidas en la programación de la obra.

La carga de los materiales se realizará de modo de que no sufran golpes ni raspaduras, quedan perfectamente inmovilizados sobre la caja del camión, con la finalidad de que durante el transporte no se produzcan daños en los materiales.

La descarga se realizará mediante el empleo de medios mecánicos adecuados a los pesos de las piezas correspondientes. La sujeción se realizará de modo que los elementos no sufran concentraciones de tensión en un reducido número de puntos de enganche. Tampoco se deben producir durante la descarga condiciones de apoyo sensiblemente diferentes a las de trabajo normal de las piezas.

La descarga se realizará depositando el elemento sin brusquedades y de modo que quede en el acopio apoyado perfectamente en la mayor superficie posible.

Se adoptarán las medidas de seguridad oportunas para que el personal no corra riesgo de accidentes.

3.3.43.3.4 *Recepción en obra*

Cada entrega irá acompañada de un albarán en el que figurarán, como mínimo, los datos siguientes:

- Identificación del suministrador.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Nombre del fabricante de procedencia.
- Identificación del peticionario por parte del promotor y de la obra destino.
- Fecha y hora de entrega.
- Tipo y cantidad de materiales suministrados.
- Identificación del lugar de suministro.
- Identificación del camión que transporta el suministro.

El promotor inspeccionará uno a uno todos los materiales suministrados, haciendo constar por escrito las incidencias que se observen al suministrador.

Se marcarán aquellos materiales que presenten algún tipo de deterioro para evitar su uso y se acopiarán a parte de los materiales aceptados, notificando al suministrador para que proceda a su sustitución inmediata o a su recogida sin sustitución, a opción del promotor.

Todos los gastos de transporte derivados de la retirada y/o sustitución de materiales defectuosos, incluidos la carga y descarga, irán a cargo del fabricante.

3.3.43.4 *Plan de aseguramiento de la calidad*

3.3.43.4.1 *En fábrica*

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1b según norma UNE-EN 10204:2006. Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, garantizando que las mallas filtrantes son de acero inoxidable AISI 304 conforme la norma UNE-EN 10088:2015. Aceros Inoxidables, y los cuerpos del filtro son de Acero de carbono con cubrimiento Epoxy protección C3 conforme con la norma EN 10025:2006. Productos laminados en caliente de aceros para estructuras, no será necesario realizar el control de calidad de la chapa de acero. En caso contrario se aportará 1 unidad de cada 25 unidades por cada tipo de filtro, para que la empresa ejecutora realice el control oportuno.

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente y realizará el control de calidad de los materiales y del proceso de fabricación mediante el siguiente programa de puntos de inspección.

Tabla 49. Programa puntos inspección filtros

Núm.	Inspección	Procedimiento	Observaciones
1	Materiales		
1.1	Inspección de materiales a la llegada a la instalación.	Según albaranes y certificados de materiales.	
2	Otros ensayos		
2.1	Control dimensional final	Según planos aportados previamente	Realizado por el responsable del equipo de montaje.
3	Documentación		
3.1	Documentación final	Entrega de la documentación (planos constructivos, hoja de características y manual de explotación y mantenimiento).	Al finalizar la fabricación, incluye certificado de resultados del resto de ensayos de este PPI, declaración de conformidad UE y certificado de garantía.

3.3.43.4.2 En la instalación

No se definen.

3.3.44 Piezas especiales en calderería

Las piezas especiales en calderería de acero, se ejecutarán en taller en lo referente a sus dimensiones, curvatura y espesor. Los materiales a emplear para los distintos elementos serán:

- Tubos y chapas de acero al carbono S 275 JR o S 235 JR

Conforme a la norma «UNE-EN 10025-2:2020 Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales no aleados».

Los tubos serán tubos normalizados, fabricados bajo la norma «UNE-EN 10224:2003 Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro». Las dimensiones y masas de los tubos cumplirán la norma «UNE-EN 10220:2004 Tubos lisos de acero soldados y sin soldadura. Dimensiones y masas por unidad de longitud».

Esta norma especifica los requisitos para los productos indicados a continuación, utilizados para el transporte de líquidos acuosos, incluyendo el agua destinada al consumo humano:

- tubos soldados y sin soldadura de acero no aleado;
- preparación de los extremos de los tubos para soldadura a tope;
- accesorios fabricados a partir de tubo;
- accesorios fabricados a partir de chapa o banda

Esta norma europea ampara una gama de diámetros exteriores de tubo comprendida entre 26,9 mm y 2.743 mm.

De acuerdo con la norma UNE-EN 10224, se podrán utilizar tres tipos de acero: L235, L275 y L355. Los aceros S235 y S275 de la norma UNE-EN 10025 equivalen aproximadamente a los aceros L235 y L275. El acero empleado debe ser no aleado y completamente calmado, según se indica en la norma UNE-EN 10020. Además, será apto para el soldeo, según lo indicado en la norma UNE-EN 10025.

Se utilizarán preferentemente tubos normalizados para la construcción de las piezas especiales.

Bajo la norma UNE-EN 10224 se fabrican 4 tipos de tubos según el tipo de soldadura (ver Tabla A.1 de la norma EN 10224 a continuación). Sería conveniente especificar para cada rango de diámetros y espesores mínimos del proyecto (tabla 66) el tipo de tubo que se requiere. Es habitual:

- Tubos soldados longitudinalmente (hasta DN 600)
- Tubos soldados helicoidalmente (desde DN 600) (Esta sería la tubería del apartado 3.3.37 Tubería de acero)

La soldadura, en el caso de los tubos soldados a tope por presión, es siempre longitudinal, mientras que en los soldados por inducción o arco sumergido puede utilizarse también la soldadura helicoidal.

Se recomienda que las bobinas de chapa laminada empleadas en la obtención de los tubos soldados estén constituidas por una única pieza, no debiendo admitirse que estén formadas por trozos soldados, excepto en los tubos con soldadura helicoidal por arco sumergido en los que sí son aceptables las soldaduras de empalmes de bobinas, siempre que dichas soldaduras hayan sido realizadas por el mismo proceso y sometidas a iguales controles que las del propio tubo.

➤ **Bridas normalizadas de acero al carbono S 235 JR**

En cuanto a las bridas, todas ellas serán realizadas por un fabricante y normalizadas conforme a la norma “UNE-EN 1092-1:2019, Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero y soldadas posteriormente en taller”. La normativa a seguir acerca de bridas será la siguiente:

- Brida Plana EN 1092-1 Tipo 01 PN 6 (antigua DIN 2573)
- Brida plana EN 1092-1 Tipo 01 PN 10 (antigua DIN-2576)
- Brida plana EN 1092-1 Tipo 01 PN 16 (antigua DIN-2502)
- Brida plana EN 1092-1 Tipo 01 PN 25 (antigua DIN-2503)
- Brida ciega EN 1092-1 Tipo 05 (antigua DIN-2527)
- Brida loca EN 1092-1 Tipo 02 PN6/PN40 (antigua DIN-2652)
- Brida loca y aro EN 1092-1 & Tipo 03+32 (antigua DIN 2642+aro plano)

➤ **Tornillería calidad 8.8 cincada**

Los tornillos, tuercas, arandelas y varillas roscadas serán de acero zincado de calidad 8.8 conforme al Epígrafe 3.3.21. El espesor mínimo del revestimiento del cincado que debe tener la tornillería será de un mínimo de 25 micras (condiciones de servicio en exterior exigentes según UNE-EN ISO 2081:2018 Recubrimientos metálicos y otros recubrimientos inorgánicos. Recubrimientos electrolíticos de cinc con tratamientos suplementarios sobre hierro o acero).

Todos los tornillos ordinarios de calidad superior o igual a 5.6 deben llevar en la cabeza: la marca del fabricante y la clase de calidad. Las tuercas de calidad superior o igual a 5 deben llevar: la clase de calidad.

➤ **Uniones a tuberías**

- A tuberías de acero: Mediante bridas o soldadura
- Tuberías de PVC: mediante bridas y/o juntas tóricas
- Tuberías de PEAD: mediante bridas-valona y juntas planas

➤ **Espesores.**

Los espesores mínimos a emplear en las piezas serán los siguientes según la norma UNE-EN 10224:2003/A1:2006, Tubos y accesorios de acero no aleado para la conducción de agua y otros líquidos acuosos. Condiciones técnicas de suministro (si bien también se usan habitualmente la DIN 2458 o la AP 5L).

Tabla 50. Espesores mínimos

Ø ≤ 250 mm	e = 4 mm
300-400 mm	e = 5 mm
500-600 mm	e = 6,3 mm
700-800 mm	e = 7,1 mm
900-1000 mm	e = 8 mm
1100-1200 mm	e = 8,8 mm

Las piezas podrán ser sometidas a una prueba hidrostática para comprobar su estanqueidad y/o a la comprobación de su soldadura.

Los espesores del material suministrado (piezas y tubos), nunca podrán ser inferiores a los indicados en las tablas anteriores. Para usar los tubos normalizados (la Tabla 4 de la norma EN 10224) el adjudicatario ira a el espesor igual o inmediatamente superior al que está definido en la tabla anterior.

Tabla 51. Tabla 4 de la norma EN 10224

DN			Espesor nominal, e (mm)																								
Serie 1	Serie 2	Serie 3	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	4,0	4,5	5,0	5,4	5,6	6,3	7,1	8,0	8,8	10,0	11,0	12,5	14,2	16,0	17,5	20,0	22,2	25,0		
26,9		30,0																									
	31,8																										
	32,0																										
33,7		35,0																									
	38,0																										
	40,0																										
42,4		44,5																									
48,3	51,0																										
	54,0																										
60,3	57,0																										
	63,5																										
	70,0																										
76,1		73,0																									
88,0		82,5																									
	101,6																										
114,3		108,0																									
	127,0																										
	133,0																										
139,7		141,3																									
		152,4																									
		159,0																									
168,3		177,8																									
		193,7																									
219,1		244,5																									
273,0																											
323,9																											
355,6																											
406,4																											
457,0																											
508,0																											
	559,0																										
	610																										
	660																										
	711																										
	762																										
	813																										
	864																										
	914																										
	1.016																										
	1.067																										
	1.118																										
	1.168																										
	1.219																										
	1.321																										
	1.422																										
	1.524																										
	1.626																										
	1.727																										
	1.829																										
	1.930																										
	2.032																										
	2.134																										
	2.235																										
	2.337																										
	2.438																										
	2.540																										
	2.642																										
	2.743																										

Serie 1: Diámetros para los que las piezas especiales necesarias están normalizadas
 Serie 2: Diámetros para los que las piezas especiales necesarias no están normalizadas
 Serie 3: Diámetros para aplicaciones especiales para los que existen muy pocas piezas especiales normalizadas

➤ **Piezas de conexión**

Denominamos piezas de conexión a aquellas cuyo único objeto es unir dos tubos de distinto diámetro o dirección, es decir, quedan excluidas de las mismas las juntas o uniones ordinarias, incluyéndose, en cambio, las piezas de cambio de sección, derivaciones y curvas.

Para el diseño se tomarán como referencia las recomendaciones contenidas en el MANUAL de AWWA «M-11 Steel Pipe. A guide for Design and Installation» (más restrictivo que la UNE-EN 10224).

- Codos angulares con gajos cada 22,5°
 - Longitud mínima de las reducciones
 - Selección de los refuerzos de los injertos y las dimensiones de los mismos
- Cambios de sección

Los cambios de sección deben verificarse mediante una pieza troncocónica, de modo que los pasos de un diámetro a otro se realicen sin brusquedades, con el fin de evitar en lo posible turbulencias y cavitaciones en el interior de la conducción. En consecuencia, se adoptarán los siguientes valores numéricos, para las dimensiones de estos cambios de sección:

Tabla 52. Relación longitud de la pieza y diferencia de diámetro

	Aconsejable	Mínimo
Aumento de sección	10	5
Disminución de sección	máx. posible	5

La longitud del cono de reducción para diámetros de 400 mm y superiores será en base a la norma ANSI/AWWA C208-01. $L = 4 (D1 - D2)$.

- Uniones en Té.

Se llama así a las derivaciones en ángulo recto, entre las que siempre serán preferibles aquellas que presenten una superficie interior sin aristas vivas, verificándose el paso del agua de uno a otro tubo, con las menores pérdidas de carga. Se recomienda que en el plano de sección que pasa por los ejes de las tuberías, el radio de acuerdo sea de cuatro a cinco veces el radio del ramal derivado, abocinándose el resto, de modo que la superficie de transición sea siempre tangente a éste, a lo largo de la misma directriz.

- Derivaciones en cruz

Tienen por objeto derivar de una tubería, dos, en dirección perpendicular a la misma. Las superficies de unión de las derivaciones con el tubo principal reunirán las condiciones ya citadas

anteriormente en el presente Pliego, y si hubiera reducción de diámetro a partir del punto de derivación, éste se hará con las prescripciones dadas.

- Otras derivaciones

Todas las derivaciones no incluidas en los dos epígrafes anteriores presentarán una superficie interior sin aristas viva, efectuándose el paso del agua con la menor pérdida de carga posible.

El radio del acuerdo 2 a 2,5 veces el diámetro del ramal derivado, abocinándose la transición de modo que su superficie sea tangente al ramal derivado.

- Codos

En las piezas de fabricación especial se admitirán codos de cualquier ángulo.

Si la desviación que se exige en el trazado de la tubería no coincide con ninguno de los ángulos en serie, se conseguirá la diferencia mediante la tolerancia de las juntas, formando una poligonal de amplio radio, con el fin de evitar en lo posible los codos suplementarios.

Se admitirán codos angulares formados por gajos, en base a la norma UNE EN 10224. Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. El número de gajos en función del ángulo queda definido de la siguiente manera:

Para ángulo $\leq 30^\circ$ -> 2 gajos

Para $30^\circ < \text{ángulo} \leq 60^\circ$ -> 3 gajos

Para $60^\circ < \text{ángulo} \leq 90^\circ$ -> 4 gajos

Para el radio de curvatura se indica que para tubos de diámetro mayor o igual a 457 mm, el radio de curvatura R no debe ser inferior a 1,0 D. Para cualquier otra condición el radio de curvatura R no debe ser inferior a 1,5 D.

- Revestimiento.

Las piezas de acero se protegerán, como todo elemento metálico, en defensa contra la corrosión, exterior e interiormente con protección mediante tratamiento a base de pintura epoxi o por galvanizado.

Todas las piezas especiales incluidas las garras de las reducciones y de los carretes de anclaje de las válvulas estarán revestidas, tanto interior como exteriormente, tal y como se indica a continuación:

1. Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
2. Pintado con pintura epoxi, con espesor mínimo de 200 micras. El espesor final medio no será inferior a 200 micras.

El sistema de pintura a aplicar deberá ser adecuado para la protección contra la corrosión, conforme a la norma UNE-EN ISO 12944-1:2018, Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 1: Introducción general. (ISO 12944-1:2017). Se tendrán en cuenta los siguientes factores: tipo de superficie a ser protegida, proceso de sistema de pintado, corrosividad del medio ambiente y durabilidad.

Se requerirá que el sistema de protección empleado sea, como mínimo, de la categoría C3 y durabilidad VH (muy alta). El espesor de epoxi será mínimo de 200 micras

En caso de equipos a instalar en el interior de arquetas con o sin tapa o drenaje, estos se considerarán incluidos en la categoría Im1 (agua dulce), en cuyo caso la preparación de superficies debe ser Sa 3 (cuando se trate de sistemas C4 o Im1 a Im4 de durabilidad alta o muy alta). Se aplicarán dos capas de epoxi hasta alcanzar 350 micras.

Las piezas especiales que queden enterradas serán recubiertas exteriormente por hormigón (excepto las bridas) que servirá tanto para protección contra la corrosión como anclaje de las piezas especiales.

Para elementos galvanizados el espesor mínimo exigido será de 80 micras, según norma UNE EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009).

3.3.44.1 Ejecución de soldaduras

El fabricante poseerá registro de cualificación del procedimiento de soldadura y certificados de cualificación de los soldadores en vigor, emitidos por Organismo Autorizado y según la norma UNE-EN ISO 9606 correspondiente o equivalente a un nivel apropiado, en el sector industrial pertinente.

El proceso de soldadura se realizará por personal cualificado conforme a la norma UNE-EN ISO 9606-1:2017, Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros, o equivalente a un

nivel apropiado, en el sector industrial pertinente.

Las soldaduras serán realizadas bajo procedimiento de soldadura homologado, según normativa europea UNE-EN ISO 15609-2:2020, especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Especificación del procedimiento de soldeo. Parte 2: Soldeo por gas. La documentación exigida por la Dirección de Obra será:

- Especificación de procedimiento de soldadura.
- Registro de cualificación de procedimiento de soldadura.
- Certificados de cualificación de operarios soldadores.

Los consumibles de soldeo deberán cumplir la norma UNE-EN ISO 14343:2017, Consumibles para el soldeo. Electrodo de alambre, electrodo de banda, alambres y varillas para el soldeo por fusión de aceros inoxidables y resistentes al calor. Clasificación. (ISO 14343:2017). Los consumibles deben mantenerse libres de contaminantes y deben ser almacenados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Se realizarán ensayos no destructivos en el 100% de las soldaduras, mediante la aplicación de líquidos penetrantes según norma UNE-EN ISO 3452-1:2022, ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte 1: Principios generales. (ISO 3452-1:2013, versión corregida 2014-05-01. El criterio de aceptación utilizado en los ensayos, será del nivel 1 según la norma UNE-EN ISO 23277:2015, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Ensayo mediante líquidos penetrantes. Niveles de aceptación. (ISO 23277:2015) será el 2X.

Se realizarán también inspecciones visuales sobre el 100% de las soldaduras según la norma UNE-EN ISO 17637:2017, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Examen visual de uniones soldadas por fusión. (ISO 17637:2016), la finalidad de estas inspecciones será verificar la ausencia de imperfecciones en los cordones, durante todas las fases de la soldadura. El nivel de aceptación será el B, según la norma UNE-EN ISO 5817:2014, 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. (ISO 5817:2014)

3.3.44.2 Control de calidad

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según la norma UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, de todos los elementos metálicos, conforme la normativa específica en el presente pliego, 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 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 realice los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

Los tratamientos utilizados para el revestido de las partes 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.

El fabricante de pintura y la empresa encargada del proceso de pintado poseerán Certificado de Calidad ISO 9001 emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente y realizarán el control de calidad que se expone a continuación.

En caso contrario o en el caso de que no se realice alguno de los controles siguientes, se llevarán a cabo por la empresa ejecutora en Laboratorio Externo debidamente acreditado.

En la siguiente tabla se resume el control de calidad a realizar:

Tabla 53. Control de calidad para piezas especiales y calderería

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección
ACERO				
Tipo de acero, características mecánicas y composición química	UNE-EN 10204	Por cada tipo de producto metálico	Acero del tipo especificado	Comprobación del Certificado 3.1/Certificado de producto entregado por el fabricante según los requisitos del pedido
	UNE-EN 10025	Envío de 3 muestras por tipo de acero	Acero del tipo especificado	Ensayo de laboratorio
TUBOS DE ACERO				
Tubo de acero	Según norma de producto	Por cada tipo y diámetro de tubo	Cumplimiento de características de la norma de producto	Comprobación del Certificado 3.1/Certificado de producto entregado por el fabricante según los requisitos del pedido
Características geométricas	Según norma de producto	Por cada tipo y diámetro de tubo	Cumplimiento de características de la norma de producto	Ensayo en laboratorio
Características mecánicas	UNE-EN ISO 6892-1:2020	Por cada tipo y diámetro de tubo	Cumplimiento de características de la norma de producto	Ensayo en laboratorio
Composición química	UNE 7014:1950	Por cada tipo y diámetro de tubo	Cumplimiento de características de la norma de producto	Ensayo en laboratorio
BRIDAS				
Bridas de acero	Según tipo de producto	Por cada tipo, diámetro y presión nominal de brida	Cumplimiento de características de la norma de producto	Comprobación del Certificado 3.1/Certificado de producto entregado por el fabricante según los requisitos del pedido
SOLDADURAS EN FÁBRICA/TALLER				

Control documental: - Específicas de procedimiento de soldadura. - Registro de cualificación de procedimiento de soldadura. - Certificados de cualificación de soldadores y de operadores de soldeo. - Certificados de calidad de materiales base y de consumibles de soldeo. - Procedimientos de ensayo no destructivo. - Informes de ensayos no destructivos	No se especifica	Por suministro	Validez de la documentación entregada según normativa y requisitos de pedido	Control de la documentación entregada por el fabricante
Calidad de las soldaduras controlada mediante inspección visual según UNE-EN ISO 17637:2017	UNE-EN ISO 5817:2014	100% de las soldaduras	Nivel de aceptación B	Inspección visual en fábrica/taller
Calidad de las soldaduras controlada mediante líquidos penetrantes según UNE-EN ISO 3452-1:2022	UNE-EN ISO 23277:2015 y UNE-EN ISO 5817:2014	100% de las soldaduras	Nivel de aceptación 2X según UNE-EN ISO 23277:2015 y nivel B según UNE-EN ISO 5817:2014	Ensayo en fábrica/taller
REVESTIMIENTO				
Sistema de pintura	No se especifica	Por suministro	Validez de la documentación entregada según normativa y requisitos de pedido	Comprobación del Certificado 3.1/Certificado de producto entregado por el fabricante según los requisitos del pedido
Control del granallado	UNE-EN ISO 8501-1:2008	100% de los colectores de las agrupaciones y 10% del resto de piezas del contrato	Nivel de aceptación clase 0 ó 1 según UNE-EN ISO 2409:2021	Ensayo en fábrica/taller
Piezas especiales y calderería: Espesor de pintura	UNE-EN ISO 2808:2020	100% de las piezas	Espesor medio superior al mínimo según norma y requisitos del pedido (superior a 200 micras)	Ensayo en fábrica/taller
Piezas especiales y calderería: Adherencia del revestimiento. Corte por enrejado	UNE-EN ISO 2409:2021	100% de los colectores de las agrupaciones y 10% del resto de piezas del contrato	Nivel de aceptación clase 0 ó 1 según UNE-EN ISO 2409:2021	Ensayo en fábrica/taller
Piezas Especiales y calderería: Corrosión en atmósferas artificiales. Ensayo de niebla salina	UNE-EN ISO 9227:2017	Al menos 3 piezas	Ensayo durante al menos 168 h. Una vez transcurrido este tiempo no se presentarán defectos evaluados de acuerdo con las normas UNE-EN ISO 4628-1:2016 diferentes a la clasificación 0 ó 1	Ensayo en laboratorio
GALVANIZADO				
Piezas especiales y calderería: Espesor de cinc	UNE-EN ISO 1461:2010	3 muestras	Espesor especificado	Ensayo de laboratorio o en fábrica/taller
Piezas especiales y calderería: Adherencia	UNE-EN ISO 2409:2021	100% de las piezas	Nivel de aceptación clase 0 ó 1 según	Ensayo en fábrica/taller

del revestimiento. Corte por enrejado			UNE-EN 2409:2021	ISO	
---------------------------------------	--	--	------------------	-----	--

3.3.44.2.1 *Inspección visual*

Se comprobará el aspecto general de todas las piezas una vez pintadas, de forma que no aparezcan oquedades, burbujas de aire o cualquier otro defecto apreciable a simple vista. En el caso de existir este tipo de defectos se considerará la pieza defectuosa, sometiéndola de nuevo al proceso de pintado.

3.3.44.2.2 *Comprobación del espesor*

Se comprobará el espesor del revestido en todas las piezas, con un medidor de corriente de Foucault conforme lo indicado en la norma UNE-EN ISO 2808:2020, Pinturas y barnices. Determinación del espesor de película. (ISO 2808:2019), comprobando que en todos los casos el espesor medio es superior al especificado en el apartado correspondiente del presente pliego.

3.3.44.2.3 *Adherencia*

Se realizarán un control del 100% de los colectores de las agrupaciones y al menos un 10% del resto de las piezas, mediante ensayos de adherencia por el método del corte por enrejado según la norma UNE-EN ISO 2409:2021, Pinturas y barnices. Ensayo de corte por enrejado. (ISO 2409:2020), sobre probetas de 100x100mm. La clasificación obtenida deberá ser tipo 0 ó 1 según la tabla 1 de dicha norma.

3.3.44.2.4 *Corrosión*

Se ensayarán como mínimo, tres probetas de 150x100mm en cámara de niebla salina conforme la norma UNE-EN ISO 9227:2017, Ensayos de corrosión en atmósferas artificiales. Ensayos de niebla salina. (ISO 9227:2017), durante al menos 48h. Una vez transcurrido este tiempo no presentarán defectos evaluados de acuerdo con las normas UNE-EN ISO 4628-2:2016 a UNE-EN ISO 4628-5:2016, Pinturas y barnices. Evaluación de la degradación de los recubrimientos. Designación de la intensidad, cantidad y tamaño de los tipos más comunes de defectos, diferentes a la clasificación 0 ó 1.

3.3.45 **Carretes de desmontaje telescópicos**

El carrete de desmontaje permite la instalación o desmontaje de cualquier tipo de elemento embrizado. Compensa el desplazamiento axial del tubo durante la instalación o desmontaje. Los materiales y calidades requeridos a estos elementos serán:

- Junta de estanqueidad tórica de EPDM

- Bridas de acero al carbono S 275 JR conforme a la norma UNE-EN 10025-2:2020, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales no aleados.
- Virola de acero inoxidable AISI 304
- Bridas según norma UNE-EN 1092-1:2019, Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero.
- Revestimiento de epoxi-poliéster con un espesor de la pintura mínimo de 125µ tanto interior como exteriormente.
- Varillas de acero de calidad 8.8
- Tuercas y arandelas de acero calidad 8.8

El tratamiento anticorrosivo y de acabado que se aplica en los carretes consiste en un proceso de granallado de superficies y posterior recubrimiento de Epoxi-Poliéster Polvo, polimerizado posteriormente en horno a 210° C de temperatura.

A todos los carretes se les someterá en fábrica a una prueba hidráulica de presión a 1,5 x PN.

Las longitudes de montaje indicativas y las tolerancias de montaje mínimas serán las siguientes:

Tabla 54. Longitud y tolerancia de montaje

DN (mm.)	Longitud montaje (mm.)	Tolerancia montaje (+/- mm).
50 a 150	200	30
200 a 450	280	40
500 a 700	330	50
800 a 1000	400	60

3.3.46 Collarines de toma

Serán empleados para las derivaciones de las ventosas hasta diámetro máximo de 630 mm (incluido).

Para tuberías de ≤ 90 mm de diámetro donde las ventosas serán de 25 mm se emplearán collarines de polipropileno con salida roscada con tornillería de acero inoxidable A-2.

Para diámetros mayores serán de fundición dúctil GGG50, con recubrimiento interior completo de goma EPDM. Los tornillos y arandelas serán de acero inoxidable A-2 y roscados al cuerpo del collarín. Estarán recubiertos con resina epoxi aplicada electrostáticamente interior y exteriormente con un mínimo de 250 micras. Los diámetros hasta 250 mm tendrán salida roscada y los mayores a brida conforme a la norma UNE-EN 1092-1:2019, Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero, PN 6, PN 10 y PN 16. Cuerpo con bridas caras planas.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, 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.

Si el fabricante posee Certificado de Calidad de Producto, aportará los resultados de los ensayos obtenidos con cada envío de válvulas.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas especiales en calderería (Epígrafe 3.3.48).

3.3.47 Uniones Gibault y uniones para reparación de tuberías

Especificaciones técnicas:

.- Cuerpo: fundición nodular EN-JS1050 (EN-GJS 400-17, GGG-50), conforme la norma UNE-EN 1563:2019 Fundición de grafito esferoidal.

.- Tornillos: acero bicromatado de calidad 6.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015 Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 1: Pernos, tornillos y bulones con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino. (ISO 898-1:2013).

.- Tuercas: acero bicromatado de calidad 6 conforme la norma UNE-EN ISO 898-2:2013 Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 2: Tuercas con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino. (ISO 898-2:2012).

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

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

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, 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.

3.3.48 Prefabricados de hormigón

Se incluyen en este apartado a las arquetas para válvulas e hidrantes.

3.3.48.1 Normativa y generalidades

- Reglamento de Productos de Construcción nº305/2011 (RPC). Este reglamento establece los requisitos básicos que deben cumplir las obras de construcción en las que se incorporan los productos de construcción, entre ellos los prefabricados de hormigón, para los que define las condiciones armonizadas de marcado de los productos y la información que hay que suministrar para su comercialización en el mercado europeo.

- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación

- UNE-EN 13369:2018 Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón

- UNE 127916:2020 Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, de hormigón armado y hormigón con fibra de acero. Complemento nacional a la Norma UNE-EN 1916:2008

- UNE-EN 1916:2008 Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero

3.3.48.2 Calidad de los materiales

Los materiales que componen los prefabricados serán de calidad igual o superior a lo especificado en el presente Pliego para los componentes de hormigones y morteros.

3.3.48.3 Control de calidad

La superficie de las piezas no presentará daños que pudieran influir negativamente en su comportamiento estructural, estanqueidad o durabilidad.

No se admitirán piezas en las que se detecten coqueas, nidos de grava u otros defectos que por sus características pudieran considerarse inadmisibles en relación a lo exigido en el 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 206:2013+A2:2021, Hormigón. Especificaciones, prestaciones, producción y conformidad, o Certificado de Calidad de los materiales anteriormente expuestos conformes a la normativa correspondiente, no será necesario realizar un control de calidad de los materiales. Se aportará certificado del producto entregado por el fabricante según los requisitos del pedido. En caso contrario se realizará el siguiente control, que será llevado a cabo por un Laboratorio de Control externo acreditado.

3.3.48.3.1 *Áridos, agua, aditivos, cemento, hormigón y armado*

Cumplirán lo especificado anteriormente en el presente Pliego.

3.3.48.3.2 Control dimensional

Como mínimo se comprobarán dimensionalmente en el momento de recepción en obra el 2% de los prefabricados, que cumplirán las especificaciones siguientes dependiendo de la dimensión a comprobar (d):

- Dimensión menor o igual a 50 cm, tolerancia < 2 cm.
- Dimensión mayor de 50 cm y no mayor de 2 m, tolerancia < 3,5 cm.
- Dimensión mayor de 2 m, tolerancia < 4 cm.

3.3.48.4 Acopios

Los lugares de acopio de los prefabricados se establecerán de manera que los desplazamientos de todo tipo de prefabricados dentro de la obra, sean lo más reducidos posibles, debiéndose situar si es posible, en las proximidades de sus emplazamientos definitivos.

La altura de los acopios estará en relación a la resistencia de cada elemento, de modo tal que no se produzcan roturas por sobrepeso de la pila de almacenamiento.

Se procurará que los elementos prefabricados lleguen a obra con suficiente madurez para garantizar su buen estado en el momento de su colocación.

3.3.48.5 Transporte y manipulación

El transporte de los prefabricados se realizará de modo que las piezas no sufran daños, golpes o raspaduras, quedando perfectamente inmovilizadas sobre la caja de los camiones, para que en el transporte no se puedan producir movimientos.

La descarga se realizará mediante el empleo de medios mecánicos adecuados a los pesos de las piezas correspondientes. La sujeción se realizará de modo que los elementos no sufran concentraciones de tensión en un reducido número de puntos de enganche.

La descarga se realizará depositando el elemento sin brusquedades y de modo que quede en el acopio apoyado en la mayor superficie posible.

En la manipulación de las piezas se evitará el arrastre de los elementos, suspendiendo las piezas convenientemente en cada caso de modo que las condiciones de sustentación y el grado de madurez del hormigón sean tales que se evite el riesgo de roturas o deformaciones.

3.3.48.6 Marcado de los prefabricados

Todos los prefabricados estarán correctamente marcados e identificados con, como mínimo el número de lote.

3.3.49 Sistema de telecontrol

3.3.49.1 Normativa y generalidades

El presente pliego de prescripciones técnicas tiene por objeto establecer las condiciones técnicas de los materiales a utilizar, así como las condiciones de ejecución de las instalaciones del sistema

de automatización y telecontrol que, soportado por los correspondientes medios de telecomunicación, permita el control integral de las zonas regables de las comunidades de regantes.

Serán de aplicación cuantas prescripciones figuren en normas, reglamentos, pliegos e instrucciones oficiales que regulen la realización de los trabajos y la calidad de los materiales.

Los materiales atenderán a lo dispuesto sobre el marcado CE de acuerdo con el Reglamento (UE) n ° 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y la legislación de transposición o modificación que se derive de aquella.

El objetivo del telecontrol es dotar a las nuevas instalaciones de riego de las infraestructuras de comunicaciones y control necesarias para que pueda realizarse un óptimo funcionamiento de los elementos hidráulicos situados en dicha red de riego.

El Sistema de Telecontrol está formado por los siguientes elementos principales:

1. CECO: Centro de Control ubicado en oficinas de la SAT EL Grupo de Antas y en las oficinas de la SAT Climasol de Vera.
2. BALSAS DE CABECERA: Estaciones remotas de control con autómatas ubicadas en las balsas de cabecera de cada sector
3. CONCENTRADORAS Y REMOTAS EN HIDRANTES: En cada hidrante o agrupación de hidrantes se instalará una remota y dada la distancia a salvar y/o el gran número de remotas existentes se dispondrán estaciones concentradoras.

El conjunto del telecontrol y, por tanto, la aplicación de control SCADA y la aplicación de gestión estarán implementadas para cumplir la norma de interoperabilidad UNE 318002-3 «Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad».

3.3.49.2 Interoperabilidad

La implementación de la interfaz interoperable para los sistemas de telecontrol se encuentra especificada en la norma UNE 318002-3:2021, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad, elaborada por el grupo de trabajo GT3-Telecontrol del comité técnico de normalización CTN 318-Riegos de la Asociación Española de Normalización (UNE). Esta implementación estará ajustada a las especificaciones de la norma UNE 318002-3:2021 contenidas en su Anexo B «Interfaz de subsistemas con SOAP 1.2», si se realiza con protocolo SOAP 1.2, o a las contenidas en su Anexo G «Interfaz de subsistemas con REST», si se realiza con protocolo REST.

Este estándar establece las directrices para la interoperabilidad entre los sistemas desarrollados para la gestión y/o control de las instalaciones de riego. La norma puede ser aplicada bajo cualquier plataforma tecnológica y en cualquier tipo de sistema de riego, independientemente del esquema de gestión del agua (público o privado, individual o colectivo).

Este estándar no define los requisitos de hardware o software para ninguno de los sistemas a los que se aplica. Solo se refiere a interfaces de acceso, sin restricciones sobre las implementaciones subyacentes. El estándar ha sido diseñado para evitar interferencias con soluciones propietarias sujetas a propiedad intelectual. Para garantizar la interoperabilidad basada en estas premisas, el estándar define tres interfaces de comunicación (Interfaz de Gestión, Interfaz de Eventos e Interfaz con Subsistemas) y la arquitectura sobre la que aplican estas interfaces. Se requieren tres niveles de arquitectura para acomodar las interfaces:

- El nivel de gestión, donde se ubicará cualquier MIS que cumpla con la norma. De todos los métodos disponibles, cada MIS solo implementará aquellos que sean necesarios para ejecutar sus funcionalidades.
- El nivel de control superior: coordinación. Este elemento de software (el bróker de coordinación) actúa como enlace entre las aplicaciones MIS y los subsistemas de control. Todos los métodos deben estar a disposición del Bróker de Coordinación para garantizar la correcta ejecución de sus tareas.
- El nivel de control inferior: RMCS. Estos también pueden denominarse subsistemas de riego. Son soluciones comerciales completas (hardware y software) diseñadas para controlar ciertas entidades de riego. Cada subsistema debe implementar los métodos necesarios para realizar las tareas de la entidad o entidades de riego que controla.

Tanto la aplicación de control SCADA como la aplicación de gestión estarán implementadas para cumplir la norma de interoperabilidad UNE 318002-3:2021, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad.

La aplicación de control SCADA estará siempre aguas abajo del bróker de coordinación (en adelante, coordinador) y quedará implementada para comunicar con él, sea este coordinador instalado en la obra o no.

Sin embargo, la aplicación de gestión podrá implementarse bien aguas abajo del coordinador (en caso de no instalarse un coordinador) o bien aguas arriba del mismo (en caso de que sí se instale un coordinador), pero siempre implementada para comunicar con el coordinador según la norma descrita anteriormente.

3.3.49.3 Características técnicas generales y obligatorias

Las especificaciones contenidas en esta parte del Pliego de Prescripciones técnicas son condiciones mínimas de obligado cumplimiento para los sistemas que sean ofertados y su incumplimiento será causa de exclusión.

3.3.49.3.1 *Términos y definiciones*

- **Red de riego**

Abastecimiento. Estructura de abastecimiento de agua como: río, canal, embalse, balsa, pozo, etc. (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Acometida. Localización de la toma de agua en el origen del abastecimiento (en caso de tratarse de distribución por gravedad, será cada toma del canal) (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Sector. Área regable abastecida por cada acometida (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Subsector. Subárea regable dentro de un sector que funciona independientemente del resto del sector (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Agrupación (bloque de riego). Área regable dentro de un sector en la que el caudal y la presión están sujetos a un control comunitario (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Parcela. Área regable dentro de una agrupación, con autonomía en lo concerniente al cultivo y al control unitario del consumo (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Tubería principal. Tubería de conexión entre la acometida y cada subsector o conjunto de agrupaciones (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Tubería secundaria. Tubería de conexión entre el extremo de cada tubería principal y el punto de control de cada grupo o bloque de riego (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Portarramales. Tubería de conexión entre el punto de control de cada grupo o bloque de riego

y el punto de control de cada parcela (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Ramal. Tubería de conexión entre el punto de control de cada parcela y los elementos de aplicación del agua sobre el campo. No se considera como un elemento de la red de distribución (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Toma de parcela. Elemento instalado en la tubería portarramales utilizado para controlar el abastecimiento de agua y distribuirla a la parcela (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Hidrante. Elemento de unión al ramal de riego dentro de la parcela (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Válvula. Dispositivo de control del caudal suministrado a un sistema de distribución de agua para riego (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Contador. Dispositivo que mide el volumen total de caudal que atraviesa la válvula (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

3.3.49.3.2 *Sistema de automatización*

- **Automatización**

Se entiende por automatización el conjunto de procesos que llevarán a hacer funcionar la instalación en ciclo continuo, sin necesidad de intervención humana. En cada instalación se distinguirá el ciclo base como el ciclo de funcionamiento normal de la instalación. Se denominarán ciclos auxiliares aquellos que se realizan de forma periódica con propósito de mantenimiento, limpieza, etc.

Por diseño de ingeniería se establecerá cuál es el ciclo básico, así como los parámetros en los que debe desenvolverse el mismo y las alarmas que debe generar. Una vez determinado este ciclo se diseñarán los diferentes ciclos auxiliares, así como los momentos en que deben desencadenarse.

El sistema usará habitualmente un doble proceso. Por una parte, se instalará un cuadro eléctrico central donde se conectarán a un bornero de relés los distintos mecanismos que se van a activar. Los relés actuarán a través de un autómata programable adecuadamente dimensionado a las

necesidades. El autómatas programable guardará en su memoria un informe de estado de los diferentes dispositivos existentes. Se instalarán además pulsadores adicionales para actuar

3.3.49.4 Cursos de formación

Se deberán contemplar 2 tipos de cursos de formación totalmente independientes:

- Curso de manejo y operación

Destinado a formar a los operadores de la comunidad de regantes en la estructura:

- Navegación por pantallas
- Herramientas de informes
- Introducción de datos
- Manejo de la aplicación
- Parámetros de configuración
- Manejo web

- Curso de mantenimiento

Destinado a formar al personal de mantenimiento propio de la comunidad de regantes con el siguiente temario:

- Test y diagnóstico de comunicaciones.
- Navegación por pantallas.
- Herramientas de informes de mantenimiento.
- Introducción de datos.
- Manejo de la aplicación.
- Cableado, sustitución y activación de tarjetas de control de hidrantes.
- Altas de nuevas tarjetas de control.
- Manejo web.

3.3.49.5 Documentación

Se entregará la siguiente información:

- Manual de operación de la aplicación.
- Descripción funcional de cada pantalla.

- Manuales de funcionamiento y operación acceso web.
 - Manuales técnicos de equipos informáticos.
 - Manuales técnicos de equipos de comunicaciones.
 - Esquemas completos de la red de hidrantes.
 - Esquemas eléctricos de los distintos tipos de remotas de telecontrol.
 - Memoria técnica de los elementos que componen el sistema de telecontrol en la que se incluya la información suficiente para comprobar la adecuación de los equipos a las condiciones que se citan en el pliego. Se deberá presentar una detallada lista de los materiales a instalar identificando todos y cada uno de ellos por su marca, modelo y versión. Se deberá adjuntar el catálogo comercial correspondiente de todos los materiales que se vayan a instalar en la obra (tanto en formato papel como electrónico). Incluirá la descripción funcional del sistema en el que queden perfectamente definidas todas las funcionalidades y características de:
 - Funcionamiento de remota y concentrador.
 - Software centro de control.
- Manuales de instrucciones y conexionado

Todo equipo instalado debe disponer de manual de instrucciones para facilitar la configuración e instalación de los repuestos. Asimismo, se añadirá documentación técnica referente a las necesidades de mantenimiento que se asocien a cada tipo de elemento con el objetivo de facilitar la realización de programas de mantenimiento.

- Documentación adicional

La documentación adicional que ha de disponerse del sistema de telecontrol será la siguiente:

- Manual de funcionamiento y operación de la aplicación de control.
- Manual de funcionamiento y operación acceso web.
- Manual de funcionamiento y operación acceso web.
- Manual de funcionamiento y operación del software de alarmas SMS.
- Esquemas completos de la red de hidrantes.
- Programas software necesarios para la programación y configuración de las remotas de control de la red de hidrantes, así como de los elementos intermedios (concentradores) a coste cero.

3.3.49.6 Mantenimiento de la instalación

Para asegurar la estabilidad y perdurabilidad del buen funcionamiento de la instalación se realizará el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo que a continuación se describe.

Dado que el sistema de telecontrol tiene unas necesidades de mantenimiento específicas, se incluye en el presente pliego la elaboración y ejecución de un programa de mantenimiento.

Por las características propias de los sistemas de telecontrol de regadíos y con el objetivo de ajustar las actuaciones que a nivel de mantenimiento se requieran, deberán quedar perfectamente definidas las operaciones a realizar en términos de:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento correctivo.

Se listarán todas las operaciones que se reconozcan como necesarias para el sistema de telecontrol, así como los espacios temporales para los cuales se especifican estas y el procedimiento detallado para aquellas más habituales y/o críticas.

En dicho plan de mantenimiento se tendrán en cuenta las tareas que se indican en los apartados siguientes.

- Revisión precampaña de riego

Debido a que las instalaciones de riego suelen tener un periodo de inactividad comprendido entre la finalización de una campaña de riego y el inicio de la siguiente, se verificará previamente al inicio de esta última que todos los elementos del sistema de control se encuentran en el estado adecuado para la puesta en marcha del sistema.

- Revisión poscampaña de riego

Una vez haya finalizado la campaña de riego, se programarán las tareas necesarias en los puntos donde se hayan venido detectando alarmas durante la campaña anterior. Es por ello imprescindible que la aplicación de control monitorice y almacene todas las alarmas que se asocien al sistema de telecontrol instalado.

- Mantenimiento correctivo

Es condición indispensable la inclusión en el programa de mantenimiento de un listado completo de componentes con su coste unitario con el fin de facilitar la gestión de los repuestos y recambios (mantenimiento correctivo).

- Tareas mínimas incluidas en el programa

En la revisión anual precampaña se incluirán aspectos de revisión visual, así como revisiones técnicas.

a) Revisión visual sobre las remotas de riego.

- Verificar el estado de las antenas de telecomunicaciones
- Verificar el estado del sistema de alimentación energética
- Verificar el estado de cables y conectores
- Verificar el estado de los elementos de fijación propios del sistema de telecontrol instalado
- Verificar la estanqueidad de la envolvente donde se aloja la electrónica
- Verificar el buen estado de las válvulas hidráulicas garantizando que no se detectan ni pérdidas ni atascos

b) Revisión técnica sobre las remotas de riego

- Medida de tensión en el acumulador (batería), comprobando la correspondencia con los datos recogidos por la aplicación de control
- Medida de tensión en la alimentación (panel solar), comprobando la correspondencia con los datos recogidos por la aplicación de control.
- Verificar el estado de los fusibles
- Verificar el funcionamiento de los módems radio
- Verificar el funcionamiento de las válvulas a través del test de válvulas
- Verificar la medida de las sondas de presión, comprobando la correspondencia con los datos recogidos por la aplicación de control
- Verificar el funcionamiento de los medidores de impulsos
- Revisión de las comunicaciones con el centro de control
- Revisión de las medidas de explotación (volumen, presión, estado, etc.), desde el centro de control
- Sincronización de contadores y revisión de parámetros desde el centro de control.

c) Revisión visual y técnica de elementos intermedios

Para el resto de equipos de campo que puedan ser necesarios se realizarán las tareas descritas para la remota de riego que se les apliquen por la concepción y configuración de los equipos a revisar.

d) Revisión visual en el centro de control

- Verificar el estado de todo el software objeto de este pliego
- Verificar la integridad de los registros y el buen funcionamiento de las bases de datos
- Realizar una copia de seguridad de todas las bases de datos que se incluyan en el sistema de telecontrol instalado
- Desfragmentación de la máquina virtual

3.3.49.7 Unidades remotas en terminales de riego

3.3.49.7.1 Características HW

Tabla 55. Características HW

Práctica de equipos	Arquitectura modular que permite adaptar el equipamiento a las necesidades de cada instalación. Configuración ampliable
Programación de turnos	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Controlador autónomo con comunicación radio. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Flexibilidad total en la programación de turnos de riego. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Mantenimiento de turnos en ausencia de comunicaciones. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Dispone de reloj en tiempo real y protección mediante watch-dog.
Comunicaciones	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> M2M mediante redes móviles 2G/3G/4G/NB-IOT <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Telecarga OTA
Envolvente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Electrónica y batería en compartimentos separados. Envolvente con espacio suficiente para sustituir la batería por una recargable y un regulador de carga para fotovoltaica.
Opciones para alimentación	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Baterías fijas o recargables de larga duración con lectura remota de estado de carga. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Admite baterías de litio, Li-Ion, alcalinas, etc. Amplio rango de tensiones. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Opción para conexión a panel solar con batería y cargador integrado. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Opción de alimentación externa de 12V. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Compartimento de baterías independiente y estanco.
Salidas para electroválvulas	Control desde 1 hasta 32 electroválvulas de cualquier tipo.
Entradas de contadores	Entradas con filtrado digital hasta para 32 contadores. Máxima fiabilidad en la lectura y registro de consumos. Entradas y salidas protegidas con descargas estáticas de hasta 3kV.

Entradas digitales	Hasta 2 entradas digitales de propósito general.										
Salidas de relé	Relés para control de bombas, máquinas, etc. 250Vac/2A										
Sensores analógicos	Hasta 2 entradas para sensores analógicos externos tipo 0-20mA / 4-20mA. Con resolución de 12 bits. Sensor interno de nivel de batería con varios niveles de alarma configurables en función de la tensión.										
Sensores digitales	Lectura de sensores mediante interfaz digital SDI-12.										
Modbus	Interfaz Modbus para lectura de contadores digitales y control de dispositivos.										
Configuración local	Antena NFC para configuración local desde terminales móviles mediante App y mediante USB.										
Paso de cables	Entradas y Salidas mediante conectores estancos estándar M12 con tapón.										
Grado de protección	IP67, IK08 Placas electrónicas barnizadas y en compartimentos independientes.										
Tipo de instalación	Instalable en interior y en exterior.										
Dimensiones	Dimensiones: 145 x 170 x n*34 mm.										
Rango de temperatura	De -20° hasta 65° con humedad relativa 95%										
Fijación	Mural.										
Instalación	Instalación y mantenimiento sencillos.										
Normalización	Diseñado conforme a los criterios del Comité Técnico de Normalización CTN 318 del Centro Nacional de Tecnología de Regadíos										
Certificados	<table border="0"> <tr> <td>RoHS</td> <td>CE</td> </tr> <tr> <td>ISO9001</td> <td>ISO14001</td> </tr> <tr> <td>ISO45001</td> <td>ISO50001</td> </tr> <tr> <td>WEEE</td> <td>ISO/IEC20000-1</td> </tr> <tr> <td>ISO/IEC27001</td> <td>ENS</td> </tr> </table>	RoHS	CE	ISO9001	ISO14001	ISO45001	ISO50001	WEEE	ISO/IEC20000-1	ISO/IEC27001	ENS
RoHS	CE										
ISO9001	ISO14001										
ISO45001	ISO50001										
WEEE	ISO/IEC20000-1										
ISO/IEC27001	ENS										
Sistema de gestión	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Gestión de agrupaciones geográficas. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Gestión de emplazamientos: cabezales, estaciones de bombeo, hidrantes, etc. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Representación sobre mapa georreferenciado: emplazamientos, hidrantes, parcelarios, tuberías, etc. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Supervisión y control remoto de bombas, hidrantes, válvulas y compuertas. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Programación de turnos de riego de manera inmediata o diferida. Posibilidad de inhibición de turnos temporal o indefinida. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Configuración de reglas en hidrantes o a nivel de sistema. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Históricos de medidas (consumo, caudal, presión, cobertura, etc.). <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Gestión de alarmas. Detección rápida de averías o roturas en la red. Notificación por e-mail, SMS, llamada de voz o método Web. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Gestión de regantes y parcelas. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Informes de estado de los elementos y de los riegos realizados. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Herramienta de facturación de consumos y gastos fijos. Generación de fichero bancario (formato SEPA). <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Importación/exportación de información en formato Excel. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Gestión de usuarios: identificación de acceso, perfiles de operación, autorización sobre zonas o hidrantes concretos. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Integración de equipos Modbus. Paneles de configuración y supervisión										

	personalizados, tipo SCADA. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Servicios web REST para integración con plataformas de terceros.
--	---

3.3.49.7.2 Características funcionales

Gestión de las comunicaciones

El equipo dispone de 3 canales de comunicaciones: módem celular multitecnología, NFC y USB. El primero de ellos está pensado para poder telegestionar el equipo, los otros dos para interacción local con el mismo, ya sea cableada (USB) o bien vía radio de proximidad (NFC).

La unidad remota equipa un módem que le permite registrarse en redes móviles celulares multitecnología: GPRS, LTE CAT-M y NBloT e incorpora mecanismos para conmutar entre ellas eligiendo en cada momento la red con mejor cobertura.

El APN (Access Point Name) es completamente configurable, pero por motivos de seguridad se recomienda el uso de APN privado en las SIMs, de manera que el contexto de datos trabaje en una red privada virtual (VPN) que no tenga “presencia” en Internet (no sea accesible desde Internet).

El protocolo de conexión entre equipo y sistema de control (TCP o UDP) puede elegirse en función de las necesidades de localización del centro de control y las SIMs equipadas en las unidades remotas, pueden tener o no direcciones IP fijas dentro de la red privada asignada.

La unidad remota ofrece gran flexibilidad en su configuración de comunicaciones, para ello ofrece 3 modos de trabajo:

- Modo de tiempo real: módem siempre disponible para recibir peticiones del centro de gestión en cualquier instante y con tiempos configurables.
- Modo de bajo consumo: módem disponible a intervalos periódicos para recibir peticiones del centro de gestión (periodicidad de las comunicaciones flexible y configurable).
- Modo de trabajo híbrido. Este es el modo que se recomienda para aquellas comunidades que necesiten disponibilidad elevada, pero siempre pensando en la eficiencia del consumo energético de las baterías.
 - Facilita restringir los días de la semana y el rango horario en el que el equipo estará
 - siempre disponible.

- Fuera de ese rango horario (y/o días de la semana), el equipo estará disponible a intervalos marcados por el “tiempo base”.
- Permite definir, además del tiempo de comunicación base, un tiempo de aceleración de comunicaciones que poder aplicar:
 - .- Cuando el equipo esté ejecutando un turno de riego.
 - .- Según una combinación de días de la semana y rango horario.
 - .- Permite forzar una comunicación con la plataforma al iniciar y/o terminar un turno de riego.
 - .- La mejora de la eficiencia del consumo se traducirá en:
 - o Alargamiento de la vida de las baterías (recargables o no).
 - o Facilidad de recarga de las baterías en condiciones de radiación solar desfavorables (semanas con muchos días nublados, durante los meses de invierno, etc.).

Independientemente de la configuración de la disponibilidad o del periodo de volcado de datos, las remotas iniciarán una conexión inmediata en caso necesario de envío de alarmas, eventos o por reglas autónomas configuradas en el propio equipo.

El equipo permite la actualización remota de su propio firmware y también del firmware del módem que equipa (DFOTA).

La unidad remota puede trabajar con SIMs con subscripción SWAP basado en el estándar GSMA V3.2. De este modo, se tiene la posibilidad de cambiar de operador de comunicaciones NB-IoT de un modo remoto, sin necesidad de acceder físicamente al equipo.

Con respecto a las comunicaciones locales, el equipo dispone de una interfaz USB y de otra NFC, para poder interactuar con las correspondientes consolas portátiles o aplicaciones móviles. El sistema de riego integral, dispone de consolas para sistemas operativos de escritorio y aplicaciones para sistemas operativos de dispositivos móviles, que permiten la gestión local de los equipos y facilitan su instalación.

Gestión de turnos

La unidad remota es un programador de riego por frecuencia, horario y/o demanda, inteligente y autónomo. La programación de turnos se caracteriza por su flexibilidad, permitiendo solicitar

turnos periódicos, turnos de ejecución única o turnos a demanda, en todos ellos con la posibilidad de indicar un volumen máximo.

- Permite programar hasta 8 turnos por electroválvula (EV) y día de la semana. Se admiten turnos periódicos o turnos de ejecución única. Es posible configurar turnos cuyo día inicial y final sean diferentes (pasen de la medianoche). Además de indicar la hora inicial del turno y su duración, también es posible indicar un volumen máximo del mismo.
- Reintentos de apertura y cierre de EVs configurables: Permite indicar el número de reintentos de apertura y cierre de EVs. Para la ejecución de estos reintentos, es posible especificar unos tiempos de verificación de apertura y cierre, previos a los correspondientes reintentos.
- Puede actuar sobre solenoides tipo latch (2 o 3 hilos), con tensión de actuación mínima desde 12Vdc por descarga de condensador. El TCH puede monitorizar la tensión propia de carga del condensador (ajustando así el rango de tensión), permitiéndole ajustarse a los requisitos del solenoide instalado.
- Cancelación de turnos selectiva. Una vez programados los turnos, es posible indicar al equipo que cancele uno o varios turnos, independientemente de si éstos se encuentran en ejecución.
- Inhibición de Turnos selectiva. Posibilidad de inhibir los turnos de forma indefinida o en un rango de fechas. Se permite indicar una máscara de inhibición por EVs.
- Apertura y cierre manual de EV. Independientemente de los turnos de riego, será posible indicar una apertura manual de una o varias EVs, un tiempo máximo de minutos y/o volumen; también será posible indicar un cierre inmediato. La apertura manual de la EV, será posible a pesar estar el elemento inhibido (tiene prioridad sobre su estado de inhibición).
- Asociación Electroválvulas-Contadores. Múltiples configuraciones de EV-CNT permitidas, con su correspondiente gestión de pulsos de contador:
 - Tantos contadores como electroválvulas: N EVs – N Cnts
 - Sin contadores: N EVs – 0 Cnts
 - Un solo contador: N EVs – 1 Cnt
 - Una sola electroválvula: 1 EV – N Cnts
- EV Maestra. Posibilidad de indicar que una EV actúe como maestra y de configurar qué EVs actúan como aguas abajo de la maestra. Reparto de pulsos acorde a la configuración de maestra programada: se acumulará en el contador general de la maestra, y en el contador “virtual” de la EV aguas abajo abierta en cada caso.

Es posible definir tres modos de riego a la demanda:

- Volumen diario máximo.
- Volumen máximo para temporada.
- Crédito disponible.

Registro de consumo

Entre las funciones principales de la unidad remota, está la necesidad de registrar los pulsos de contador de los emisores conectados a sus entradas. Para ello, incorpora mecanismos de filtrado de ruido en sus entradas y equipa una memoria no volátil, para evitar la pérdida de los mismos en caso de fallo de alimentación. La monitorización de pulsos de contador, permite el cálculo del caudal y es la base para la gestión de las alarmas de riego (abierto sin caudal y cerrado con caudal, fuga, caudal excesivo).

- Caracterización del pulso de contador. Posibilidad de indicar los tiempos del pulso de contador, para así poder filtrar espurios por software, que no afecten a la cuenta de litros del equipo. Se permite configurar un tiempo pre-pulso, un tiempo de pulso y un tiempo post pulso.
- Caracterización de contadores. Posibilidad de caracterizar el tipo de contador, es decir la equivalencia litro – pulso.
- Registro de consumo de agua. Permite sincronizar, contar y acumular el número de litros asociados a cada contador.
- Monitorización del caudal instantáneo. Posibilidad de activar el mecanismo de cálculo del caudal instantáneo de los contadores. Se implementa un algoritmo de ventana deslizante completamente configurable, que permite el cálculo de caudales instantáneos o caudales medios.

Alarmas de riego

Gracias a la monitorización de los pulsos de los contadores, la unidad remota puede reportar de manera espontánea determinadas alarmas asociadas a la gestión del riego. Dichas alarmas podrán desactivarse de manera independiente por cada EV, en caso necesario. Se contemplan:

- Alarma de “Abierto sin caudal. Esta alarma indicará que se ha efectuado una apertura de EV, pero tras un tiempo de verificación de apertura configurable, no se ha detectado pulso alguno de contador. Ante esta situación, es posible indicar que el equipo comunique de inmediato el evento, pero también es posible configurar un número de reintentos de apertura de EV, previos a la generación y notificación de la alarma.

- Alarma de “Cerrado con caudal”. Esta alarma indicará que, a pesar de haber efectuado un cierre de EV, tras un tiempo de guarda configurable y otro tiempo de verificación de cierre configurable, siguen detectándose pulsos de contador. Ante esta situación, es posible indicar que el equipo comunique de inmediato el evento, pero también es posible configurar un número de reintentos de cierre de EV, previos a la generación y notificación de la alarma.
- Alarma de “Fuga”. Esta alarma está en cierta manera “ligada a la anterior”, puesto que también indica una situación particular de “Cerrado con caudal”. En una situación de estado de EV cerrada, es posible indicar al equipo que monitorice los pulsos que han llegado en una ventana de tiempo configurable y si dicho número supera un valor, también configurable, se notifique la anomalía de inmediato.
- Alarma de “Caudal excesivo”. Es posible activar en el equipo el cálculo del caudal de un determinado contador, y si este supera un determinado valor, reportar de inmediato el evento de exceso de caudal. Como veremos en un punto más adelante, es posible ligar este evento a una actuación de cierre de EV o inhibición de sus turnos, configurando una regla local en el equipo.
- Alarma de “Umbral mínimo”. Para la detección de fallos de apertura, es posible configurar el equipo para el envío de una alarma transcurrido un tiempo tras la apertura de una válvula, en caso de que el caudal no supere un umbral mínimo configurable. Tanto el umbral como el tiempo son configurables.
- Reporte instantáneo de alarmas con control de flujo. Cualquier alarma se reporta instantáneamente (no es necesario esperar al periodo de comunicación establecido), pero es posible configurar el número de alarmas a reportar en un periodo de tiempo, para así poder limitar el uso de datos y el consumo de batería.

Asociado al riego a la demanda, se puede configurar un evento referido a contador, para que en caso de agotarse el volumen disponible para un usuario se dispare dicho evento, pudiendo configurar un mensaje y/o una orden para el cierre de la válvula.

Informes de riego

Siempre asociado a los turnos de riego, el equipo registra en su memoria no volátil, una lista con información relativa al riego de cada turno/apertura manual. Esto permite al sistema de gestión, almacenar informes de riego de cada turno de EV con la siguiente información asociada:

- Índice del informe.
- Número de turno

- Fecha (día del mes y mes del año).
- Hora de comienzo (minuto del día).
- Duración en minutos.
- Contador inicial y contador final (en litros)

Monitorización de sensores

La unidad remota dispone de dos entradas analógicas para sensores tipo 4/20 mA, con control de alimentación independiente y con un ADC de resolución de 12 bits. El equipo realizará una medición de las entradas analógicas cada 'x' segundos, configurables, y con valores independientes para cada entrada analógica. Si el tiempo entre mediciones analógicas se configura a cero, se desactivará la lectura periódica de dicha entrada analógica. Para la lectura de entradas analógicas, el equipo activará la alimentación de sondas durante un tiempo mínimo, también configurable ("Tiempo de estabilidad"), suministrando una tensión de hasta 18 Vdc.

Para cada una de las dos entradas analógicas, es posible indicar una pendiente y un offset, para convertir los 4-20mA entregados por el sensor en otra escala; por ejemplo 0-10 ba, si pusiéramos un sensor de presión. Además, es posible indicar los umbrales superior e inferior para la generación de las alarmas de entradas analógicas por parte del equipo. Relacionado con los umbrales de alarma, se configurará un porcentaje de histéresis en la medición.

Con el porcentaje de histéresis correctamente definido, podemos evitar las activaciones y reposiciones de alarmas, cuando la medición oscile entre unos valores próximos a los umbrales.

La notificación de las activaciones y ceses de las posibles alarmas de sensores analógicos puede configurarse de manera que se reporten de forma instantánea, pero también podrá desactivarse para que no se reporten en ningún caso y siempre independientemente para cada una de las entradas analógicas.

Podemos usar las entradas analógicas para detectar alarmas de presión, temperatura y humedad, pero también como elementos condicionantes en las reglas locales autónomas del equipo como veremos más adelante. Por ejemplo, podemos inhibir los turnos durante un tiempo configurable si la humedad supera un valor o podemos cerrar las electroválvulas si la presión excede un valor.

Alarmas de propósito general

Independientemente de las entradas digitales de contador, la unidad remota dispone de dos entradas digitales de propósito general, que posibilitan al equipo el reporte de alarmas en base a estados digitales de sus entradas. El equipo incorpora mecanismos de filtrado software de los

estados digitales para evitar espurios. Podemos usar las entradas digitales para reportar alarmas de seguridad como “Puerta abierta”, pero también como elementos condicionantes en las reglas locales autónomas.

Monitorización de baterías

La unidad remota tiene la capacidad de medir su propia tensión de alimentación. El equipo realiza mediciones periódicas y también cuando el módem está transmitiendo (momento de más exigencia de la batería). Es posible configurar dos niveles de alarma para reportar los eventos de batería baja y batería crítica. Cuando se activa la situación de batería crítica, se dispara el protocolo de emergencia de alimentación, que consiste en cerrar todas las EVs, no permitir la ejecución de nuevos turnos, almacenar los posibles parciales de los contadores a memoria no volátil, inhibir las mediciones de sensores y la ejecución de reglas.

Cuando la alimentación llega a unos niveles mínimos prefijados, los datos precisos se copian a la memoria no volátil para salvar los valores, incluso en caso de que la alimentación externa desaparezca bruscamente.

Motor de reglas

La unidad remota incorpora un versátil motor de reglas que le permite ejecutar automatismos locales de cierta complejidad. Es posible programar hasta 8 reglas. Una regla está compuesta por: una condición temporal, de cero a cuatro condiciones lógicas y de una a cuatro actuaciones. Cuando la condición temporal y las condiciones lógicas se cumplen, la unidad remota ejecutará las actuaciones configuradas para la regla.

La condición temporal está compuesta por:

- Fecha inicial y una fecha final. Es posible indicar que la condición sea válida para cualquier fecha.
- días de la semana para los que la regla es válida.
- meses del año para los que la regla es válida.
- Una hora inicial y una hora final. Es posible indicar que la condición sea válida para cualquier hora.

La condición lógica está compuesta por:

- Un índice de elemento condicionante.
- Un operador: mayor, menor o igual

- Un valor correspondiente al estado del elemento condicionante

La actuación está compuesta por:

- Un índice de elemento actuador.
- Un valor al que aplicar al elemento actuador
- Una duración de la actuación.

Los elementos condicionantes pueden ser: entradas digitales y analógicas, salidas de electroválvula, salidas digitales virtuales y caudales de sus entradas de contador.

Los elementos actuadores pueden ser: salidas de electroválvula, turnos de electroválvula, salidas digitales virtuales y forzado de envío de estado a sistema de gestión.

Las reglas siempre tienen la máxima prioridad (prevalecen sobre los turnos de electroválvula) La ejecución de la regla conlleva el establecer un valor y una duración para uno o varios elementos actuadores (la duración puede ser indefinida); el motor de reglas establece dichos valores, pero su función no es ejecutarlos; de la ejecución de los actuadores se encarga el motor de actuaciones. A las reglas, le siguen en prioridad los turnos y por último, cuando un elemento actuador no está en regla ni en turno, el motor de actuaciones forzará el estado de reposo (siempre que así esté configurado el correspondiente actuador).

Un ejemplo de uso del motor de reglas puede ser: Configurar una regla que inhiba los turnos de riego durante un tiempo configurable, si el sensor de humedad conectado al equipo, alcanza un determinado valor.

Autonomía completa

La remota será un equipo completamente autónomo. Una vez programados sus turnos y reglas, no requiere de ningún agente externo para su correcto funcionamiento. Funciona de forma independiente en caso de indisponibilidad de comunicaciones y además almacena toda su configuración, los datos de contadores, turnos de riego, informes de riego, etc., en una memoria no volátil, de modo que cualquier problema con la alimentación del equipo no ocasiona la pérdida de sus datos.

Un parámetro de seguridad que cabe destacar como una característica más de la autonomía del equipo, es el "Tiempo de vida". Dicho parámetro permite la posibilidad de configurar un tiempo máximo sin recibir información de la entidad de nivel superior (concentradora, sistema de

gestión), de manera que, superado dicho tiempo, el equipo pueda ejecutar un protocolo de actuación, como por ejemplo cerrar todas las EV e inhibir todos sus turnos programados.

Telecarga

El equipo permite realizar una telecarga remota de su firmware. Esto abre la puerta a incorporar nuevas funcionalidades software, actualizando el equipo sin necesidad de desplazarse hasta su localización física. La telecarga también es posible realizarla por la interfaz USB, mediante la correspondiente consola USB ejecutándose en un portátil.

3.3.49.8 Consumos y baterías utilizadas en las remotas

Tabla 56. Características baterías unidades remotas

Descripción	Batería Utilizada	Capacidad Batería Wh	Consumo medio del equipo mW	Duración Batería en años
Unidad remota con 2 salidas	Batería de 2 celdas (pilas) de Litio no recargables tipo D (Li-SOCl ₂) de 3,6V	127	2,0	6
Unidad remota con 4 salidas	Batería de 2 celdas (pilas) de Litio no recargables tipo D (Li-SOCl ₂) de 3,6V	127	2,1	5,66
Unidad remota con 8 salidas	Batería de 2 celdas (pilas) de Litio no recargables tipo D (Li-SOCl ₂) de 3,6V	127	2,2	5,4
Unidad remota con 12 salidas	Batería de 4 celdas (pilas) de Litio no recargables tipo D (Li-SOCl ₂)	255	5,88	4,1

Condiciones de uso para el cálculo: (modo de bajo consumo)

- Dos comunicaciones diarias desde el equipo de riego hasta la plataforma de gestión mediante tecnología NB-IOT.
- Una apertura/cierre diario de las electroválvulas controladas.
- Lectura permanente del contador asociado a cada electroválvula con registro instantáneo en el propio equipo y volcado periódico a la plataforma durante la comunicación.
- Disponibilidad permanente de comunicación local por NFC.
- Se ha considerado un factor de eficiencia de 0,85 para las pilas de Litio.

3.3.49.1 Módem de comunicaciones

El módem admite LTE Cat M1/Cat NB2/EGPRS y GNSS integrado. Es 3GPP Rel-14 compatible y ofrece velocidades de datos máximas de 588 kbps de enlace descendente y 1119 kbps de enlace ascendente bajo LTE Cat M1. Cuenta con ultrabajo consumo de energía aprovechando la RAM/flash integrada, así como el procesador ARM Cortex A7 compatible con ThreadX, logrando hasta un 70% de reducción en las fugas de PSM y una reducción del 85% en el consumo de corriente de eDRX en comparación con su predecesor.

Cuenta con un conjunto completo de funciones de seguridad basadas en hardware y permite que aplicaciones confiables se ejecuten directamente en el Motor Cortex A7 TrustZone.

Con un factor de forma SMT rentable de 23,6 mm × 19,9 mm × 2,2 mm y un alto nivel de integración, permite a los integradores y desarrolladores diseñar fácilmente sus aplicaciones y aprovechar el bajo consumo de energía del módulo e intensidad mecánica. Su paquete LGA avanzado permite una fabricación totalmente automatizada para aplicaciones de gran volumen. un rico conjunto de protocolos de Internet, interfaces estándar de la industria y abundantes funciones extienden la aplicabilidad del módulo a una amplia gama de aplicaciones M2M como POS inalámbrico, medición inteligente, seguimiento y dispositivos portátiles

Las bandas de frecuencia utilizadas en España por las diferentes tecnologías de comunicaciones son:

Tabla 57. Bandas de frecuencia utilizadas en España

	700 MHz	800 MHz	900 MHz	1800 MHz	2100 MHz	2600 MHz	3500 MHz
	5G banda 28	4G banda 20	2G/3G banda 8	2G/4G banda 3	3G banda 1 y 39	4G banda 7 y 38	5G banda 78
Movistar	20 MHz	20 MHz	29,6 MHz	40 MHz	30 MHz FDD 5 MHz TDD	40 MHz nacional 20 MHz autonómico	100 MHz
Vodafone	20 MHz	20 MHz	20 MHz	40 MHz	30 MHz FDD 5 MHz TDD	40 MHz FDD 20 MHz TDD	90 MHz
Orange	20 MHz	20 MHz	20 MHz	40 MHz	30 MHz FDD 5 MHz TDD	40 MHz nacional 40 MHz autonómico	110 MHz
MásMóvil				29,6 MHz	30 MHz FDD 5 MHz TDD	20 MHz TDD (autonómicos)	80 MHz

3.3.49.1 Plataforma de gestión de riego

Características técnicas

La plataforma puede instalarse tanto en un servidor en la nube como en un servidor local, recomendado la instalación en la nube según las características descritas.

Puede correr en multitud de sistemas operativos (Windows, Ubuntu, Solaris, Linux, Mac OS X).

La aplicación se basa en una arquitectura de 3 capas: cliente, servidor y base de datos.

El desarrollo tanto de la parte cliente como de la parte servidor, está realizado con tecnología JavaEE, que permite independizar la lógica de la aplicación de la base de datos, lo que permite utilizar distintos motores de base de datos relacionales (Oracle, SQL Server, MySQL). Por defecto, se utiliza MySQL como motor de base de datos. La aplicación corre dentro del servidor de aplicaciones Glassfish.

Características funcionales

Principales funcionalidades que ofrece la plataforma:

- **Control de acceso.** Para utilizar la plataforma, el usuario debe iniciar una sesión mediante un nombre de usuario y contraseña que le proporciona el administrador del sistema.
- **Gestión de agrupaciones geográficas.** La plataforma permite crear agrupaciones geográficas estructuradas en 2 niveles: sectores y cabezales. Dentro del segundo nivel (cabezal), se ubican los elementos de la red hídrica y los equipos de supervisión.
- **Gestión de elementos de la red hídrica.** Una vez definida la estructura jerárquica de sectores y cabezales, dentro de ellos se pueden crear hidrantes y emplazamientos (cabezales de riego, estaciones de bombeo, pozos, balsas, etc.) para su control y supervisión.
- **Gestión de usuarios.** La plataforma ofrece herramientas para la gestión de usuarios y grupos de usuarios. Cada usuario o grupo de usuarios puede tener una visión distinta de los elementos y equipos que forman parte de la red hídrica. También es posible crear diferentes perfiles de usuario, detallando exactamente las operaciones de determinan el perfil. De esta forma, es posible definir perfiles de tipo administrador, supervisor, operador, consultor, etc.
- **Definición de comunidades.** Mediante el concepto de comunidad, el administrador del sistema puede crear ámbitos de gestión totalmente independientes dentro de la misma plataforma, impidiendo que los usuarios de una comunidad puedan ver elementos pertenecientes a otra comunidad. De esta forma, para cada comunidad existirá un conjunto de usuarios, un conjunto de hidrantes, un conjunto de parcelas, etc.
- **Supervisión de hidrantes.** Haciendo clic sobre el icono de un hidrante, se accede al panel de supervisión donde se puede ver, mediante un dibujo esquemático, el estado de las electroválvulas, entradas analógicas, entradas digitales, salidas digitales, batería, el valor de los contadores, la configuración de turnos de riego, el estado de las reglas y la

inhibición de los turnos. Desde ese mismo panel, también se puede realizar una apertura manual de las electroválvulas o de las salidas digitales.

- **Gráficas de evolución de los contadores e históricos de medidas analógicas.** La aplicación permite visualizar gráficamente el riego efectuado cada día en cada uno de los contadores supervisados así como los valores registrados en las entradas analógicas del equipo.
- **Exportación de medidas.** Existe una utilidad para exportar a fichero Excel las medidas históricas que se almacenan en la plataforma
- **Mapa de la red hídrica.** La aplicación cuenta con un mapa georreferenciado, basado en Google Maps, donde se representan los hidrantes, indicando su estado (regando, con alarmas), las parcelas a regar y la estructura de la red hídrica.
- **Turnos de riego.** Se pueden definir hasta 8 turnos de riego por cada electroválvula y día de la semana. Los turnos pueden ser de ejecución única o periódica y se definen mediante un horario y, opcionalmente, un volumen máximo. La aplicación ofrece facilidades para la configuración y programación masiva de los turnos, además de opciones de carga masiva mediante importación desde ficheros Excel. También existe la posibilidad de inhibir los turnos de manera indefinida, hasta que el usuario vuelva a activarlos, o solamente durante un periodo configurable.
- **Agrupación de electroválvulas.** Es posible definir grupos de electroválvulas a las que aplicar una misma configuración de turnos.
- **Programación masiva.** Esta herramienta permite programar, de forma directa o diferida, los horarios de riego configurados en los hidrantes, así como otras operaciones masivas como la activación o inhibición de turnos, la lectura y programación de la configuración de los equipos, etc.
- **Informes de riego.** La plataforma registra los informes de riego de los equipos, donde se indica la hora de inicio del turno, la duración del mismo, el volumen de agua vertido, el caudal medio y el caudal por unidad de superficie.
- **Informe de salud.** Este informe proporciona datos de estado de los hidrantes como son: fecha y hora del último sondeo, nivel de la batería, nivel de cobertura, estado de riego, estado de alarma, si está programado, si tiene los turnos inhibidos, etc.
- **Resumen de hidrantes.** Es un panel donde se muestra, de manera gráfica, el estado de las electroválvulas, entradas analógicas, entradas digitales y salidas digitales de todos los hidrantes de un cabezal.
- **Reglas de hidrantes.** En cada hidrante, se pueden configurar hasta 8 reglas que provoquen la actuación sobre las electroválvulas o salidas digitales del hidrante ante

determinadas condiciones que pueden ser temporales (una franja horaria, un periodo, determinados meses, algunos días de la semana) o lógicas, en función del valor o el estado de las entradas analógicas, entradas digitales, salidas digitales o electroválvulas de este.

- **Reglas compartidas.** Esta utilidad permite definir una regla que se configure masivamente en un conjunto de hidrantes. Esto evita tener que hacerlo hidrante por hidrante.
- **Reglas de sistema.** Mediante las reglas de sistema, se puede configurar una regla cuya condición lógica de activación dependa de un elemento (electroválvula, entrada analógica, entrada digital, etc.) de un hidrante distinto a aquel sobre el que se pretende actuar. Esto permite, por ejemplo, el control de la bomba que extrae agua de un pozo para el llenado de una balsa que se encuentra a una distancia considerable.
- **Emplazamientos personalizados controlados mediante autómatas.** La plataforma permite definir distintos emplazamientos (cabezales, estaciones de rebombeo, pozos, balsas, compuertas, etc.) que se encuentren controlados mediante autómatas programables que implementen el protocolo MODBUS TCP. Se puede añadir una imagen de fondo personalizada para cada emplazamiento y crear una pantalla tipo SCADA con etiquetas y leds que muestren el estado de las variables supervisadas a través de los autómatas y también se pueden incluir botones que permiten actuar sobre los elementos controlados (generalmente, bombas).
- **Gestión de regantes y parcelas.** El módulo de regantes y parcelas ofrece funciones para dar de alta regantes, con todos sus datos administrativos y sus parcelas, indicando su información catastral. Es posible cargar tanto regantes como parcelas a partir de ficheros Excel para que la carga de datos sea más rápida.
- **Facturación.** La aplicación cuenta con un módulo para generar las facturas derivadas del consumo de agua efectuado por cada contador. Se generan ficheros en formato bancario SEPA, que es el estándar, actualmente, para la generación de recibos en la Unión Europea.
- **Gestión de alarmas.** La plataforma registra las alarmas que generan los equipos y permite llevar un control de ellas, mediante un mecanismo de atención, que informa a los usuarios de las nuevas alarmas que se producen en el sistema.
- **Histórico de alarmas.** Se pueden consultar alarmas cesadas según diversos criterios de filtrado configurables por el usuario (rango de fechas, tipo de alarma, etc.).

3.3.49.2 Aplicación móvil-gestion riego

La aplicación del Sistema de Control y Gestión de Riego Localizado, en su versión para smartphone (Gestión Riego), proporciona una interfaz cómoda e intuitiva para la interacción por parte del usuario con las funcionalidades más usadas de la plataforma.

El acceso se realiza mediante identificador de usuario y clave, proporcionando visión de todos los equipos y funcionalidades para los equipos que el usuario tiene permisos.

Funcionalidades principales

- Listado con todos los hidrantes organizados por sector y cabezal.
- Supervisión del estado del hidrante (nivel de batería, listado de órdenes, último sondeo, etc.).
- Visualización del estado e información relevante de electroválvulas, contadores, entradas analógicas, salidas digitales, salidas virtuales, alarmas, reglas y estado de inhibición.
- Consulta y programación los turnos en las electroválvulas y las salidas digitales.
- Posibilidad de inhibir los turnos durante un período o de manera indefinida y activarlos posteriormente.
- Abrir/cerrar manualmente las electroválvulas.
- Activar/desactivar manualmente las salidas digitales.
- Representación gráfica del consumo de agua medido por cada contador y detalle del consumo dentro del día (gráfico lineal).
- Representación gráfica del valor máximo y mínimo de las entradas analógicas así como la evolución dentro del día (gráfico lineal).
- Visualización de hidrantes.
- Informe de salud de los hidrantes con información de última comunicación, estado de alarma, estado de programación, estado de turnos (activos o inhibidos) y estado de riego.

Disponibilidad

Aplicación disponible en los sistemas operativos iOS y Android.

3.3.49.1 Aplicación móvil-control equipo local NFC

La aplicación de Control del equipo por NFC proporciona una interfaz cómoda e intuitiva para la interacción por parte del usuario con las funcionalidades más usadas del equipo.

Funcionalidades principales

- Visualización del estado e información relevante de electroválvulas, contadores, entradas analógicas, entradas digitales, salidas digitales y estado de inhibición.
- Consulta y programación de turnos de riego en las electroválvulas.
- Apertura/cierre manual de las electroválvulas.
- Consulta y modificación del valor de los contadores.
- Activar/desactivar las salidas digitales
- Consulta y modificación del estado de inhibición de los turnos. Permite inhibirlos durante un periodo o de manera indefinida.
- Comprobación del nivel de cobertura. Indica la potencia (RSSI) que se recibe de un equipo determinado.
- Alta del equipo en la Plataforma de Gestión en la nube.
- Consulta y modificación de los parámetros de comunicaciones
- Consulta y modificación del valor de la relación de los contadores (litros/pulso)
- Posibilidad de forzar la comunicación del equipo con la plataforma.

Disponibilidad

Aplicación disponible en los sistemas operativos iOS y Android.

3.3.49.1 Interoperabilidad

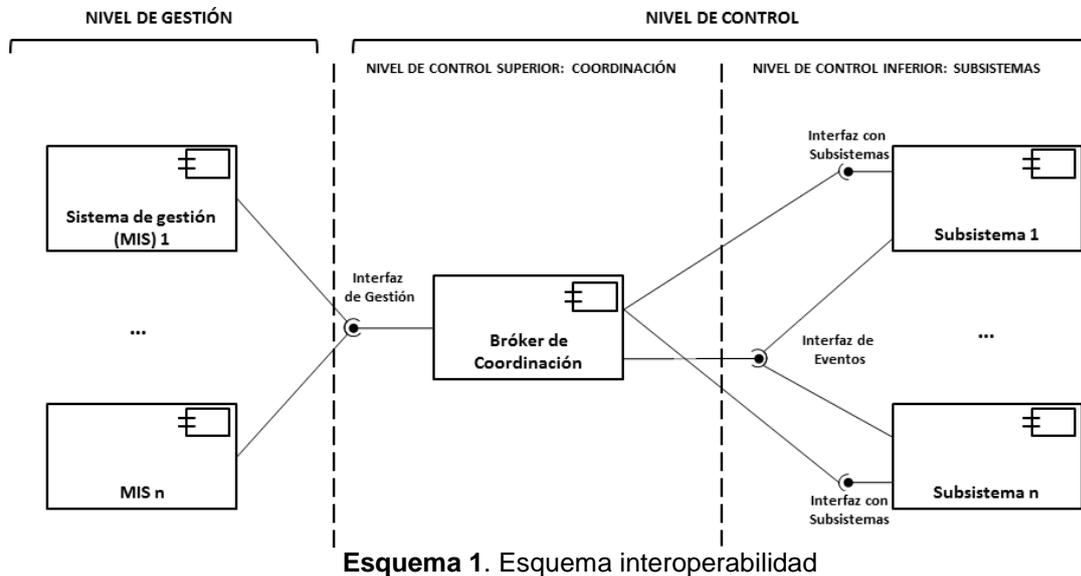
Los equipos y sistemas garantizan la interoperabilidad de su solución mediante la implementación de la norma UNE 318002-3 Anexo B en sus interfaces de acceso. Para ello, dispone de tres interfaces de comunicación (Interfaz de Gestión, Interfaz de Eventos e Interfaz con Subsistemas) y construidos con la arquitectura definida.

- El nivel de gestión, con sus métodos disponibles.

- El nivel de control superior: bróker de coordinación que actúa como enlace entre la aplicación de gestión y los subsistemas de control.

- El nivel de control inferior: subsistemas de riego

Tanto la aplicación de control como la aplicación de gestión está implementada para cumplir la norma de interoperabilidad UNE 318002-3 «Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad».



3.3.49.1 Esquema de la solución

La solución propuesta basada en la tecnología NB-IOT ofrece la posibilidad de una solución descentralizada en donde no existen equipos concentradores y cada equipo de hidrante puede funcionar de forma independiente. La instalación es sencilla y la puede realizar la propia comunidad. No hay que configurar nada. Se trata de equipos plug & play que tan sólo necesitan conectarse a la electroválvula y al contador.

Todos los elementos de la solución son independientes y no requieren de ninguna arquitectura de red

1. Equipo de hidrante:
2. Plataforma de gestión en la nube
- 3.- App móvil.



Esquema 2. Esquema sistema completo

3.3.49.2 Plan de aseguramiento de la calidad

3.3.49.2.1 *Gestión de la 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 fabricante deberá disponer de un Sistema de Gestión de Calidad que esté certificado según la norma UNE-EN ISO 9001:2015, Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos, por organismo de certificación acreditado.

El fabricante deberá disponer de un Sistema de Gestión Medioambiental certificado por un organismo certificador acreditado según la norma UNE-EN ISO 14001:2015, Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.

El promotor podrá realizar los ensayos y/o comprobaciones que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

En el caso de que el promotor realizase ensayos o comprobaciones sobre elementos seleccionados y estos no cumplieren con las especificaciones exigidas en el pliego y cuadro de unidades de la

misma, el coste de la realización de los mismos correrá por cuenta del adjudicatario. También correrá por cuenta del adjudicatario la reposición de los elementos objeto de ensayo por otros nuevos con las mismas características de los repuestos.

Se podrá solicitar la documentación que permita verificar el cumplimiento de los estándares mínimos de calidad especificados en los apartados anteriores 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.

Los organismos de acreditación deberán ser conformes a lo establecido en la norma UNE-EN ISO/IEC 17011:2017, Evaluación de la conformidad. Requisitos para los organismos de acreditación que realizan la acreditación de organismos de evaluación de la conformidad.

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, Evaluación de la conformidad. Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios, UNE-EN ISO/IEC 17021-1:2015, Evaluación de la conformidad. Requisitos para los organismos que realizan la auditoría y la certificación de sistemas de gestión. Parte 1: Requisitos, y UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 (versión corregida en fecha 2018-05-09), Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

El/los laboratorio/s que hayan realizado los ensayos requeridos deberá/n estar incluido/s en uno o varios de los siguientes niveles:

1. Laboratorio certificado con UNE-EN ISO 9001:2015 por entidad acreditada por ENAC u organismo equivalente, o laboratorio acreditado por ENAC con UNE-EN ISO/IEC 17025:2017, para la realización de los ensayos requeridos. Deberán aportarse los certificados correspondientes, en el caso de que así se requiera.
2. Laboratorio con sistemas UNE-EN ISO 9001:2015 o UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 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 de que se requiera deberá documentarse dicha implantación.

3. 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 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 los mismos.
- Resumen de la sistemática general de aseguramiento de la trazabilidad de las medidas de 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 organismos 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 deberán estar sujetos a un estricto y documentado proceso de autocontrol que garantice la calidad del producto acabado y suministrado.

El promotor podrá 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.

En el caso de que los materiales suministrados no tuvieran certificado de calidad, el fabricante se obliga a someterlos a los ensayos y pruebas que sean necesarios, a criterio de la dirección de obra, para asegurar su calidad.

3.3.49.2.2 *Control de calidad*

El promotor podrá realizar los ensayos y/o comprobaciones que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

En el caso de que el promotor realizase ensayos o comprobaciones sobre elementos seleccionados y estos no cumplieren con las especificaciones exigidas en el pliego y cuadro de unidades de la misma, el coste de la realización de los mismos correrá por cuenta del adjudicatario, así como la reposición de los elementos objeto de ensayo por otros nuevos, con las características de los mismos.

Interoperabilidad

La implementación se verificará mediante los ensayos definidos en el Anexo D Protocolo de ensayos de la norma UNE 318002-3:2021, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad.

3.3.49.2.3 *Pruebas de funcionamiento*

Instrumentación

La instrumentación ocupa un capítulo propio en la puesta en marcha debido a su especial importancia.

Todas las comprobaciones que afecten a instrumentos que forman parte de circuitos eléctricos deben haberse realizado antes de las pruebas en funcionamiento manual. La instrumentación de regulación vinculada al funcionamiento en automático puede revisarse en la misma fase o, en todo caso, antes de la puesta en marcha del automatismo.

Las comprobaciones sobre los instrumentos de regulación y seguridad verificarán que estos se han instalado correctamente y en el correspondiente picaje o derivación, según plano de ejecución, para obtener la funcionalidad deseada. Se seguirán las prescripciones de instalación del fabricante con el objetivo de asegurar el buen funcionamiento, la precisión y la estabilidad de las medidas. Se instalan:

- Fujostatos
- Transductores de presión.
- Caudalímetros en tuberías.

El buen funcionamiento de la instrumentación es de importancia crítica para el funcionamiento del sistema en términos de regulación (transductores y caudalímetros) y seguridad (flujostatos). Las labores de parametrización pueden realizarse en taller, pero debe comprobarse *in situ*. El tarado se realizará siempre *in situ* y de acuerdo a los valores normales esperados.

Puesta en marcha local

Durante la fase de puesta en marcha del automatismo en modo local se testeará y monitorizará el correcto funcionamiento de los elementos de control y la bondad de su programación. Los medios de los que se dispondrá habitualmente para todas las comprobaciones serán:

- Puerto de comunicaciones del autómeta.
- Pantalla de control local (HMI).

El puerto de comunicaciones del autómeta es una herramienta muy útil para acceder a la programación durante su ejecución y que permite comprobar el comportamiento de esta y los valores y estados de las entradas y las salidas que intervienen. Es importante verificar que los valores que captura el PLC se corresponden con los reales y para eso es necesario disponer de otros medios de medida/comprobación. Verificando que la lectura de una medida que forma parte de un subproceso de la programación es válida se pueden descartar causas si se produce un comportamiento inesperado al ejecutarse este. Comprobar la validez del valor capturado por las

entradas, ya sean analógicas o digitales, asociadas a sensores y elementos de señalización eléctrica que forman parte de un proceso de regulación o de información descartará que, en caso de que no se alcance el resultado esperado, el origen del fallo pueda estar en este o en su conexión. El siguiente paso lógico será la revisión de la programación para detectar los fallos y/o los parámetros que requieren un reajuste.

En la pantalla de control local se dispone de un programa con la representación sinóptica de la instalación y vínculos al programa del autómatas para mostrar el estado de todos sus elementos y los valores de los parámetros de funcionamiento (hidráulicos, energéticos, etc.). Para habilitar el modo de funcionamiento automático en local normalmente la pantalla dispondrá de menú para la modificación de los parámetros de consigna vinculados, así como ciertos umbrales de aviso o alarma que se anticipan al disparo de las protecciones eléctricas. Del mismo modo que se revisaba la correcta captura de las entradas es necesario asegurar que un cambio en una consigna en la pantalla se traduce en el cambio inmediato de la misma consigna en la programación del autómatas. Se podrá comprobar así el buen funcionamiento del interfaz de comunicaciones entre autómatas y HMI, así como el vinculado entre sus programas.

Con ajuste a las necesidades de la instalación, y asegurando su absoluta correspondencia con lo mostrado en la pantalla, se probarán todas las funcionalidades del modo de funcionamiento automático, incluyendo:

- Paro/arranque según condiciones consignadas y comportamiento de la estación cuando estas se modifican.
- Tiempos entre maniobras.
- Comportamiento coordinado con fines de regulación y homogeneización de uso.
- Operativa de funcionamiento con señales transmitidas y alarmas calculadas.
- Reconocimiento completo del estado de todos los elementos de la estación, incluidas las alarmas con protección mediante lógica cableada, independientemente de que el modo de funcionamiento sea automático o manual.
- Captura de datos de funcionamiento general desde instrumentación eléctrica.

Puesto que los elementos críticos para la seguridad y algunos enclavamientos forman parte del funcionamiento manual y del automático, estos no realizan su función a través del autómatas. Boyas, presostatos, sondas de temperatura y demás instrumentación de seguridad forman parte de la lógica cableada de los circuitos de mando de los elementos para los que un cambio de estado en estos captadores suponga alguna clase de riesgo. Aunque las medidas de seguridad

funcionen correctamente, el sistema de automatización y telecontrol debe disponer siempre de una correcta identificación del estado de todos sus elementos por lo que el autómata debe conocer permanentemente su estado. Que todos los posibles estados sean conocidos aportará un diferencial de calidad en la información que se muestra tanto en el HMI como a nivel remoto. En caso contrario el sistema de automatización no sería lo suficientemente estable y fiable.

Se probarán uno a uno todos los enclavamientos (internos y externos) en modo automático y se ajustarán, si existen, todos los lazos de regulación. Para ello se diseñarán pruebas específicas a nivel de protocolo indicando en este el resultado esperado y el resultado obtenido. En caso de que no exista coincidencia será necesaria la revisión de la programación hasta lograrlo.

Como las señales digitales de entrada al PLC, asociadas a los procesos discretos de paro/arranque, normalmente provienen de instrumentos y circuitos eléctricos que han tenido que ser cableados y montados es recomendable probar la señal en su conjunto forzando el cambio de estado. En aquellos casos donde el forzado pueda significar peligro físico para el equipo bastará con su simulación con la instrumentación eléctrica adecuada.

Las señales de paro de emergencia son aquellas que ocasionan paros bruscos del sistema para proteger la integridad de los equipos que lo forman. Habitualmente forman parte de los circuitos de mando o directamente seccionan la alimentación eléctrica del receptor, por lo que el PLC se limitará a capturarlas e identificarlas, informando al control remoto y mostrándose en el HMI. Los paros de emergencia más habituales son:

- Fallo de protecciones eléctricas (magnetotérmicos, diferenciales, actuadores, etc.). Se comprobará que todas las posibles alarmas se capturan e identifican correctamente.
- Fallo en el arranque/parada de un receptor. Si el autómata no recibe señal de confirmación de que el motor se ha arrancado o parado, para evitar un posible estado desconocido se genera una alarma. Se puede forzar el fallo inhabilitando la entrada de confirmación de marcha/paro para observar el comportamiento de la automatización ante el fallo.
- Nivel mínimo en balsa. Se fuerza la boya y se espera el paro por lógica cableada con el correspondiente mensaje de alarma.
- Disparo de presostato de mínima en tuberías.

La instrumentación para detección de situaciones de emergencia (boyas y transductores) tiene que tararse atendiendo a las necesidades concretas de cada estación, modificándose así los resguardos de seguridad empleados.

Cuando la potencia del receptor es elevada, su actuador, siempre que sea un equipo electrónico, dispone de funciones internas de alarma que protegen el motor al cual se asocian (subcarga, sobrecarga, etc.), lográndose así una protección redundante.

Existe otro gran conjunto de señales no asociadas a paros bruscos, pero sí a situaciones de seguridad para las que se puede asumir un paro/arranque ordenado de la estación y a estados de funcionamiento normales donde es el autómatas el que determina los escalones de arranque/paro.

Puesta en marcha remota

Testeado, verificado y contrastado el correcto comportamiento en modo automático de la estación en local, así como la captura de datos que realiza el autómatas, para finalizar el proceso de puesta en marcha se deben efectuar las mismas comprobaciones en modo remoto. La comprobación remota significa la puesta en marcha del centro de control, ya que para poder realizarla debe estar completamente operativo y configurado todo el *hardware* que lo compone (servidores, clientes, frontales de comunicaciones y sistemas de alimentación ininterrumpida, etc.) y con el *software* de explotación instalado (SCADA, drivers de comunicaciones, etc.).

El modo remoto responde a la capacidad de modificación y supervisión del programa del autómatas. Habitualmente habrá un selector físico que permita la puesta de la estación en local o en remoto. Si la estación está en remoto, el programa debe permitir modificar desde el centro de control los valores de consigna para las regulaciones del funcionamiento automático al igual que se haría desde el HMI. De igual modo, y siempre que se haya diseñado así, el modo remoto puede forzar el cambio de estado de determinadas líneas del programa, arrancado/parando los equipos de forma remota. La forma de funcionamiento remoto más recomendable es la que permite variar consignas de funcionamiento, pero no fuerza el programa del autómatas, ya que teóricamente este estará implementado optimizando el funcionamiento conjunto de la estación.

Desde el SCADA (centro de control) se comprobará:

- El sistema de comunicaciones entre la estación y el centro de control funciona correctamente, recibiendo datos y enviando consignas u órdenes. Se evaluará estadísticamente el total de fallo de comunicaciones. Las infraestructuras que se encuentran en estado operativo deben comunicar de forma estable con el centro de control con una tasa de fallos normal para el medio de comunicación que se emplee (radio, cable, GPRS, etc.).

- La captura de todas las señales que se envían a la estación central; parámetros hidráulicos (presión, caudal, nivel, etc.) y de funcionamiento (estados, alarmas y valores historiables). El estado de la estación y sus componentes debe ser conocido en todo momento.
- El cambio de todos los campos consignables, modificando el funcionamiento de la estación ajustándose a las nuevas consignas, asegurando que el funcionamiento sigue siendo el esperado.
- En caso de que el sistema lo permita, se ejecutarán todas las órdenes discretas posibles; aperturas y cierres de válvulas, arranques/paros de motores, etc.
- La respuesta del sistema en caso de modificación de las consignas de arranque y de paro durante la marcha, así como, si procede, el envío y ejecución de programaciones horarias.
- Los sinópticos, menús y pantallas del SCADA se ajustan a las necesidades de la instalación, disponiendo ya la Comunidad de Regantes del interfaz de control definitivo, con los esquemas y las fotografías finales. Al igual que en los HMI se debe verificar la completa correspondencia entre la infraestructura real y su representación en el SCADA.

Resultado de la puesta en marcha

Si el protocolo aplicado se ajusta a las necesidades, se habrán comprobado todas las señales, probado los diferentes procesos automáticos y comprobado la correspondencia de estados, tanto en local como en remoto. El resultado final será un listado completo de comprobaciones con el resultado obtenido conformado en hojas de inspección final/informe de puesta en marcha.

Sistema de telecontrol de hidrantes

Las comprobaciones a realizar en las pruebas de funcionamiento del sistema se realizarán en tres fases en el orden que se indica a continuación:

- **FASE I: Verificación previa de la instalación**

El objetivo de esta fase es verificar la correcta instalación de todos los elementos del sistema antes de la inmediata puesta en servicio del mismo.

Se pretende comprobar, inmediatamente antes de la puesta en servicio, que los equipos están completos, correctamente instalados y en perfecto estado, y que por tanto se podrán realizar las pruebas de funcionamiento. Para ello se realizará la comprobación visual de la presencia y buen estado de los equipos, así como la verificación de la correcta instalación de los mismos.

▪ **FASE II: Verificación de la trazabilidad de los elementos del sistema**

El objeto de esta fase de pruebas es el de identificar y corregir las diferencias que puedan existir entre los archivos digitales de soporte del GIS de las obras y la instalación real.

Para verificar la trazabilidad de los elementos se trabajará con el archivo GIS en el que aparecen los siguientes elementos:

- 1.- Número total de remotas/expansión instaladas.
- 2.- Número total de hidrantes asociados.
- 3.- Localización del centro de control y elementos intermedios.
- 4.- Localización de hidrantes

Se deberán entregar a la dirección de obra los archivos GIS ya cotejados y conformes con la instalación real ejecutada.

▪ **FASE III: Pruebas de funcionamiento**

En esta fase se pasa a comprobar el correcto funcionamiento de los equipos individuales y de la instalación en su conjunto.

Se realizarán dos tipos de pruebas:

- **Comprobación de funcionamiento local del *hardware* y del *software* del centro de control**

Se arrancarán los equipos comprobando que la alimentación es correcta. Una vez hecho esto, se comprueba que los equipos comunican de forma básica a través de la red local. Si el resultado de estas comprobaciones es satisfactorio, el equipo estará listo para realizar las posteriores pruebas de funcionamiento.

- **Comprobación de funcionamiento del telecontrol de hidrantes y red de alta**

Una vez en funcionamiento los equipos, se realizarán las pruebas del sistema de telecontrol propiamente dicho: ejecución de órdenes discretas, ejecución de programas de riego, lectura de datos, alarmas, etc.

- 1.-Verificación de nivel de batería a pie de remota.
- 2.-Verificación de nivel de panel solar a pie de remota.

3.-Ejecución de órdenes de abrir y cerrar desde SCADA y verificación a pie de remota.

4.-Forzar pulsos a pie de remota y verificación en SCADA.

5.-Sincronización del contador desde SCADA y verificación.

6.-Leer la medida analógica que aparece en el SCADA y confirmar que se está midiendo.

7.-Verificación en el SCADA de las alarmas de la instalación

Todas las pruebas pueden realizarse sin necesidad de que la red de riego se encuentre en servicio a excepción de las pruebas arriba numeradas como 3, 5 y 6:

- Prueba n.º 3: Verificación de la correspondencia de las órdenes de apertura y cierre desde el SCADA con la actuación real de los hidrantes (que cierre -no abra- cuando se le ordena cerrar; que abra -no cierre- cuando se le ordena abrir). Si la red de riego no está en servicio, solamente se podrá comprobar que el solenoide actúa cuando se le ordena.
- Prueba n.º 5: Verificación de la correspondencia de la lectura del contador en el SCADA con el valor del contador mecánico.
- Prueba n.º 6: Verificación de la lectura de presión en el SCADA.

3.3.49.3 Control de calidad

En lo relativo a la integración en el sistema de telecontrol y automatización de este elemento se obrará conforme a lo recogido en el apartado 3.3.48 (Sistema de telecontrol) del presente pliego.

3.3.50 **Perforaciones horizontales**

Se trata de la introducción en el terreno, partiendo de un pozo de ataque, de una cabeza de ataque de avance seguida de elementos de tubería. El proceso de avance, es un conjunto de excavación y empuje.

3.3.51 Materiales cuyas condiciones no están especificadas en este Pliego

Los materiales cuyas condiciones no estén especificadas en este Pliego, deberán cumplir 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.

3.3.52 Discordancia entre promotor y contrata con respecto a calidad de materiales

No se procederá al empleo de los materiales sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, habiéndose realizado previamente las pruebas y ensayos previstos en este Pliego.

4 EJECUCIÓN Y CONTROL DE OBRAS

4.1 CONDICIONES GENERALES

4.1.1 Programa de trabajo

El programa de trabajo deberá contener una programación completa de las diversas actividades necesarias para la ejecución de las obras y será establecido en términos mensuales, de manera que las obras especiales intercaladas queden programadas individualmente.

En particular, el Programa de trabajo incluirá la definición de los siguientes conceptos auxiliares:

- Canteras o graveras para la obtención de áridos para hormigones.
- Instalaciones para la fabricación de áridos para hormigones.
- Instalaciones para la fabricación de hormigones.
- Recepción en obra del equipo de movimiento de tierras.
- Suministros de tuberías y piezas especiales.
- Instalaciones para la recepción de elementos de control.

En todo momento, durante la ejecución de las obras, en que se comprobará anticipadamente la improbabilidad de cumplir plazos parciales, el Contratista estará obligado a abrir nuevos tajos en donde fuera indicado por el Ingeniero Director.

4.1.2 Equipos

Los equipos que se empleen en la ejecución de las obras estarán sujetos a las condiciones generales siguientes:

Deberán estar disponibles a pie de obra con suficiente antelación para que puedan ser examinados y autorizados por el Ingeniero Director.

Después de autorizados por el Ingeniero Director deberán mantenerse los equipos en condiciones de trabajo satisfactorias, haciendo las reparaciones y sustituciones necesarias para ello. Deberán ser reemplazadas aquellas máquinas averiadas cuya reparación exigiera más de dos meses.

Si, durante la ejecución de las obras el Ingeniero Director observase que, por cambio de las condiciones de trabajo o por cualquier otro motivo, los equipos autorizados no resultaran idóneos al fin propuesto y al cumplimiento del Programa de Trabajo, deberán ser sustituidos o

incrementados en número por otros que lo sean.

4.1.3 Métodos constructivos

El Contratista podrá emplear cualquier método constructivo para ejecutar las obras, distinto del que se indica en el Proyecto siempre que en su plan de obra y en el programa de trabajo lo hubiera propuesto previamente y hubiera sido aceptado por la Administración. También podrá variar los procedimientos constructivos durante la ejecución de las obras, sin más limitaciones que la autorización del Ingeniero Director, el cual la otorgará siempre que los nuevos métodos no vulneren a su criterio el presente Pliego de Condiciones, pero reservándose el derecho de exigir los métodos previos, si comprobara la menor eficacia de los nuevos.

La aprobación o autorización de cualquier método de trabajo o tipo de maquinaria para la ejecución de las obras, no eximirá al Contratista del cumplimiento de los plazos parciales y totales.

4.2 REPLANTEO

En el plazo de treinta días hábiles a partir de la notificación de la adjudicación definitiva de la obra, se iniciarán en presencia del adjudicatario o de sus representantes los trabajos de comprobación del replanteo de las obras, extendiéndose la correspondiente Acta.

Se realizará la comprobación del replanteo del Proyecto a que se refieren los Artículos 236 y 237 de la Ley 9/2017, de 8 de 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.

El Acta de Comprobación de Replanteo reflejará la conformidad o disconformidad que, con ocasión de la comprobación contradictoria, resultará, con referencia expresa a la interpretación de los planos sobre el terreno y a cualquier circunstancia que, en caso de disconformidad, pueda afectar al cumplimiento del contrato.

El Contratista será responsable de la conservación de los pilares, hitos, clavos, estacas y demás elementos que materialicen los vértices de triangulación, puntos topográficos y señales niveladas colocadas por la Administración, que le servirán para ejecutar sus replanteos. Este cuidará de la conservación de los mismos, reponiendo a su costa todos aquellos que sufriesen alguna modificación en el transcurso de los trabajos, comunicándolo por escrito al Director de la obra, quien ordenará la comprobación de los puntos repuestos.

Podrán sacarse más perfiles hasta conseguir la conformidad por ambas partes. Dichos perfiles transversales o el taquimétrico deducido de ellos, servirá de base para definir los volúmenes de obra.

La comprobación del replanteo llevará consigo la identificación contradictoria del conjunto de señales materializadas por la Administración sobre el terreno y el reconocimiento contradictorio por comprobación directa de sus coordenadas X, Y, Z en el sistema adoptado en los planos. En anejo debidamente formalizado se dejará constancia de las reseñas de localización de las señales y de los valores de sus coordenadas.

El Contratista al suscribir el Acta de Comprobación de Replanteo, quedará obligado a la conservación y custodia de las señales referenciadas.

Lo recogido en el Acta de Comprobación del Replanteo, constituirá el replanteo general de la obra, entendiéndose que cualesquiera otras señales u otros datos topográficos que, incluidos o no en el proyecto, hubiera facilitado previamente la Administración al Contratista, no tendrán ningún carácter contractual.

4.3 MEDIDAS A TENER EN CONSIDERACION EN EL TRAZADO

La zona regable cuanta con una extensa red de caminos tanto asfaltados como de tierra que comunican las explotaciones. Muchos trazados de las tuberías discurrirán paralelas a dichos caminos luego la maquinaria de ejecución de las obras transitará por ellos.

Sobre los caminos asfaltados se extremarán las medidas de protección y organización para no dañarlos con los transportes y las maniobras de carga y descarga de materiales, acopios de tierras procedentes de excavaciones y apoyos de maquinaria pesada para la instalación de tuberías. Sobre estos caminos asfaltados no podrá circular ni apoyarse maquinaria de cadenas.

Las retroexcavadoras giratorias a emplear en las zonas colindantes a caminos asfaltados deberán ser de ruedas, para evitar dañarlos.

En el proyecto se valoran las afecciones necesarias directas a los caminos como servicios afectados, con su completa reposición a su estado actual. Independientemente de estos servicios afectados, en caso de que no se use la maquinaria y los transportes de materiales adecuados compatibles con las características de cada camino (limitado en muchos casos a 12 tn) y se dañe su buen estado actual por negligencia, el contratista adoptará las medidas necesarias para restablecer el buen estado existente antes de las actuaciones, reparando a su cargo los desperfectos que se produzcan por este motivo de las obras.

Al ejecutarse las zanjas para la instalación de tuberías en calles de árboles, las tierras procedentes de la excavación para posterior tapado de zanjas se tendrán que acopiar entre los propios árboles, por lo que se tomarán las medidas oportunas para no dañar a los arboles con dichos acopios y su posterior retirada.

Las particularidades detectadas en el trazado de la red de riego se ejecutarán según se define a continuación:

Acceso a algunas zonas de trabajo

Si en algún tramo existe la imposibilidad de acceso a la zona de trabajo se realizarán dichos accesos. Por ejemplo, en caso de zona de bancales o para la ejecución de alguna bancada.

Esto se recoge en el presupuesto como las excavaciones asociadas a las tuberías.

Reposición de daños

Los daños ocasionados en canales, acequias en uso, arquetas, sistemas de riego, servicios básicos, etc. dentro del ancho de trabajo serán repuestos una vez realizada la ejecución de la obra. En el caso de que se trate de afecciones a servicios públicos o privados básicos, como el abastecimiento de agua potable, el contratista quedará obligado a prevenir los perjuicios que pudieran ocasionarse y a restablecer los servicios a la mayor brevedad posible.

Esto se recogerá en el capítulo de servicios afectados.

Daños a cultivos

Los daños a cultivos ocasionados por la obra, caso de cultivos leñosos, se calcularán en base a los daños reales producidos (arranque completo de olivo o sólo algún pie), valorados conforme al anejo de expropiaciones (diferencia también entre el precio del suelo con y sin árboles), siendo estos precios medios obtenidos de las últimas expropiaciones oficiales en la zona y/o acordados por la Comunidad de Regantes en su asamblea.

La ejecución de estas partidas se realizará previo consentimiento de la Dirección de la obra tras el replanteo y comprobación de las afecciones reales, a fin de realizar una valoración previa a la ejecución de las mismas.

4.4 DESBROCE Y REBAJE

La zona de implantación de las obras será despejada de árboles, maleza, escombros o de otros materiales rechazables, así como de las obras existentes no servibles. Los materiales

procedentes del desbroce serán destruidos, quemados cuando sea permitido por el Ingeniero Director o retirados del área de trabajo. Para la quema de estos materiales el contratista solicitará permiso a la Administración competente.

Posteriormente la superficie del terreno bajo todos los terraplenes o en los emplazamientos de obras de fábrica se limpiará de materia orgánica de cualquier tipo. Esta operación que consistirá en retirar como mínimo veinte centímetros de terreno se realizarán con anterioridad a cualquier excavación suplementaria que pueda ser requerida.

Los productos procedentes de la limpieza del terreno serán retirados a escombreras o a tres metros al menos, fuera de los límites de las obras y su disposición se hará de manera que no pueda producirse la contaminación del terreno, dentro de dichos límites, con materia orgánica arrastrada por el agua o por el paso de vehículos o maquinaria durante el proceso normal de construcción. El Contratista realizará, a su costa, las obras u operaciones necesarias para impedir esta posibilidad.

4.5 EXCAVACIONES EN ZANJAS

El Contratista notificará al Ingeniero Director, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjás, el Ingeniero Director autorizará la iniciación de las obras de excavación. La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los Planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, el Director podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar una cimentación satisfactoria.

También estaba obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, siempre que lo ordene el Ingeniero Director.

Se emplearán entibaciones en todas aquellas excavaciones que lo requieran.

El criterio para su utilización será la exigencia de seguridad de la obra que se ejecuta y fundamentalmente la de las personas.

Será responsabilidad del Contratista el empleo de entibaciones siempre que sea necesario, sin que su utilización dé lugar a cobro suplementario alguno sobre los precios de las unidades de excavación.

Cuando aparezca agua en las zanjas que se están excavando, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarias para agotarla. El agotamiento desde el interior de una cimentación deberá ser hecho de forma que evite la segregación de los materiales que han de componer el hormigón de cimentación, y en ningún caso se efectuará desde el interior del encofrado antes de transcurridas veinticuatro horas (24 h) desde el hormigonado. El Contratista someterá a la aprobación del Ingeniero Director los planos de detalle y demás documentos que expliquen y justifiquen los métodos de construcción propuestos.

En el caso de que los taludes de las zanjas, ejecutados de acuerdo con los planos y órdenes del Ingeniero Director resulten inestables, requerirán entibación y, por tanto, si da origen a desprendimientos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos, reparará los daños producidos y se responsabilizará de cualquier consecuencia de los mencionados desprendimientos.

Los fondos de las excavaciones se limpiarán de todo el material suelto o flojo y sus grietas y hendiduras se rellenarán adecuadamente. Asimismo, se eliminarán todas las rocas sueltas o desintegradas y los estratos excesivamente delgados. Cuando los cimientos apoyen sobre material cohesivo, la excavación de los últimos treinta centímetros (30 cm) no se efectuará hasta momentos antes de construir aquellos, y previa autorización del Ingeniero Director.

Los sobrecanchos de excavación si son necesarios para la ejecución de la obra deberán ser aprobados, en cada caso, por el Ingeniero Director.

El fondo y paredes laterales de las zanjas y pozos terminados tendrán la forma y dimensiones exigidas en los Planos, con las modificaciones debidas a los excesos inevitables autorizados; y deberán refinarse hasta conseguir una diferencia inferior a cinco centímetros (± 5 cm) respecto de las superficies teóricas.

4.6 EXCAVACIONES EN ÁREAS DE PRÉSTAMO

El Ingeniero Director, durante la ejecución de las obras, podrá ordenar la obtención de material de préstamos en zonas distintas de las previstas, siempre que así lo decidiera, bien por razón de reducir distancias de transporte o para obtener materiales de calidad superior a la de los préstamos propuestos por el Contratista.

Cuando se tomen préstamos en áreas adyacentes a los perfiles de las tuberías o caminos de servicio, el borde de la excavación no distará menos de tres metros del borde de los mismos.

Los taludes de las excavaciones en préstamos tendrán un valor razonable, aprobado por el Ingeniero Director el cual podrá, además exigir, para prevenir la acumulación de agua, el drenaje

por medio de zanjas las cuales serán realizadas por el Contratista a su costa. El sistema de excavación se hará de manera que se facilite la homogeneidad de los productos excavados.

En el desmonte de préstamos el Contratista mantendrá con carácter general las mismas condiciones y precauciones que en los realizados dentro de los límites de las obras y, en particular:

- No serán visibles desde las carreteras y zonas pobladas.
- Deberán excavar de tal manera que el agua de lluvia no se pueda acumular en ellos.
- El material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que se ordene al respecto.
- Los taludes de los préstamos deberán ser suaves y redondeados y, una vez terminada su explotación, se dejarán en forma que no dañen el aspecto general del paisaje.

4.7 DISTANCIA DE TRANSPORTE

La medida de la distancia de transporte se hará de acuerdo con el siguiente procedimiento:

Cuando el material procede de la excavación de las conducciones, camino de servicio o de áreas de préstamo situadas dentro de una franja de 100 metros coaxial con la conducción, la "distancia de transporte" será medida sobre el eje de la conducción, entre la proyección ortogonal del centro de gravedad del volumen sobre perfil del material excavado en una jornada de trabajo y la proyección ortogonal, sobre el mismo eje, del centro de gravedad del volumen de material depositado en la misma jornada.

Cuando se trate de llevar productos de excavación a zona de vertidos de la franja especificada o bien de llevar al interior de la misma materiales de préstamos procedentes de áreas fuera de ella, la "distancia de transporte" se entenderá como la distancia entre el centro de gravedad del volumen, sobre perfil, del material excavado en una jornada de trabajo y el del mismo material tal como se depositó en dicha jornada, entendiéndose que dicha distancia será medida sobre la ruta practicable más corta a juicio del Ingeniero Director.

4.8 RELLENOS Y TERRAPLENES

4.8.1 En zanjas y obras de fábrica

4.8.1.1 Rellenos

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavaciones para relleno de zanjas, trasdós de obras de fábrica o cualquier otra zona cuyas dimensiones no permitan la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución de terraplenes

El relleno podrá ser procedente de la propia excavación en préstamos de suelos seleccionados o de material filtrante.

Los lechos de tuberías serán de arena u hormigón se adoptarán a lo que se especifica en los Artículos siguientes.

El resto de los rellenos serán seleccionados o del propio material excavado si éste es aceptable en la zona en contacto con la tubería de acuerdo con lo indicado en los planos y el resto de material excavado.

El material de relleno no contendrá piedras de tamaño superior a diez centímetros, no podrá colocarse cuando esté helado o cuando lo estén las superficies sobre las que se apoyará el material de relleno y no podrá colocarse contra muros o estructuras delgadas, en tanto el hormigón de estas no haya alcanzado la suficiente resistencia para que su estabilidad esté garantizada.

Cuando se exija la compactación de los rellenos, ésta deberá hacerse de acuerdo con las especificaciones que se siguen. Los medios a emplear para la compactación estarán, sin embargo, limitados por las posibilidades de su uso en las zonas confinadas y por la condición de que no produzcan sobrecargas sobre la estructura que pongan en peligro su estabilidad.

La compactación de los rellenos se hará en tongadas horizontales cuyo espesor será reducido hasta el máximo compatible con los medios de compactación utilizados y con la densidad que deban ser obtenidas. Cuando el espesor de las tongadas deba disminuirse, el tamaño de las piedras no será superior a los 2/3 del espesor de la tongada una vez compactada.

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fuera del área donde vaya a construirse el relleno antes de comenzar la ejecución. Estas obras que tendrán el carácter de accesorias, se ejecutarán con arreglo a lo previsto para tal tipo de obras en los Planos o, en su defecto, a las instrucciones del Ingeniero Director.

Salvo en el caso de zanjas de drenaje, si el relleno hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcilla blanda, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente horizontales. El espesor de estas tongadas será lo suficiente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido.

Cuando el Ingeniero Director lo autorice, el relleno junto a obras de fábrica podrá efectuarse de manera que las tongadas situadas a uno y otro lado de la misma no se hallen al mismo nivel. En este caso, los materiales del lado más alto no podrán extenderse ni compactarse antes de que hayan transcurrido catorce días (14 d) desde la terminación de la fábrica contigua; salvo en el caso de que el Ingeniero Director lo autorice, previa comprobación, mediante los ensayos que estime pertinente realizar, del grado de resistencia alcanzado por la obra de fábrica.

El drenaje de los rellenos contiguos a obras de fábrica se ejecutará antes de, o simultáneamente a dicho relleno, para lo cual el material drenante estará previamente acopiado de acuerdo con las órdenes del Director.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes; y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados.

Durante la ejecución de las obras, las superficies de las tongadas deberán tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, tales como cal viva.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada. El grado de compactación a alcanzar en cada tongada dependerá de la ubicación de la misma, y en ningún caso será inferior al mayor del que posean los suelos contiguos a su mismo nivel. En particular en las zanjas para tuberías el grado de compactación será del 95% del Próctor Normal.

Las zonas que, por su forma, pudieran retener agua en su superficie, se corregirán inmediatamente por el Contratista.

Los rellenos localizados se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados centígrados (2°C); debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución deben prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

4.8.1.2 Terraplenes

Las especificaciones de este apartado se refieren a la ejecución de los terraplenes requeridos en la construcción de las diversas obras del Proyecto.

El Contratista deberá suministrar preparar, procesar, colocar y compactar si es necesario, los materiales para construcción de terraplenes y cualquier tipo de relleno permanente en las obras. A tal fin, el Contratista deberá acondicionar las fundaciones correspondientes y mantener los terraplenes y rellenos construidos hasta la recepción de las obras.

Cuando la fundación del terraplén no sea la adecuada, el Contratista excavará y retirará el material inadecuado hasta la profundidad que establezca el Ingeniero Director.

Los terraplenes serán compactados de acuerdo con las especificaciones que se indican más adelante. Los equipos de compactación deberán ser sometidos a la aprobación del Ingeniero Director con anterioridad a su llegada a la obra. El Ingeniero podrá exigir al Contratista la sustitución o complementación de estos equipos si, durante la ejecución de las obras y a la vista de los ensayos realizados, considerase que son inadecuados o insuficientes para conseguir las densidades exigidas con unos rendimientos compatibles con los propuestos por el Contratista en su programa de trabajo.

Cuando deban ser compactados materiales con un alto contenido en limos o arcillas, los materiales se depositarán en tongadas horizontales. El espesor de cada tongada horizontal, después de la compactación, no será mayor de quince centímetros o de dos tercios de la longitud de la pata del compactador. Cuando la compactación se haga a mano o mediante pequeños compactadores mecánicos, el espesor no será mayor de diez centímetros. La operación de excavaciones de colocación de los materiales se realizará de manera que, al ser compactados, se obtenga la máxima homogeneidad, peso unitario y estabilidad posibles. Si la superficie de cualquier tongada ya compactada estuviese demasiado seca o lisa, a juicio del Ingeniero Director, para la unión adecuada con la capa de material a ser colocado, a continuación, aquella

se humedecerá y/o se escarificará a satisfacción del Ingeniero Director para conseguir una superficie de unión satisfactoria con la consiguiente tongada a colocar. Todos los compactadores usados para compactar una tongada cualquiera serán del mismo tipo y del mismo peso por unidad de ancho.

Con anterioridad y durante las operaciones de compactación, los materiales tendrán un contenido de humedad no menor ni mayor del dos por ciento con respecto al contenido de humedad óptimo que se haya determinada en los ensayos. El contenido de humedad será uniforme en toda la tongada.

Mientras sea posible, a juicio del Ingeniero Director, la humectación del material se hará en el sitio de excavación completándola después, si fuese necesario, en el sitio de compactación. Si el contenido de humedad estuviese fuera de los límites especificados, la compactación no se ejecutará hasta que el material haya sido humedecido o secado hasta conseguir la humedad óptima con las tolerancias especificadas, a no ser que el Ingeniero Director lo autorice expresamente.

La compactación de materiales sin cohesión o permeables, tales como arenas y gravas, se hará en tongadas horizontales hasta la densidad relativa que se especifica más adelante. La excavación y colocación de estos materiales se hará de manera que se favorezca su homogeneidad, densidad y estabilidad. Se añadirá agua en la cantidad necesaria para obtener la densidad requerida y de acuerdo con el método de compactación utilizado. Para este tipo de materiales se eliminará todo aquél cuyo diámetro sea superior a 25 cm.

El espesor de las tongadas después de la compactación se realizará por control geométrico y no será superior a treinta centímetros, si la compactación se realiza mediante compactadores vibratorios, o de quince centímetros en caso contrario.

Cuando se compacten materiales sin cohesión conteniendo arcillas o limos, los espesores admisibles de las tongadas serán los mismos que los especificados para arenas y gravas limpias.

4.8.2 En la balsa

4.8.2.1 Ejecución de los terraplenes

En general los materiales para realizar los terraplenes de la balsa cumplirán lo siguiente:

Por el Contratista y el Ingeniero Director se vigilará especialmente que el material que se va a colocar cumpla en cuanto a su procedencia, granulometría, contenido en materia orgánica y límites de Atterberg las condiciones señaladas anteriormente. Antes de su puesta en obra se realizará una toma de muestras de los materiales de diferente génesis y localización para

catalogar mediante los ensayos correspondientes cuáles cumplen con las antedichas condiciones.

A juicio del Ingeniero Director será también admisible cualquier combinación de los parámetros citados que originen una resistencia al corte y un coeficiente de seguridad, igual o superior al obtenido en los cálculos de estabilidad del Proyecto, o la exigida por las reglamentaciones vigentes.

Si con los materiales procedentes de la excavación no se pudiese cumplir las condiciones impuestas, el Ingeniero Director podrá optar por exigir que el material sea procedente de préstamos que deberán cumplirlas, o por modificar adecuadamente el valor del talud de acuerdo con nuevos cálculos de estabilidad basados en los parámetros reales del material.

4.8.2.1.1 *Preparación de la cimentación*

Comprende la limpieza del terreno (vegetación, cercas y muros, materiales sueltos rocosos, demoliciones, etc.), retirada de toda la cobertura de tierra vegetal, y la excavación de todo el recubrimiento de suelos en el caso de que su espesor sea igual o inferior a dos metros (2,00 m) y hasta un metro (1,00 m) del mismo, si éste es superior a los dos metros (2,00 m), previa comprobación con ensayo de penetración dinámica de que el índice S.P.T. es igual o superior a veinte (20) y mediante ensayos de dispersabilidad, que el suelo no es crítico, en caso de que no se cumpla alguna de ellas se han de eliminar los suelos en su totalidad. Finalmente se procederá a la compactación del terreno en toda la superficie de apoyo del terraplén (mediante la utilización de rodillos vibratorios lisos u otros métodos mecánicos o manuales en los lugares inaccesibles), hasta que el terreno haya adquirido la compacidad que el Ingeniero Director de las obras considere oportuna después de realizados los correspondientes ensayos.

Los productos extraídos de las operaciones anteriores, si no se destinan a ningún aprovechamiento dentro de las obras que haya sido autorizado por el Ingeniero Director, se transportarán hasta los vertederos autorizados.

Todas las operaciones anteriores, así como un riego ligero de la superficie de la cimentación de forma que no quede ningún charco, se realizarán antes de proceder a la extensión de la primera capa de contacto con la misma.

4.8.2.1.2 *Extensión del material*

El material se colocará en obra de acuerdo con las dimensiones y pendientes de los planos a las órdenes que dicte el Ingeniero Director. El material se extenderá siempre de forma que en cada una de las diferentes zonas la totalidad del dique tenga siempre la misma altura en toda su longitud y en toda su anchura.

4.8.2.1.3 Compactación del material

La compactación del material se realizará con rodillos lisos vibrantes cuyo peso estático sea igual o superior a ocho mil kilogramos (8 t). En las zonas de difícil acceso para los rodillos se dispondrán medios especiales de compactación, previamente ensayados, y aprobados por el Ingeniero Director.

El número de pasadas que han de realizar los rodillos vibrantes depende de la altura definitiva de las tongadas y será elegido por el Ingeniero Director.

Como condiciones generales, se cumplirá:

- La humedad de los materiales en el momento de su compactación deberá ser la más cercana posible a la óptima deducida del ensayo Próctor Normal, será admisible una tolerancia del dos por ciento ($\geq 2\%$), respecto a la óptima, en el noventa y cinco por ciento (95%) de las muestras. Para conseguir esta humedad, el Contratista estará obligado a humidificar o desecar el material antes de compactarlo en el tajo por procedimiento que haya sido aprobado por la Dirección de la obra.
- En todas y cada una de las series de muestras que se tomen para comprobar la densidad de los materiales, deben cumplirse que el noventa por ciento (90 %) de ellas acusen a una densidad mayor que el cien por cien (100 %) de la máxima del Próctor Normal, siempre que la densidad del diez por ciento (10%) de muestras restantes sea superior al noventa por ciento (90 %) de la máxima del Próctor Normal.
- El talud del paramento agua abajo se arreglará a mano al objeto de conseguir un aspecto agradable en el pie de agua abajo.
- Se llevará un control de los asientos que permita comprobar el efecto de la compactación mediante la nivelación de una red de puntos, pintados previamente, de forma que el asentamiento medio de las dos últimas pasadas sea inferior en cada una a veinte milímetros (20 mm).

4.8.2.1.4 Ensayos

- Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico según UNE103204:2019.
- Elementos gruesos.
- Granulometría.
- Límites de Attenberg.

- Densidad
- Ángulo de rozamiento interno
- Determinación del contenido en sales solubles de un suelo según UNE 103205:2019
- CBR
- Próctor
- etc.

Se deberá hacer ensayo de compactabilidad de los materiales.

Se comprobará por parte del Jefe de Obra la escarificación del terreno de acuerdo una vez alcanzada la cota de excavación y previo al terraplenado. Previo al terraplenado se comprobará la idoneidad del terreno comprobando que es adecuado como plano de fundación y comprobando que se ha retirado el terreno postizo.

Se comprobará la ausencia de agua en la zona de la balsa y del depósito previo a cualquier terraplenado.

Se comprobará la ausencia de elementos gruesos, no permitiéndose gruesos con un tamaño mayor a 1/3 de la tongada.

Se controlará la densidad de compactación según la UNE 103500:1994 Geotecnia. Ensayo de compactación. Proctor normal, o la UNE 103501:1994 Geotecnia. Ensayo de compactación. Proctor modificado (en caso de omisión se considerará como ensayo de referencia el Próctor Modificado).

4.8.2.1.5 Tolerancia geométrica

La geometría se ajustará a la sección-tipo definida. Las tolerancias geométricas serán:

- En el paramento de aguas arriba la superficie acabada no deberá quedar bajo la teórica (plana, cónica en los acuerdos laterales o cilíndricos en el acuerdo con el fondo) en ningún punto, ni rebasarla por exceso en más de diez centímetros (10 cm) medidos perpendicularmente a la superficie teórica. En ningún momento el Contratista podrá aportar material con el fin de corregir las irregularidades por defecto si dicho material no se compacta en sentido vertical conjuntamente con el resto de la tongada completa del terraplén. Las irregularidades por exceso se corregirán por el Contratista de acuerdo con las instrucciones del Director.
- Los espesores compactados no deberán diferir en más de un décimo (1/10) de los previstos.

- La coronación no deberá quedar bajo el plazo teórico sobreelevado en la altura que determine el Ingeniero Director para prever los asientos finales; su superficie acabada no deberá rebasar la teórica, corregida con la sobreelevación, en más de cuatro centímetros (4 cm) cuando se compruebe tanto paralela como normalmente al eje de la vía de coronación.
- La tolerancia en el paramento de agua abajo sobre el plano teórico será de treinta centímetros en más o en menos (0,30 m) medidos horizontalmente.

En particular todos los terraplenes correspondientes a las balsas se realizarán con materiales clasificados como seleccionados, cumplirán la normativa del Pliego PG-3 mencionado anteriormente, tanto en sus características como en su empleo. Todos los materiales serán compactados hasta una densidad seca igual a la mayor de las dos siguientes:

- El 100 % de la densidad Próctor normal.
- El 96 % de la densidad Próctor modificado.

4.8.2.2 Refino y compactación de los taludes interiores del vaso

Esta unidad comprende la regularización, refino, humectación y compactación de todas las superficies interiores del vaso y el fondo, de tal manera que no sea necesaria ninguna operación intermedia entre la presente unidad y la posterior colocación de la pantalla de impermeabilización.

En los paramentos de los taludes interiores se proscribe la aportación de material para su regularización; ésta debe realizarse siempre quitando material.

El Contratista presentará al Ingeniero Director un programa de trabajo para la ejecución de esta unidad con expresa descripción de los equipos de humectación y compactación; el Ingeniero Director podrá variar total o parcialmente dicho programa y exigir la realización de tramos o superficies experimentales para fijar el procedimiento en todos sus detalles.

La humectación deberá realizarse por el sistema de aspersión o similar de forma que no se erosione la superficie una vez refinada.

La compactación de los taludes interiores debe realizarse preferentemente según generatrices situadas en planos verticales (compactación en sentido normal a la superficie del talud).

Otros terraplenes

Se cumplirá lo especificado en los Artículos 330 y 331 del "P.G.3.", respectivamente.

4.9 MATERIAL RELLENO EN LECHO DE TUBERÍAS

Preferentemente se emplearán materiales granulares para el apoyo de las conducciones. Se entienden como materiales granulares los siguientes tipos:

- Materiales monogranulares
- Materiales granulares
- Arena
- Material todo uno
- Material procedente de machaqueo

Como arena para lecho de tuberías pueden emplearse arenas y gravas de yacimientos naturales, rocas machacadas, escorias siderúrgicas apropiadas u otros productos cuyo empleo esté debidamente justificado a juicio del Ingeniero Director.

La granulometría aconsejada para el empleo como apoyo de conducciones será la siguiente:

Tabla 58. Granulometría aconsejable

TAMIZ	% QUE PASA
3/4"	100
1/2"	90
3/8"	40-70
Nº 40-15	
Nº 80-5	

Todo este árido deberá pasar por el tamiz 5 UNE.

Una vez terminada la zanja se procederá al compactado del fondo de la misma procurando dejarlo perfectamente rasanteado conforme al longitudinal del proyecto.

Las camas granulares se realizarán en dos etapas. En la primera se ejecutará la parte inferior de la cama, con superficie plana, sobre la que se colocan los tubos, acoplados y acuñaos. En una segunda etapa se realizará el resto de la cama rellenando a ambos lados del tubo hasta alcanzar el ángulo de apoyo indicado en el proyecto.

En ambas etapas, los rellenos se efectuarán por capas del orden de 7 ó 10 cm compactadas mecánicamente. Los grados de compactación serán tales que la densidad resulte como mínimo el 95% de la máxima del ensayo Próctor Normal o bien, el 70% de la densidad relativa si se trata de material granular libremente drenante, de acuerdo con las normas UNE 103500:1994, Geotecnia. Ensayo de compactación. Próctor normal, y NLT 204/72.

4.10 CONDICIONES GENERALES PARA LOS HORMIGONES

4.10.1 Materiales

Los materiales que se empleen para la fabricación de hormigones cumplirán con las condiciones especificadas en el apartado 3.3 (condiciones técnicas de los materiales) del presente Pliego.

4.10.2 Tipos de hormigón

Todos los hormigones se tipificarán con el siguiente formato: T-R/C/TM/A

Siendo:

- T: indicativo que será HM en el caso del hormigón en masa, HA en el caso del hormigón armado y HP en el de pretensado.
- R: resistencia característica especificada en N/mm^2
- C: letra inicial del tipo de consistencia (Artículo 33.5 Código Estructural).
- TM: tamaño máximo del árido en mm (Artículo 30.3 Código Estructural).
- A: designación del ambiente (Artículo 27.1.a Código Estructural)

Los tipos de hormigón a emplear en obra se definen atendiendo a la mínima resistencia característica que se les exija, entendiéndose dicha resistencia a los veintiocho (28) días en probeta cilíndrica de quince centímetros (15 cm) de diámetro por treinta centímetros (30 cm) de altura.

En cuanto a la resistencia característica especificada se recomienda emplear la siguiente serie: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100. En la cual las cifras indican la resistencia característica específica del hormigón a compresión a 28 días en N/mm^2 .

La resistencia de 20 N/mm^2 se limita en su utilización a hormigones en masa.

Los tipos de cementos utilizables serán los definidos en el Artículo 28 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural, para el hormigón en masa, armado o pretensado.

Los tipos de hormigón que se emplearán en las obras son los siguientes:

Tabla 59. Tipos de hormigón

Tipo de hormigón	Tipo de cemento	Mínima resistencia característica según Normas UNE-EN 12350 y 12390
HM-20	CEM II/A-W, B-W	20 N/mm ²
HA-25	CEM II/A-W, B-W	25 N/mm ²

En cada parte de la obra se utilizarán los tipos de hormigón indicados en el Proyecto o que indique el Ingeniero Director, y en general, los siguientes:

En obras varias en masa Tipo HM-20

En obras varias armadas Tipo HA-25

4.11 DOSIFICACIÓN DE LOS HORMIGONES

Las dosificaciones serán las convenidas para lograr las resistencias establecidas.

Se dosificará el hormigón con arreglo a los métodos que se consideren oportunos respetando siempre las limitaciones siguientes:

- a) La cantidad mínima de cemento por metro cúbico de hormigón será la establecida en el Artículo 43.2.1 y en la tabla 43.2.1.a del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- b) La cantidad máxima de cemento por metro cúbico de hormigón será de 500 kg. En casos excepcionales, previa justificación experimental y autorización expresa de la Dirección de Obra, se podrá superar dicho límite.
- c) No se utilizará una relación agua/cemento mayor que la máxima establecida en el Artículo 43.2.1 y en la tabla 43.2.1.a del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En lo que respecta a la ejecución de la dosificación del hormigón, será de obligado cumplimiento todo lo prescrito en el Artículo 51.3.2 de Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Previamente a la colocación en obra de todo tipo de hormigón, el Contratista deberá someter a la aprobación del Ingeniero Director las dosificaciones que se proponga emplear. Dicha propuesta la hará el Contratista sobre la base de un estudio experimental de dosificaciones sobre hormigones de prueba que, en cuanto a ensayos, deberá cumplir las siguientes condiciones:

Los hormigones de prueba serán fabricados con áridos de la misma procedencia y sometidos a los mismos tratamientos que los hormigones de obra.

Los hormigones de prueba serán fabricados utilizando el mismo tipo de instalaciones de preparación de áridos y de fabricación que se empleen en obra.

En la determinación de resistencia a compresión simple de los hormigones de prueba será preceptivo el ensayo sistemático a los siete días y el determinante de la resistencia característica a los veintiocho días, la cual deberá ser como mínimo del ciento diez por ciento de las especificadas en el apartado precedente, para que dicho ensayo se considere satisfactorio. La resistencia del hormigón se comprobará mediante ensayos de resistencia a compresión efectuados sobre probetas fabricadas y curadas según UNE-EN 12390-2:2020, Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia. La determinación de la resistencia a compresión se efectuará según UNE-EN 12390-3:2020, Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas. Será de aplicación todo lo prescrito en el Artículo 57.3.2 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Aprobada la propuesta de dosificaciones que, además de la cantidad de cada componente, especificarán para cada tipo de hormigón la consistencia según un índice normalizado aprobado por el Ingeniero Director se aplicarán a obra, necesariamente por peso de cada componente y habida cuenta de las variaciones de humedad de los áridos.

Las dosificaciones, en el transcurso de la ejecución de las obras, serán ajustadas a propuesta del Contratista y previa aprobación del Ingeniero Director, según lo fuera exigiendo el sistema de control que éste dispusiera con arreglo al apartado siguiente.

Las pesadas para la dosificación en obra serán hechas con precisión dentro de las siguientes tolerancias:

- Peso del cemento: $\pm 3\%$

- Peso de cualquier clase granulométrica de áridos: ± 3 %
- Peso del agua: ± 3 %

El Contratista suministrará, instalará, operará y mantendrá los equipos para dosificación del hormigón de acuerdo con estas especificaciones, incluyendo los equipos necesarios para controlar adecuadamente la cantidad de cada uno de los componentes de cada amasada.

La cantidad de cemento, arena y de los diferentes tipos de árido grueso que entran en cada amasada será controlada por pesaje y la cantidad de agua se determinará por pesaje o volumen.

El equipo para pesaje del cemento será fácilmente ajustable para compensar las variaciones a introducir por cambios en el contenido de humedad de los áridos o por cambios en las proporciones de la mezcla. Estará provisto de escalas de medida con graduaciones, al menos, cada 2,5 kg para el cemento y cada 10 kg para los áridos.

El Contratista deberá suministrar el equipo necesario para comprobar la exactitud del equipo de dosificación. A no ser que el Ingeniero Director, requiera una mayor frecuencia, el Contratista comprobará al menos una vez al mes que el equipo de dosificación cumple con las tolerancias de peso admitidas. El Contratista hará los ajustes, reparaciones o sustituciones que sean necesarios para cumplir dichas tolerancias.

Para establecer la dosificación, el constructor deberá recurrir a ensayos previos en laboratorio, con objeto de conseguir que el hormigón resultante satisfaga las condiciones que se le exigen en los Artículos 33 y 43 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En lo relativo al control de la conformidad del hormigón será de aplicación todo lo recogido en el Artículo 57 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

4.12 FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN

El cemento se dosificará en peso, utilizando básculas y escalas distintas de las utilizadas para los áridos. La tolerancia en peso de cemento será del $\pm 3\%$. (Artículo 51.3.2.2 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural).

Los áridos se dosificarán en peso, teniendo en cuenta las correcciones por humedad. El árido deberá componerse de al menos dos fracciones granulométricas para tamaños máximos iguales o inferiores a 22 mm, y de tres fracciones granulométricas para tamaños máximos mayores. Si

se utiliza un árido total suministrado el fabricante del mismo deberá proporcionar la granulometría y tolerancias de fabricación del mismo. La tolerancia en peso de los áridos, tanto si se utilizan básculas distintas para cada fracción de árido, como si la dosificación se realiza acumulada, será del $\pm 3\%$. (Artículo 51.3.2.3 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural).

El agua de amasado está constituida por la directamente añadida a la amasada, la procedente de la humedad de los áridos y, en su caso, la aportada por aditivos líquidos. El agua añadida directamente a la amasada se medirá por peso o volumen con una tolerancia del $\pm 1\%$. El agua total se determinará con una tolerancia del $\pm 3\%$ de la cantidad total prefijada. (Artículo 51.3.2.4 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural).

Cuando se utilicen, las adiciones se dosificarán en peso, empleando básculas y escalas distintas de las utilizadas para los áridos. Cuando la cantidad de adiciones supera el 5 % de la masa del cemento, la tolerancia en la dosificación será el $\pm 3\%$ de la cantidad requerida. Cuando la cantidad de adiciones no supera el 5 % de la masa del cemento, la tolerancia en la dosificación será el $\pm 5\%$ de la cantidad requerida. Esta tolerancia debe aplicarse a la carga total de cada suministro (Artículo 51.3.2.5 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural).

Los aditivos pulverulentos deberán ser medidos en peso, y los aditivos en pasta o líquidos, en peso o en volumen. En ambos casos la tolerancia será del $\pm 5\%$ del peso o volumen requeridos. Esta tolerancia debe aplicarse a la carga total de cada suministro. (Artículo 51.3.2.6 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural).

La dosificación de obra se hará con la oportuna instalación dosificadora por pesada de todos los materiales, bajo la vigilancia de persona especializada y corrigiéndose la dosificación del agua con arreglo a las variaciones de humedad del árido.

En el caso de fallar la dosificadora ponderal el Ingeniero Director podrá autorizar la dosificación volumétrica de los áridos, siempre que se midan éstos en recipientes de doble altura que lado, y cuyos enrasos correspondan exactamente a los pesos de cada tipo de árido que ha de verterse en cada amasada. La dosificación del cemento se hará siempre por peso.

El amasado del hormigón se realizará mediante uno de los procedimientos siguientes:

- Totalmente en amasadora fija.
- Iniciado en amasadora fija y terminado en amasadora móvil, antes de su transporte.
- En amasadora móvil, antes de su transporte.

El periodo de batidos a la velocidad de régimen será en todo caso superior a un (1) minuto e inferior a tres (3), siempre que no se empleen hormigoneras de más de un (1) metro cúbico. En caso de emplearse hormigoneras de mayor capacidad, la duración del amasado se prolongará hasta obtener la necesaria homogeneidad de acuerdo con los ensayos que se realicen al efecto.

No se mezclarán masas frescas, conglomeradas con tipos distintos de cemento. Antes de comenzar la fabricación de una mezcla con un tipo de conglomerante, deberán limpiarse las hormigoneras.

La compactación del hormigón se efectuará por vibración. La consistencia será fijada por el Director de la obra.

Tabla 60.Consistencia del hormigón

Consistencia	Tipo de compactación
Seca	Vibrado enérgico
Plástica	Vibrado normal
Blanda	Vibrado normal o picado
Fluida	Picado con barra

De acuerdo con el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural los ensayos de control de los hormigones se realizarán a los siguientes niveles:

Tabla 61.Ensayos hormigón

Hormigón HM-20	Nivel normal
Hormigón HM-25	Nivel normal

El hormigón fabricado en central llevará las siguientes especificaciones:

- La consistencia
- El tamaño máximo del árido
- La clase de exposición ambiental a la que va a estar expuesto el hormigón
- La resistencia característica a compresión, para hormigones designados por propiedades.

- El contenido de cemento (kg/m^3), para hormigones designados por dosificación y para aquellos que aún designados por propiedades tienen una especificación de contenido de cemento más exigente que el indicado para cada exposición ambiental.
- La indicación, en su caso, de características especiales del tipo de cemento, particularmente en aquellos casos que requieren el uso de cementos SR, SRC o MR.
- La indicación de si el hormigón va a ser usado en masa, armado o pretensado.

En todo lo referente a designación se seguirá lo descrito en el Artículo 51.3.4 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

4.13 TRANSPORTE Y SUMINISTRO DEL HORMIGÓN

Todo lo referente a transporte y suministro del hormigón se efectuará conforme al Artículo 51.4 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

El transporte desde las hormigoneras a los puntos de puesta en obra se realizará de la manera más rápida posible, empleando métodos que impidan toda segregación, exudación, evaporación de agua o intrusión de cuerpos extraños en la mezcla, de manera que las masas lleguen 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, salvo que se utilicen aditivos retardadores de fraguado. Dicho tiempo límite podrá disminuirse, en su caso, cuando el fabricante del hormigón considere necesario establecer en su hoja de suministro un plazo inferior para su puesta en obra. 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 tiempo 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 $\frac{2}{3}$ 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 carga de una nueva masa fresca de hormigón.

El transporte podrá realizarse en amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

Desde las instalaciones de fabricación de hormigón el transporte del hormigón podrá realizarse en camiones provistos o no de elementos de agitación. En el primer caso, la velocidad de agitación estará comprendida entre dos y seis revoluciones por minuto. Si se emplearan camiones desprovistos de agitadores, será preceptivo el empleo de cubas sin aristas vivas y el tiempo máximo permitido entre carga y descarga se establecerá por el Ingeniero Director a la vista de las pruebas pertinentes.

En ningún caso se permitirá la puesta en obra de hormigones que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación, así como tampoco adición de agua o de cualquier otro producto durante el transporte.

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 hormigón.
- Identificación del peticionario.
- Fecha y hora de entrega.
- Cantidad de hormigón suministrado.
- Designación del hormigón según se especifica en el Código Estructural. En el caso de designación por propiedades, deberá contener siempre la resistencia a compresión, la consistencia, el tamaño máximo del árido y el tipo de ambiente al que va a ser expuesto. En el caso de designación por dosificación, deberá contener siempre la dosificación de cemento (en kg/m³), la consistencia, el tamaño máximo del árido y el tipo de ambiente al que va a ser expuesto. En su caso, estar en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
- Dosificación real del hormigón que incluirá, al menos:
 - * en los ambientes XC3, XC4, XD, XS, XF, XA y XM se incluirá la referencia recogida en el apartado 13 de la declaración responsable contenida en el apartado 1.1.6 del anejo 4 del Código Estructural,
 - * tipo y contenido de cemento,
 - * relación agua/cemento,
 - * contenido en adiciones, en su caso,
 - * tipo y cantidad de aditivos,

- * identificación completa del cemento, aditivos y adiciones empleados,
- * Identificación del lugar de suministro,
- * Identificación del camión que transporta el hormigón,
- * Hora límite de uso del hormigón.

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 4 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

4.14 PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN

La puesta en obra del hormigón se realizará siguiendo las prescripciones del Artículo 52 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

El hormigón no podrá ser colocado en obra antes de que todos los encofrados, la preparación de las superficies de fundación, las armaduras elaboradas y todas las partes que deben quedar embebidas en el hormigón hayan sido aprobadas por el Ingeniero Director.

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

El hormigón será colocado, normalmente, en capas horizontales que deberán ser mantenidas al mismo nivel. Se deberá evitar que el hormigón deslice hacia abajo, a lo largo de superficies inclinadas, directamente hasta su posición final. En el vertido y colocación se evitará la disgregación de la mezcla.

El hormigón en obra será descargado verticalmente sin tocar el encofrado. Entre el punto de descarga y su posición final, no será dejado caer desde alturas libres superiores a 2 metros salvo aprobación por la Dirección Facultativa. Las cintas transportadoras de otros sistemas de descarga y colocación del hormigón deberán estar diseñadas de manera que no se produzca segregación o pérdidas de mortero y deberán estar provistas, al final, de un tramo cónico vertical o de otro medio de manera que, al final, se produzca la descarga vertical del hormigón.

En caso de utilizar bomba de hormigón en la colocación de éste, la extremidad del tubo de alimentación deberá ser mantenida sumergida en el hormigón durante el proceso de colocación con el fin de ayudar a su compactación.

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

Inmediatamente antes de la colocación del hormigón, todas las superficies de fundación sobre las que se colocará el hormigón estarán libres de agua, lodo o material objeccionable. Si las superficies sobre las que se colocará el hormigón pudiesen absorber humedad, deberán ser humedecidas de manera que se impida la absorción del agua de composición del hormigón.

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

La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante procedimientos adecuados a la consistencia de las mezclas de forma que se eliminen los huecos y se efectúe un correcto cerrado de la masa sin que llegue a producirse segregación. La compactación se prolongará hasta que el aire salga a la superficie. Cuando se utilicen vibradores de superficie el espesor de la capa después de compactada no será mayor de 20 cm.

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

Se definen como juntas de construcción en el hormigonado las superficies de hormigón sobre o contra las que el hormigón ha de ser colocado, a las que el nuevo hormigón debe adherirse y que han alcanzado un grado de dureza tal que el nuevo hormigón no puede incorporarse íntegramente al colocado previamente.

Las superficies de las juntas de construcción deberán estar limpias, rugosas y secas en el momento de ser cubiertas por el hormigón fresco. La limpieza consistirá en la retirada de toda lechada, hormigón suelto, o defectuoso, arena, productos de curado u otras sustancias extrañas. Las superficies de todas las juntas de construcción serán lavadas con chorro de arena o con chorro de agua y aire y serán secadas con anterioridad a la colocación del nuevo hormigón. El secado de la superficie podrá ser hecho mediante chorro de aire. El procedimiento de limpieza utilizado no deberá producir alteraciones apreciables en la adherencia entre la pasta y el árido grueso. Se prohíbe el empleo de productos corrosivos en la limpieza de juntas.

Se prohíbe hormigonar directamente sobre superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas. Deberán eliminarse previamente las partes dañadas por el hielo.

Las superficies de las juntas de dilatación estarán limpias y libres de material extraño, lechada o concreciones de hormigón y serán protegidas por medio de una capa de un producto para curado que cumpla las especificaciones que se han dado anteriormente. Se mantendrá una atención especial para no poner en contacto estos productos con las juntas premoldeadas.

Las superficies de todo material duro, sobre o contra el que habrá que colocar hormigón, estarán limpias y excepto en aquellos casos en los que las filtraciones hagan imposible el secado de la superficie, serán humedecidas y llevadas después a una condición de superficie seca. Las

superficies que puedan absorber agua y que sean horizontales o casi horizontales serán cubiertas con una capa de mortero de cemento de, aproximadamente, un centímetro de espesor, antes de proceder a la colocación del hormigón. El mortero tendrá las mismas proporciones de agua, aireante, cemento y arena que el del hormigón, a no ser que el Ingeniero Director especifique otras dosificaciones. La relación agua-cemento del mortero no será mayor que la del hormigón y su consistencia será adecuada para permitir su colocación. El mortero será extendido y trabajado de modo que se introduzca en todas las irregularidades. El hormigón será colocado inmediatamente después, sobre el mortero todavía fresco.

Esta capa de mortero no se colocará sobre las juntas de contracción. En estos casos se empezará con una mezcla de árido de dos centímetros, una relación agua- cemento de 0,47, en peso y un "slump" máximo de 10 cm. Esta mezcla será extendida con un espesor entre tres y siete centímetros.

El reamasado del hormigón no será permitido. Cualquier hormigón cuya adecuada colocación no pueda ser asegurada debido a su endurecimiento, será rechazado.

El hormigón se depositará en todos los casos tan cerca como sea posible de su posición final. Se emplearán métodos y equipos de manera que no se produzca segregación del agregado grueso. En el caso de que se produzca separación de la masa de hormigón de grupos de partículas de agregado grueso estas serán dispersadas antes de que el hormigón sea vibrado. Se permitirá la utilización del vibrador para introducir en la masa del hormigón algunas piezas individuales de árido grueso que se hayan segregado.

Cuando la colocación del hormigón se termine con juntas inclinadas, el Contratista consolidará el hormigón en tales juntas de tal manera que consiga una superficie razonablemente uniforme y estable.

Los hormigones serán colocados en capas continuas aproximadamente horizontales cuyo espesor no estará entre 30 y 60 centímetros. En cualquier caso, el Ingeniero Director podrá exigir espesores menores si, a su juicio, el hormigón no puede ser colocado en un espesor de 30 centímetros con una consolidación adecuada.

Todas las intersecciones de juntas de construcción con las superficies vistas de hormigón serán hechas rectas y verticales u horizontales.

Para la colocación de hormigones no encofrados con pendientes que hagan impracticable la vibración del hormigón, este será colocado con ayuda de un reglón deslizante de, por lo menos, 75 centímetros de ancho. El hormigón será consolidado mediante vibradores internos con objeto de asegurar el relleno completo bajo el encofrado deslizante.

El hormigón será consolidado hasta la máxima densidad posible, sin que se formen bolsas de agregados gruesos y de manera que se ajuste perfectamente a las superficies de los encofrados o de los materiales embebidos. La consolidación de los hormigones en estructuras se hará por medio de vibradores internos, eléctricos o neumáticos. Para los vibradores de tipo interno la velocidad no será inferior a 7.000 revoluciones por minuto.

Al compactar una tongada de hormigón, el vibrador se mantendrá en posición casi vertical y será sumergido hasta volver a vibrar la parte superior de la tongada subyacente. Cada tongada de hormigón no será colocada hasta que las anteriores no hayan sido completamente consolidadas. El proceso de compactación debe prolongarse junto a los fondos y paramentos de los encofrados y especialmente en los vértices y aristas sin que el vibrador llegue a entrar en contacto con ellos, hasta eliminar todas las posibles coqueras.

4.15 TEMPERATURA DEL HORMIGONADO

La puesta en obra del hormigón en condiciones climáticas especiales se regirá por las prescripciones del Artículo 52.3 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

El hormigón no podrá ser puesto en contacto con la tierra o el encofrado helados ni con la nieve, el hielo o la escarcha que recubran la tierra, el encofrado o las armaduras. El hormigón no podrá ser fabricado tampoco con materiales helados.

El hormigonado podrá hacerse bajo condiciones climatológicas frías siempre que se adopten las precauciones necesarias que aseguren que la temperatura de masa del hormigón en el momento de verterla en el molde o encofrado no sea inferior a 5°C.

Se prohíbe verter hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a 0°C.

Se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

Si es necesario hormigonar en tiempo de heladas, se tomarán las medidas para garantizar que durante el fraguado y primer endurecimiento no se producen deterioros locales en los elementos correspondientes ni mermas permanentes apreciables en las características resistentes del material.

El empleo de aditivos aceleradores de fraguado o aceleradores de endurecimiento o de cualquier producto anticongelante específico para el hormigón, requerirá una autorización expresa de la

Dirección Facultativa. Nunca podrán utilizarse productos susceptibles de atacar a las armaduras, en especial los que contienen ión cloro.

Se entiende por tiempo frío el período durante el cual existe durante más de tres días, las siguientes condiciones:

- La temperatura media diaria del aire es inferior a 5°C.
- La temperatura del aire no supera los 10°C durante más de la mitad del día.

Previamente al comienzo del hormigonado con condiciones climatológicas frías, el Contratista deberá obtener la aprobación, del Ingeniero Director, de las precauciones que propone emplear contra los efectos de las bajas temperaturas.

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón y para reducir la temperatura de la masa. Los materiales constituyentes del hormigón y los encofrados o moldes destinados a recibirlo deberán estar protegidos del soleamiento.

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

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

Se entiende por tiempo caluroso aquel en que se produzca cualquier combinación de altas temperaturas, baja humedad relativa y alta velocidad del viento que tiendan a empeorar la calidad del hormigón o que puedan conferir propiedades no deseadas.

Se asegurará que la temperatura del hormigón en el momento de vertido sea inferior a 35°C en el caso de estructuras normales, y menor que 15°C en el caso de grandes masas de hormigón.

Se tomarán medidas especiales para evitar retracciones plásticas cuando la evaporación superficial sea superior a 1 kg/m²/h, lo que puede producirse cuando se den las siguientes condiciones:

Tabla 62. Condiciones especiales

Temperatura atmosférica (°C)	Velocidad del viento (km/h)	Humedad relativa (%)
40	10	≤35
	25	≤45
	40	≤55
35	25	≤25
	40	≤35

Si, a juicio del Ingeniero Director, las condiciones climatológicas son tales que la temperatura del hormigón pudiera sobrepasar dicho límite, podrá exigir la suspensión del hormigonado a no ser que el Contratista adopte medios efectivos de enfriamiento, sujetos a la aprobación del Ingeniero Director, tales como:

- Enfriar el agua de amasado o reemplazar una parte del agua por hielo, el cual deberá quedar completamente fundido al final del amasado.
- Regar con agua fría los depósitos de áridos. El Contratista deberá tener en cuenta en este caso las variaciones de humedad que dicho riego supone a efectos de modificar la cantidad de agua a añadir durante la fabricación del hormigón.
- Hormigonar, durante la noche.
- Mojar y proteger del sol el exterior del encofrado.

4.16 CURADO DEL HORMIGÓN

El curado de las obras de hormigón se hará de acuerdo con las especificaciones del Artículo 52.5 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural. El Contratista suministrará todos los materiales para el curado de los hormigones.

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

Los principales métodos para el curado del hormigón son los siguientes:

- Protección con láminas de plástico.
- Protección con materiales humedecidos (arena, paja...).
- Riego con agua.
- Aplicación de productos de curado que formen membranas de protección.

Estos métodos pueden usarse separadamente o en combinación. Los métodos en los que se añade agua producen una estructura de poros más densa que los métodos que sólo impiden la desecación del hormigón.

El agua a aportar en el riego tendrá las calidades exigidas en el Artículo 29 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Los métodos que impiden la desecación del hormigón no contendrán propiedades nocivas para el hormigón.

Las juntas de construcción podrán ser curadas por cualquiera de los métodos indicados.

Si se utiliza un producto de curado, este será completamente removido antes de colocar el hormigón sobre o contra las juntas de construcción.

Las superficies horizontales no encofradas serán humedecidas mediante la utilización de un material saturado de agua o por cualquier otro medio efectivo aprobado por el Ingeniero Director y colocado sobre ellas tan pronto como el hormigón haya endurecido lo suficiente para prevenir su daño por el agua. Estas superficies y las superficies encofradas serán mantenidas húmedas completa y continuamente hasta que se proceda a retirar los encofrados, procurando introducir el agua entre la superficie del hormigón y el encofrado. Después del desencofrado el curado del hormigón se continuará en la forma especificada en los apartados siguientes:

Curado del hormigón mediante agua

El curado del hormigón con agua se hará manteniendo húmeda la superficie del hormigón hasta, al menos 14 días después de hormigonado excepto en el caso de que sea necesario colocar un nuevo hormigón sobre o contra la superficie de hormigón en proceso de curado, en cuyo caso dicho proceso será interrumpido inmediatamente antes de colocar el nuevo hormigón.

El periodo de curado del hormigón especificado podrá ser reducido a seis días en el caso de que la temperatura media diaria en la zona sea menor de 5 grados centígrados. Cuando existan riesgos de heladas, el proceso de curado será interrumpido.

La superficie de hormigón será mantenida húmeda cubriéndola con un material saturado de agua, mediante el empleo de un sistema de tuberías perforadas, aspersores o cualquier otro método mediante el cual se mantengan húmedas las superficies de hormigón de una manera continua y no sólo periódica.

Curado del hormigón mediante un producto de curado

El curado por este método consistirá en la aplicación de una película sobre la superficie de hormigón que impida la evaporación del agua de composición del hormigón. El producto a emplear por el curado por este método será un producto comercial de calidad aprobada por el Ingeniero Director, que, una vez extendido, produzca una película continua de calidad y consistencia uniforme y de color blanco.

El producto de curado será extendido de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. La cantidad a emplear no será inferior a un litro por cada 3,5 m² para superficies lisas; para superficies rugosas, la cantidad a emplear por metro cuadrado se aumentará de manera que se consiga una membrana de espesor mínimo equivalente al requerido para superficies lisas.

La reparación de todas las imperfecciones en las superficies de hormigón no se hará hasta después de extendido el producto de curado. Después de que la membrana adquiera una consistencia seca, se harán las reparaciones en el hormigón y una vez terminadas estas se humedecerán y se extenderá la membrana de curado sobre ellas.

El equipo y los métodos para aplicación de la membrana para curado estarán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del producto de curado y será aprobado por el Ingeniero Director. El Contratista deberá preservar la membrana de daños producidos por el tráfico u otras causas hasta 28 días después de su extensión. En el caso de que no sea posible evitar el tráfico sobre las superficies dentro de dicho periodo, la membrana se protegerá mediante una capa de arena de, al menos, 3 centímetros de espesor u otro método aprobado por el Ingeniero Director. Cualquier área de la membrana dañada dentro de los 28 días especificados será reparada inmediatamente de una manera aprobada por el Ingeniero Director.

4.17 TOLERANCIAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE HORMIGONES

Las desviaciones permitidas de las secciones de hormigón con respecto a las alineaciones, rasantes, cotas, planos o dimensiones mostradas en los planos o especificadas por el Ingeniero Director son definidas como "tolerancias" y deben ser diferenciadas de las irregularidades en la terminación de los hormigones.

Las irregularidades en la superficie de los hormigones se clasifican en "abruptas" y "graduales". Los salientes o resaltos originados por desplazamientos de los encofrados o por defectos de los encofrados serán consideradas como irregularidades abruptas. Las restantes irregularidades serán consideradas como graduales y serán comprobadas mediante una regla con una de sus aristas con la forma correspondiente a las superficies a comprobar. La longitud de la regla será de 1,50 metros para la comprobación de las superficies encofradas y de 3 metros para la comprobación de las superficies no encofradas.

La ejecución del encofrado y del hormigonado deberá ser tal que el hormigón no requiera normalmente ningún tipo de acabado adicional para dejar las superficies perfectamente compactas, lisas y sin irregularidades.

Cuando una tolerancia determinada no figure en estas especificaciones, las desviaciones permisibles deberán ser interpretadas conforme a los valores dados en este articulado para obras similares.

El Contratista será responsable del replanteo, instalación y mantenimiento de los encofrados en las condiciones y con la exactitud necesaria para asegurar que la determinación de las obras de hormigón esté de acuerdo con las tolerancias especificadas. Las obras que no cumplan estas condiciones serán reparadas o removidas y reemplazadas por el Contratista a su costa y a satisfacción del Ingeniero Director.

Las tolerancias admisibles en estructuras serán las siguientes:

- Variaciones con respecto a las alineaciones establecidas: 12,5 milímetros.
- Variaciones con respecto a las rasantes establecidas: 12,5 milímetros.
- Variaciones con respecto a la vertical o a las inclinaciones establecidas en cualquier punto:
 - o En superficie vistas y medidas sobre una longitud de 3 metros: 12,5 milímetros
 - o En superficie no vistas y medidas sobre una longitud de 3 metros: 25 milímetros

Las tolerancias en las armaduras de los hormigones serán las siguientes:

- Variación en el espesor del recubrimiento con respecto a los establecidos, excepto losas de pasos superiores:
 - o Para espesores menores de veinte centímetros: 5 milímetros.

- Para espesores entre veinte y cuarenta centímetros: 10 milímetros.
- Para espesores mayores de cuarenta centímetros: 15 milímetros.
- Variaciones con respecto a la separación.

No se admitirán variaciones en menos para el número de redondos por metro lineal o para la cuantía de armaduras por m³ de armaduras.

4.18 CONTROL DEL HORMIGÓN

En el caso de que el suministrador de hormigón posea Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente, para la elaboración de hormigón y sus componentes cumplan lo especificado en el Pliego de Prescripciones Técnicas, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario laboratorio representante de la empresa ejecutora tomará las muestras que considere oportunas de las plantas de hormigón del adjudicatario para realizar dicho control.

La conformidad de un hormigón con lo establecido en el proyecto se comprobará durante su recepción en obra, e incluirá su comportamiento en relación a:

- La docilidad
- La resistencia
- La durabilidad

Todo el control del hormigón se efectuará conforme al Artículo 57 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

La toma de muestras se efectuará conforme a la UNE-EN 12350-1:2020, Ensayos de hormigón fresco. Parte 1: Toma de muestras y aparatos comunes, pudiendo estar presente la Dirección Facultativa, el Constructor y el Suministrador o sus representantes.

La toma de muestras se efectuará en el punto de vertido del hormigón, a la salida de éste del correspondiente elemento de transporte y entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{4}$ de la descarga.

El representante del laboratorio levantará un acta, suscrita por todos los representantes y cuyo contenido se recoge en el Anejo nº 4 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Las comprobaciones de las especificaciones para el hormigón endurecido se llevarán a cabo mediante ensayos realizados a la edad de 28 días.

Cualquier ensayo del hormigón diferente de los contemplados en este apartado, se efectuará según lo establecido en el programa de control o en el correspondiente Pliego de Prescripciones Técnicas o, en su caso, el plan de control, o de acuerdo con las indicaciones de la Dirección Facultativa y pactadas y conocidas por el suministrador.

4.18.1 Ensayos de docilidad del hormigón

La docilidad del hormigón se comprobará mediante la determinación de la consistencia del hormigón fresco por el método de asentamiento según UNE-EN 12350-2:2020, Ensayos de hormigón fresco. Parte 2: Ensayo de asentamiento.

El control de la conformidad de la docilidad del hormigón durante el suministro queda definido en el Artículo 57.5.2 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

La realización de los ensayos será conforme al Artículo 57.5.2.1 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Se considerará conforme cuando los valores obtenidos de los ensayos se encuentren Se considerará conforme cuando el asentamiento obtenido en los ensayos se encuentre dentro de los límites definidos en la tabla 57.5.2.2. del Código Estructural en estos límites:

Consistencia definida por su clase conforme a la tabla 33.5.a		
Tipo de consistencia	Tolerancia en mm	Intervalo resultante en mm
Seca (S)	±10	0 - 30
Plástica (P)		20 - 50
Blanda (B)		40 - 100
Fluida (F)		90 - 160
Líquida (L)		150 - 220

Ilustración 4. Tolerancias para la consistencia del hormigón

4.18.2 Ensayos de resistencia del hormigón

La resistencia del hormigón se comprobará mediante ensayos de resistencia a compresión efectuados sobre probetas fabricadas y curadas según UNE-EN 12390-2:2020, Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia.

La determinación de la resistencia a compresión se efectuará según UNE-EN 12390-3:2020, Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas.

Los ensayos de comprobación del hormigón serán realizados sobre probetas cilíndricas de 15 x 30 cm, de hormigón endurecido, para cada tipo de hormigón los cilindros de ensayo deberán ser fabricados por el Contratista cuando la Dirección Facultativa lo ordene.

Los ensayos de resistencia del hormigón se realizarán conforme al Artículo 57.3.2 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Los criterios de aceptación para la resistencia del hormigón serán los recogidos en el Artículo 57.5.3 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural, y el control estadístico de la resistencia del hormigón durante el suministro será acorde al Artículo 57.5.4 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Para el control de su resistencia, el hormigón de la obra se dividirá en lotes, previamente al inicio de su suministro, de acuerdo con lo indicado en la tabla 57.5.4.1 del Código Estructural, salvo excepción justificada bajo la responsabilidad de la Dirección Facultativa.

Tipo de elemento	Volumen de hormigón	Tiempo de hormigonado	N.º de elementos o dimensión	N.º de amasadas a controlar en cada lote Hormigón sin distintivo oficialmente reconocido	N.º de amasadas a controlar en cada lote Hormigón con distintivo oficialmente reconocido
Cimentaciones con elementos de volumen superior a 200 m ³	V. vertido de forma continua	1 semana	1 elemento	N ≥ V/35 N ≥ 3	N ≥ V/105 N ≥ 1
Cimentaciones superficiales con elementos de volumen inferior a 200 m ³	100 m ³	1 semana		N ≥ 3	N=1
Vigas, forjados, losas para pavimentos y otros elementos trabajando a flexión	100 m ³	2 semanas	1000 m ² de superficie construida 2 plantas (**)	N ≥ 3	N=1
Losa superior o inferior en marcos	200 m ³ V. vertido de forma continua	2 días	totalidad del elemento (losa superior o losa inferior)	N ≥ V/30 N ≥ 3	N=1
Pilares y muros portantes de edificación	100 m ³	2 semanas	500 m ² de superficie construida (*) 2 plantas (**)	N ≥ 3	N=1
Pilas y estribos de puente (con encofrado convencional)	50 m ³	1 día	1 pila / 1 estribo	N ≥ 3	N=1
Pilas de puente construidas por trepado y deslizado	100 m ³	2 días	1 pila	N ≥ V/20 N ≥ 4	N=1
Tableros de puente en general y losas in situ de tableros con elementos prefabricados y mixtos	300 m ³	1 día	1 vano 50 m de longitud	N ≥ V/20 N ≥ 4	N ≥ V/60 N ≥ 1
Tableros construidos por fases(***)	600 m ³		1 fase	N ≥ V/ 30 N ≥ 4	N ≥ V/90 N ≥ 1
Otros elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a compresión	100 m ³	2 semanas	500 m ² de superficie construida 2 plantas	N ≥ 3	N=1
Soleras de túneles	100 m ³	1 día	1 fase	N ≥ 3	N=1
Contrabóvedas de túneles	100 m ³	1 día	1 fase	N ≥ 3	N=1

(*) En el caso de que el número de amasadas necesarias para ejecutar los pilares de un lote sea igual o inferior a tres, el límite de 500 m² se podrá elevar a 1000 m².

(**) En el caso de que un lote esté constituido por elementos de dos plantas, se deberán tener resultados de ambas plantas.

(***) A los efectos de la definición de lotes, se entiende por fase aquella parte de la estructura que se hormigona de una sola vez, de acuerdo con lo previsto en el proyecto y de manera que transcurra el tiempo suficiente para que desarrolle la resistencia requerida antes de que se ejecute la siguiente fase.

Ilustración 5. Tamaño máximo de los lotes de control de la resistencia y número de amasadas a ensayar por lote (N)

El número de lotes no será inferior a 3.

La conformidad del lote en relación con la resistencia se comprobará a partir de los valores medios de los resultados obtenidos sobre dos probetas tomadas para cada una de las N amasadas controladas, de acuerdo con el Artículo 57.5.4.2 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Los criterios de aceptación o rechazo de la resistencia del hormigón quedan definidos en el Artículo 57.5.4.3 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

4.18.3 Ensayos de penetración de agua en el hormigón

La comprobación de la profundidad de penetración de agua bajo presión en el hormigón, se ensayará según UNE-EN 12390-8:2020, Ensayos de hormigón endurecido. Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión. Antes de iniciar el ensayo, se someterá a las probetas a un período de secado previo de 72 horas en una estufa de tiro forzado a una temperatura de $50\pm 5^{\circ}\text{C}$.

El Contratista deberá llevar un registro de todos los resultados de los ensayos de hormigón y deberá relacionar estos resultados a las partes de las obras o las que representan. El Contratista facilitará al Ingeniero Director el acceso inmediato a todos los registros en el momento en que éste lo solicite.

4.19 JUNTAS DE HORMIGONADO

Las juntas se construirán donde se indica en los planos o allí donde lo aprobese expresamente el Ingeniero Director.

Las juntas de construcción y dilatación se colocarán en puntos previamente estudiados coincidentes con el final de la jornada de trabajo o tajo, acabando el recubrimiento en un plano vertical. Al comenzar a hormigonar de nuevo la superficie del hormigón endurecido se preparará limpiándola con agua y aire, picándola si fuese preciso y cubriéndola luego a brocha con una capa delgada de lechada de cemento inmediatamente antes de proceder al hormigonado. A continuación, y en su parte inferior se colocará una plancha de poliestireno o similar. Una vez dejado endurecer el hormigón se procederá al sellado de la junta limpiándola mediante aire a presión y dándole una mano de pintura asfáltica.

El Contratista adoptará las precauciones necesarias para proteger las juntas durante la ejecución de las obras y reparará, a su costa, las juntas que resulten dañadas o en las que se compruebe que no proporcionan la impermeabilidad necesaria. Las juntas serán protegidas de aceites, grasas o de productos de curado del hormigón.

En las juntas indicadas en los planos o en la que lo ordene el Ingeniero Director, se colocará un elemento separador entre hormigones formado por esponja de caucho. La carga necesaria para comprimir una muestra de este material al 50% de espesor deberá estar comprendida entre 3 y 10 Kg/cm². La esponja de caucho se almacenará preferiblemente a menos de 20°C de temperatura.

4.20 PINTURAS ANTICORROSIVAS Y GALVANIZADO

Se aplicará pintura anticorrosiva a los elementos metálicos de estructuras, carpintería metálica, tuberías metálicas, piezas especiales como codos, reducciones, etc.

La protección anticorrosiva en elementos que no sean tuberías consistirá en una preparación de la superficie metálica, una capa de imprimación anticorrosiva a base de silicato de zinc con un espesor no inferior a 50 μ y una capa de pintura de esmalte.

Para la capa intermedia y de acabado se dispondrá una pintura a base de un esmalte epoxi sintético brillante con un rendimiento de 10 m²/l. La Dirección facultativa seleccionará el color a aplicar.

A las piezas procedentes de taller de calderería y tuberías de acero se les podrá exigir el proceso indicado en el epígrafe 3.3.48.

El control del granallado se realizará según norma 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. (ISO 8501-1:2007).

El control del espesor de pintura se efectuará según la norma UNE-EN-ISO 2808:2020, Pinturas y barnices. Determinación del espesor de película. (ISO 2808:2019).

También se efectuará un ensayo de adherencia de la pintura según norma UNE-EN-ISO 2409:2021, Pinturas y barnices. Ensayo de corte por enrejado. (ISO 2409:2020).

Las demás superficies se limpiarán de óxido de calamina no adherente, mediante picado y raspado de las mismas, y, si fuera preciso, mediante chorro de arena.

Todas las superficies a las cuales se les haya dado una primera capa de pintura serán cuidadosamente raspadas con cepillo.

Para eliminar el polvo y residuos producidos por el raspado con cepillo metálico, se utilizarán brochas o cepillos de material vegetal o similar, o eliminadores de aire comprimido.

En el caso en que el cepillado resulte insuficiente para la obtención de una superficie satisfactoria, podrá ser ordenado por el Ingeniero Director cualquier otro procedimiento de preparación de superficies a pintar: chorro de material abrasivo, limpieza con soplete o lámparas de soldadura, etc.

Antes de aplicar la pintura, bien en taller o en obra, se dará cuenta a la Dirección de Obra con tiempo suficiente para que ésta pueda comprobar el estado de limpieza de las chapas y de las superficies a pintar.

La aplicación de capas sucesivas se efectuará teniendo en consideración el tiempo de secado y endurecimiento de cada una de ellas, y no se dará en ninguno de los casos, una capa de pintura sobre otra que no está perfectamente seca.

No se pintará sobre una superficie húmeda, ni se aplicará pintura a la intemperie en tiempo lluvioso o brumoso.

La galvanización de los elementos que lo precisen se hará en caliente por inmersión y en continuo.

4.21 ENCOFRADOS Y MOLDES

En todo lo referente a la ejecución de encofrados y moldes, se seguirán las prescripciones recogidas en el Artículo 48.3 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

El Contratista suministrará e instalará todos los encofrados necesarios para confinar y dar forma al hormigón de acuerdo con las líneas mostradas en los planos o establecidas por el Ingeniero Director. Todos los encofrados a emplear en las obras y los procedimientos de colocación deberán ser aprobados por el Ingeniero Director. El Contratista presentará los planos de detalle y métodos de soporte, con anterioridad a su construcción. La aprobación de los encofrados por el Ingeniero Director no eximirá al Constructor de su responsabilidad con respecto a la seguridad y calidad de los encofrados.

Los encofrados deberán ser lo suficientemente robustos para soportar las cargas producidas por la colocación y vibración del hormigón. El sistema de soporte y los propios encofrados deberán permanecer, rígidamente en sus posiciones hasta que el hormigón haya endurecido suficientemente para sostenerse por sí mismo. Los encofrados deberán ser lo suficientemente herméticos para impedir pérdidas de lechada.

A menos, que se especifique lo contrario, se colocarán biseles de dos por dos centímetros en las esquinas de todos los encofrados con el fin de obtener bordes biselados en las superficies expuestas permanentemente.

En los encofrados susceptibles de movimiento durante la ejecución, como los encofrados deslizantes, la dirección Facultativa podrá exigir que el Constructor realice una prueba en obra sobre un prototipo que permita evaluar el comportamiento durante la fase de ejecución.

Los límites de tolerancia que se han impuesto para los hormigones anteriormente, no constituyen tolerancias para los propios encofrados. Dichos límites se establecen únicamente para tener en cuenta errores inadvertidos. Se prohibirá la utilización de procedimientos que, a juicio del Ingeniero Director, produzca irregularidades, aunque estos se encuentren dentro de las tolerancias admitidas.

Cuando los encofrados sean de madera deberán humedecerse previamente para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón. Las piezas de madera se dispondrán de manera que se permita su libre entumecimiento, sin peligro de que se originen esfuerzos anormales.

Cuando la luz de un elemento sobrepase los 6 m, si el sistema de encofrado lo admite, se recomienda disponer los encofrados o moldes de manera que, una vez retirados y cargada la pieza, ésta presente una ligera contraflecha (del orden de 1/1000 L).

Cuando se utilicen elementos metálicos embebidos en el hormigón para sostener los encofrados, estos deberán estar localizados a una distancia no menor de 5 cm de cualquier superficie expuesta al agua y de 2 cm en caso contrario. Los huecos que dejen los sujetadores de los encofrados a estos elementos metálicos deberán ser regulares y estar regularmente separados.

Las clases de terminación de las superficies encofradas se designan con los símbolos F1, F2, F3.

La terminación F1 se aplicará a superficies encofradas que quedarán cubiertas con material de relleno u otros hormigones. Estas superficies no requerirán ningún tipo de tratamiento después del desencofrado excepto para reparación del hormigón defectuoso y el relleno de huecos producidos al retirar los elementos de sujeción del encofrado. La corrección de irregularidades en la superficie se hará solamente para depresiones y solo para aquellas que, cuando son medidas con la regla de 1,50 m. de longitud resultan ser mayores de 25 milímetros.

La terminación F2 se aplicará a aquellas superficies encofradas en contacto con el agua. Las irregularidades, medidas con la regla de 1,50 metros no serán mayores de 20 milímetros para irregularidades graduales. Sólo se permitirán las abruptas cuando sean menores de 5 milímetros y cuando, a juicio del Ingeniero Director, estas se produzcan de una manera esporádica.

La terminación F3 se aplicará a aquellas superficies encofradas no incluidas en los casos anteriores. Las irregularidades medidas tal como se ha descrito anteriormente no serán mayores

de 5 milímetros para las irregularidades abruptas ni de 35 milímetros para las irregularidades graduales.

Limpieza de los encofrados

En el momento de la colocación de la mezcla, las superficies de los encofrados deberán estar libres de incrustaciones, de mortero, lechada o cualquier otro material extraño que pueda contaminar al hormigón o que pueda afectar al acabado de la superficie de hormigón. Antes de colocar el hormigón, las superficies de los tableros deberán cubrirse con una capa de aceite mineral o de un producto, aprobado por el Ingeniero Director, que evite la adherencia con el hormigón pero que no manche la superficie de este. Se evitará el contacto del producto con las armaduras de los hormigones o sobre estos mismos cuando vayan a estar en contacto con una nueva capa de hormigón.

El Contratista podrá utilizar los mismos encofrados si, después de cada uso, han sido reparados y limpiados de forma adecuada, a juicio del Ingeniero Director, para obtener los acabados especificados.

4.22 DESENCOFRADO, DESMOLDADO Y DESCIMBRADO

Se respetará todo lo indicado en los Artículos 53.1 y 53.2 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Los encofrados podrán retirarse parcialmente tan pronto como el hormigón haya endurecido lo suficiente para que no se produzcan daños superficiales al retirar los encofrados y haya adquirido la resistencia suficiente para sostener su propio peso y el de cualquier otra carga que pueda superponerse.

El Contratista deberá someter a la aprobación del Ingeniero Director, los lapsos de tiempo, procedimientos y secuencias para la retirada de los encofrados. Esta aprobación no exime al Contratista de la responsabilidad de reparar, a su costa, cualquier daño producido por la retirada del encofrado.

Se pondrá especial atención en retirar oportunamente todo elemento de encofrado o molde que pueda impedir el libre juego de las juntas de retracción, asiento o dilatación, así como de las articulaciones si las hay.

Se tendrá también en cuenta las condiciones ambientales (por ejemplo, heladas) y la necesidad de adoptar medidas de protección una vez que el encofrado o los moldes hayan sido retirados.

Los moldes, encofrados, apeos o cimbras se retirarán sin producir sacudidas ni choques en la estructura, recomendándose cuando los elementos sean de cierta importancia, el empleo de cuñas, cajas de arena, gatos u otros dispositivos análogos para lograr un descenso uniforme de los apoyos.

Las operaciones anteriores no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido durante y después del desencofrado, desmoldeo o descimbado.

Los plazos de desapuntado o descimbado indicados en el Artículo 53.2 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural, solamente podrán modificarse si el Constructor redacta un plan acorde con los medios materiales disponibles, debidamente justificado y estableciendo los medios de control y seguridad apropiados. Todo ello lo someterá a la aprobación de la Dirección Facultativa.

4.23 PRODUCTOS DESENCOFRANTES

Previamente a su aplicación, el Constructor facilitará a la Dirección Facultativa un certificado, firmado por persona física que refleje las características del producto desencofrante que se pretende emplear, así como sus posibles efectos sobre el hormigón.

Se aplicarán en capas continuas y uniformes sobre la superficie interna del encofrado o molde, debiéndose verter el hormigón dentro del período de tiempo en el que el producto sea efectivo según el certificado referido.

4.24 ARMADURAS

Los procesos de elaboración, armado y montaje de las armaduras pasivas se regirán por todo lo indicado en el Artículo 49 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

4.24.1 Despiece

Se prepararán unas planillas de despiece de armaduras de acuerdo con los planos de proyecto firmados por una persona física responsable del mismo en la instalación de la ferralla. Deberán reflejar la geometría y características específicas de cada una de las diferentes formas con indicación de la cantidad total de armaduras iguales a fabricar así como la identificación de los elementos a los que están asignadas.

En ningún caso las formas de despiece podrán suponer una disminución de la sección de acero.

Debe evitarse el empleo simultáneo de aceros con diferente designación.

4.24.2 Enderezado

Cuando se utilicen productos de acero suministrados en rollo, deberá procederse a su enderezado al objeto de proporcionarle una alineación recta. Para ello se emplearán máquinas fabricadas específicamente para este propósito y que cumplan lo indicado en el Artículo 49.2.2 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

La máxima variación que se produzca para la deformación bajo carga máxima deberá ser inferior al 2,5%.

La variación de altura de corruga deberá ser inferior a 0,05 mm en el caso de diámetros inferiores a 20 mm.

4.24.3 Corte

Las barras, alambres y mallas empleados para la elaboración de las armaduras se cortarán ajustándose a los planos e instrucciones del Proyecto mediante procedimientos manuales (cizalla...) o maquinaria específica de corte automático.

El proceso de corte no deberá alterar las características geométricas o mecánicas de los productos de acero empleados.

4.24.4 Doblado

Las armaduras se doblarán ajustándose a los planos del proyecto. Como norma general, esta operación se realizará a temperatura ambiente mediante dobladoras mecánicas y a velocidad constante y con la ayuda de mandriles de modo que la curvatura sea constante, no admitiéndose ninguna excepción en el caso de aceros endurecidos por deformación en frío o sometidos a tratamientos térmicos especiales. Únicamente en el caso de acero ordinario, para barras de diámetro igual o superior a veinticinco milímetros se admitirá el doblado en caliente, sin alcanzar la temperatura del rojo cerezo claro (unos ochocientos grados centígrados) y dejando enfriar lentamente las barras calentadas.

El diámetro mínimo de los mandriles a emplear se detalla en la tabla 49.3.4 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural. El control de calidad se realizará a nivel normal.

Acero	Ganchos, patillas y gancho en U (ver figura 49.5.1.1)		Barras dobladas y otras barras curvadas	
	Diámetro de la barra en mm		Diámetro de la barra en mm	
	$\varnothing < 20$	$\varnothing \geq 20$	$\varnothing \leq 25$	$\varnothing > 25$
B 400 S B400SD	4 \varnothing	7 \varnothing	10 \varnothing	12 \varnothing
B 500 S B 500 SD	4 \varnothing	7 \varnothing	12 \varnothing	14 \varnothing

Ilustración 6. Diámetro mínimo de los mandriles

4.24.5 Armado de la ferralla

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de óxido no adherente, pintura, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial. Se dispondrá de acuerdo con las indicaciones de los planos, sujetas entre si y al encofrado de manera que no puedan experimentar movimientos durante el vertido y compactación del hormigón y permitan en este envolverlas sin dejar coqueras. En cualquier caso, el atado entre la armadura principal, la secundaria y los cercos será alternativo dejando por tanto solamente uno sin atar, entre cada dos cruces consecutivos.

Se respetarán meticulosamente las indicaciones de los planos relativas a distancia entre armaduras y entre éstas y los paramentos. En los casos no especificados o dudosos, se adoptarán los valores indicados al afecto en el Artículo 49.4 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

4.24.6 Anclaje de la armadura

Los anclajes de las armaduras se ajustarán a las indicaciones de los planos. Cuando se utilicen ganchos, éstos tendrán un radio interior mínimo igual a dos veces y media el de la propia barra, en los aceros ordinarios, e igual a tres veces y media en los aceros de alta adherencia. Las patillas se doblarán con idénticos valores mínimos.

Los anclajes especificados en los planos o dudosamente definidos, se ejecutarán de acuerdo con las indicaciones contenidas en el Artículo 49.5 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

4.24.7 Empalme de armaduras

Los empalmes entre barras deben diseñarse de manera que la transmisión de fuerzas de una barra a la siguiente quede asegurada sin que se produzcan desconchados o cualquier otro tipo de daño en el hormigón próximo a la zona de empalme.

En la medida de lo posible se evitarán los empalmes de barras. Si son necesarios, deberán indicarse en los planos de obra su posición y la forma en que deben ser ejecutados, sometiendo todo ello a la aprobación del Ingeniero Director.

Como norma general, los empalmes de las distintas barras de una pieza se distanciarán unos de otros de tal modo que sus centros queden separados en la dirección de las armaduras, una longitud igual a mayor a l_b . La determinación de esta longitud queda explicada en el Artículo 49.5.2 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Los empalmes se realizarán por solape o por soldadura y se procurará que los empalmes queden alejados de las zonas en las que la armadura trabaje a su máxima carga.

4.25 ACABADOS DE SUPERFICIES

Será de aplicación todo lo prescrito en el Artículo 53.3 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

4.25.1 Requisitos Generales

Tan pronto como se retiren los encofrados, todas las zonas defectuosas serán sometidas al visado Ingeniero o Director de obra, prohibiéndose taparlas antes de este requisito.

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

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

En general para el recubrimiento o relleno de las cabezas de anclaje, orificios, entalladuras, cajetines, etc, que deba efectuarse una vez terminadas las piezas, se utilizarán morteros fabricados con masas análogas a las empleadas en el hormigonado de dichas piezas, pero

retirando de ellas los áridos de tamaño superior a 4 mm. Todas las superficies de mortero se acabarán de forma adecuada.

Los bordes de los cortes serán perpendiculares a la superficie del hormigón. Todas las zonas a resanar y como mínimo 15 cm de la superficie circundante se saturarán de agua antes de colocar el mortero. El mortero se mezclará, aproximadamente una hora antes de su vertido y se mezclará ocasionalmente, durante ese tiempo, a paleta sin añadir agua. Se compactará "In situ" y se enrasará hasta que quede ligeramente sobre la superficie circundante. El resanado en superficies vistas se acabará de acuerdo con las superficies adyacentes después que haya fraguado durante una hora como mínimo. Los resonados se curarán en la forma indicada para el hormigón. Los agujeros que se prolonguen a través del hormigón se rellenarán por medio de una pistola de inyección o por otro sistema adecuado desde la cara no vista. El exceso de mortero en la cara vista se quitará con un paño.

4.25.2 **Acabado Normal**

Todas las superficies del hormigón vistas llevarán un acabado Normal, excepto cuando se exija en los planos o en el Pliego de Condiciones un acabado especial.

- Superficies contra los encofrados: Además del resanado de las zonas defectuosas y relleno de los orificios de las barras, se eliminarán cuidadosamente todas las rebabas y otras protuberancias, nivelando todas las irregularidades.
- Superficies no apoyadas en los encofrados: El acabado de las superficies, excepto cuando se especifique de distinta manera, será fratasado con fratás de madera hasta obtener superficies lisas y uniformes.

4.25.3 **Acabados Especiales**

Se darán acabados especiales a las superficies vistas de hormigón solamente cuando así lo exijan los planos del proyecto. Para acabado especialmente liso, se construirá, de acuerdo con los requisitos establecidos a tal fin, una sección de la parte no vista de la estructura, según se especifica. Si el acabado de esta sección se ajusta al acabado especificado, dicha sección se usará como panel de muestra; en otro caso, se construirán otras secciones hasta obtener el acabado especificado.

Acabado frotado (apomazado): Siempre que sea posible, se retirarán los encofrados antes que el hormigón haya llegado al fraguado duro, prestando la debida consideración a la seguridad de la estructura. Inmediatamente después de retirados los encofrados, la superficie se humedecerá totalmente con agua, frotándola con carborundo u otro abrasivo, hasta obtener un acabado continuo, liso y de aspecto uniforme. A la terminación de esta operación la superficie se lavará perfectamente con agua limpia.

4.25.4 Curado

Todos los acabados de pisos se curarán al agua durante siete días como mínimo, con esterillas saturadas, arpilleras u otros recubrimientos aprobados empapados en agua. Los acabados finales especiales se curarán cubriéndolos con un tipo aprobado de membrana impermeable que no manche, con una resistencia suficiente para soportar el desgaste o efecto abrasivo.

La membrana se extenderá con juntas estancadas al aire y se mantendrá colocada. Todo el curado se comenzará tan pronto como sea posible una vez acabada la superficie. Puede usarse recubrimiento de membrana en lugar del curado por agua para el curado de otros acabados de pisos que no estén expuestos a la acción directa de los rayos solares.

4.25.5 Limpieza

A la terminación del trabajo todos los pisos acabados de hormigón se limpiarán como sigue: después de barrerlos con una escoba corriente, para quitar toda la suciedad suelta, el acabado se baldeará con agua limpia.

4.26 ALBAÑILERÍA

4.26.1 Muros de ladrillo

En lo referente a este apartado, se tendrá en cuenta lo especificado en el CTE-DB-SE-F (Documento Básico seguridad Estructural. Fábricas del Código Técnico de la Edificación).

Las Normas MV 201-1972, NTE-FFL, NTE-EFL, Capítulo III PG3, podrán servir únicamente como orientación para lo que no esté recogido en el Código Técnico de la Edificación.

La ejecución de muros de ladrillo respetará todo lo especificado en el apartado 7 del CTE- DB-SE-F (Documento Básico seguridad Estructural. Fábricas del Código Técnico de la Edificación)..

Las piezas, fundamentalmente las de cerámica, se humedecerán antes de su empleo en la ejecución de la fábrica, bien por aspersión, bien por inmersión, durante unos minutos. La cantidad de agua embebida en la pieza debe ser la necesaria para que no varíe la consistencia del mortero al ponerlo en contacto con la misma, sin succionar agua de amasado ni incorporarla.

Las piezas se colocarán siempre a restregón, sobre una tortada de mortero, hasta que el mortero rebose por la llaga y el tendel. No se moverá ninguna pieza después de efectuada la operación de restregón. Si fuera necesario corregir la posición de una pieza, se quitará, retirando también el mortero.

Los morteros para fábricas pueden ser ordinarios, de junta delgada o ligeros. El mortero de junta delgada se puede emplear cuando las piezas sean rectificadas o moldeadas y permitan construir el muro con tendeles de espesor entre 1 y 3 mm.

Los morteros ordinarios pueden especificarse por:

- a) Resistencia: se designan por la letra M seguida de la resistencia a compresión en N/mm^2 .
- b) Dosificación en volumen: se designan por la proporción, en volumen, de los componentes fundamentales (por ejemplo 1:1:5 cemento, cal y arena) La elaboración incluirá las adiciones, aditivos y cantidad de agua, con los que se supone que se obtiene el valor de f_m supuesto.

El mortero ordinario para fábricas convencionales no será inferior a M1. El mortero ordinario para fábrica armada o pretensada, los morteros de junta delgada y los morteros ligeros, no serán inferiores a M5. En cualquier caso, para evitar roturas frágiles de los muros, la resistencia a la compresión del mortero no debe ser superior al 0,75 de la resistencia normalizada de las piezas.

El mortero deberá llenar totalmente las juntas. Si después de restregar el ladrillo, no quedara alguna junta totalmente llena, se añadirá el mortero necesario y se apretará con la paleta. En las fábricas de cara vista las juntas horizontales serán rejuntadas o llagadas con un espesor mínimo de uno con cinco centímetros (1,5 cm.); los tendeles o juntas verticales se realizarán a hueso. En los sardineles las juntas serán rejuntadas o llagadas en ambas caras vistas.

Una llaga se considera llena si el mortero maciza el grueso total de la pieza en al menos el 40% de su tizón; se considera hueca en caso contrario. El mortero debe llenar totalmente las juntas de tendel (salvo caso tendel hueco) y llagas, en función del tipo de pieza utilizado. Cuando se

especifique la utilización de juntas delgadas, las piezas se asentarán cuidadosamente para que las juntas mantengan el espesor establecido de manera uniforme. El llagueado en su caso, se realizará mientras el mortero esté fresco.

Sin autorización expresa, en muros de espesor menor que 200 mm, las juntas no se rehundirán en una profundidad mayor que 5 mm. De procederse al rejuntado, el mortero tendrá las mismas propiedades que el de asentar las piezas. Antes del rejuntado, se cepillará el material suelto, y si es necesario, se humedecerá la fábrica. Cuando se rasque la junta se tendrá cuidado en dejar la distancia suficiente entre cualquier hueco interior y la cara del mortero.

Las fábricas deben levantarse por hiladas horizontales en toda la extensión de la obra, siempre que sea posible. Cuando dos partes de una fábrica hayan de levantarse en épocas distintas, la que se ejecute primero se dejará escalonada. Si esto no fuera posible, se dejará formando alternativamente entrantes, adarajas y salientes, endejas.

En las hiladas consecutivas de un muro, las piezas se solaparán para que el muro se comporte como un elemento estructural único. El solape será al menos igual a 0,4 veces el grueso de la pieza y no menor que 40 mm. En las esquinas o encuentros, el solapo de las piezas no será menor que su tizón; en el resto del muro, pueden emplearse piezas cortadas para conseguir el solape preciso.

No se levantará obra de albañilería cuando la temperatura atmosférica sea inferior a 7° C, a no ser que tienda a ascender, y en ningún caso se erigirá dicha obra cuando la temperatura sea inferior a 5° C. En tiempo caluroso será necesario un rociado frecuente para evitar que el mortero se seque excesivamente por la evaporación del agua. Cuando por un motivo cualquiera haya que interrumpir el trabajo en un muro de fábrica de ladrillo, se dejarán hiladas en forma irregular para asegurar una trabazón perfecta cuando se reanude el trabajo. Asimismo, antes de reanudar éste, se depositará sobre la obra ya construida un mortero fluido, para asegurar el perfecto relleno de las juntas. Las intersecciones de muros se construirán con especial cuidado, alternando las hiladas con el fin de asegurar con un perfecto arriostramiento de los mismos.

El Subcontratista de esta Sección instalará los cargaderos sobre la parte superior de los vanos de los muros, de conformidad con los planos de detalle. Todos los muros estarán aplomados. La última hilada de unión con la viga de estructura se terminará una vez se haya fraguado el mortero y el muro haya hecho su asiento. Se rematará con pasta de yeso negro la unión entre muro y estructura.

Los muros de ladrillo de cara vista tendrán aparejo flamenco, de ladrillos alternados a soga y tizón en muros de un pie o una asta, y a soga en los de medio pie o media asta.

4.26.2 Juntas

Se dispondrán juntas de movimiento para permitir dilataciones térmicas y por humedad, fluencia y retracción, las deformaciones por flexión y los efectos de las tensiones internas producidas por cargas verticales o laterales, sin que la fábrica sufra daños, teniendo en cuenta, para las fábricas sustentadas, las distancias indicadas en la tabla 2.1 del CTE-DB-SE-F. Dichas distancias corresponden a edificios de planta rectangular o concentrada. Si la planta tiene forma asimétrica, con alas en forma de L, U, etc., cuyas longitudes sean mayores que la mitad de las indicadas, se dispondrán juntas en las proximidades de los puntos de encuentro de las mismas. Siempre que sea posible la junta se proyectará con solape.

Tabla 63. Tabla 2.1. del CTE-DB-SE-F

Tipo de fábrica		Distancia entre las juntas (m)	
de piedra natural		30	
de piezas de hormigón celular en autoclave		22	
de piezas de hormigón ordinario		20	
de piedra artificial		20	
de piezas de árido ligero (excepto piedra pómez o arcilla expandida)		20	
de piezas de hormigón ligerode piedra pómez o arcilla expandida		15	
de ladrillo cerámico ⁽¹⁾	Retracción final (mm/m)	Expansión final por humedad (mm/m)	
	≤ 0,15	≤ 0,15	30
	≤ 0,20	≤ 0,30	20
	≤ 0,20	≤ 0,50	15
	≤ 0,20	≤ 0,75	12
	≤ 0,20	≤ 1,00	8

⁽¹⁾ Puede interpolarse linealmente

De no indicarse de otro modo en los planos o en el Pliego de Condiciones, las juntas horizontales de mortero serán de tipo protegido contra la intemperie y aproximadamente de 0,8 cm. de anchura; las juntas de mortero verticales tendrán un ancho de 0,5 cm. Las juntas se rehundirán comprimiendo el mortero dentro de ellas y no iniciándose esta operación hasta que el mortero haya empezado a fraguar. Los ladrillos que hayan de recibir enlucido u otro recubrimiento tendrán juntas horizontales rehundidas a un centímetro de profundidad aproximadamente en el ladrillo superior, e irán enrasadas a paramento en el ladrillo inferior. Se enrasarán las juntas verticales.

4.26.3 **Bloque de hormigón**

Para la construcción de muros de fábrica de bloques de hormigón, se tendrá en cuenta todo lo especificado en el CTE-DB-SE-F (Documento Básico seguridad Estructural. Fábricas del Código Técnico de la Edificación).

Para los aspectos no recogidos en el Código Técnico de la edificación se podrán consultar a modo únicamente orientativo las Normas NTE-FFB y NTE-EFB.

Los muros fabricados con bloques se aparejarán a soga, siempre que la anchura de las piezas corresponda a la del muro, aunque en casos especiales puedan aparejarse a tizón.

Los bloques se colocarán de modo que las hiladas queden perfectamente horizontales y bien aplomadas, teniendo en todos los puntos el mismo espesor. Cada bloque de una hilada cubrirá al de la hilada inferior, al menos en doce con cinco centímetros (12,5 cm). Los bloques se ajustarán mientras el mortero permanezca blando, para asegurar una buena unión del bloque con el mortero y evitar que se produzcan grietas.

Si así se indicara en el título del correspondiente precio, o si resultase necesario, a juicio de la Inspección de obra, los bloques huecos se rellenarán con hormigón utilizando las propias piezas como encofrados. La cuantía de las armaduras a colocar, será la indicada en los planos del Proyecto, o en su caso, la que la Inspección de la obra determinase.

Los bloques no se partirán para los ajustes de la fábrica a las longitudes de los muros, sino que deberán utilizarse piezas especiales para este cometido.

Salvo que el título del precio correspondiente indicase otra cosa, los morteros a utilizar serán del tipo M-40. No obstante, la Inspección Facultativa podrá introducir modificaciones en la dosificación del mortero sin que ello suponga, en ningún caso, variación en el precio de la unidad de obra.

4.26.4 **Protección**

Las superficies de fábrica en las que no se está trabajando, se protegerán adecuadamente y en todo momento durante las operaciones en construcción. Cuando amenace lluvia y haya de suspender el trabajo, la parte superior de los muros de fábrica que quede al descubierto se protegerá con una fuerte membrana impermeable, bien sujeta para prevenir el posible arrastre por el viento.

4.27 ENFOSCADOS

4.27.1 Condiciones previas

Deberá estar terminado el soporte a revestir, cuya superficie se presentará limpia y rugosa, carente de polvo, grasa o cuerpos extraños. Las juntas estarán rehundidas y se habrán eliminado las rebabas del mortero empleado para recibir las piezas de las fábricas.

Para mejorar la adherencia de los enfoscados a superficies lisas es necesario crear, previamente, rugosidades en ellas mediante picado o, alternativamente, mediante clavado de tela metálica.

Los soportes y vigas metálicas que hayan de ir enfoscadas, se forrarán previamente con piezas cerámicas o de hormigón, según las especificaciones de obra o, en su defecto, en la normativa aplicable.

La superficie a enfoscar carecerá de guarnecidos o revestimientos previos de yeso; tampoco estará realizada con materiales de resistencia análoga o inferior al yeso.

4.27.2 Ejecución

Antes de la ejecución del enfoscado se comprobará que:

- Las superficies a revestir no se verán afectadas, antes del fraguado del mortero, por la acción lesiva de agentes atmosféricos de cualquier índole o por las propias obras que se ejecutan simultáneamente.
- Los elementos fijos como rejas, ganchos, cercos, etc. han sido recibidos previamente cuando el enfoscado ha de quedar visto.
- Se han reparado los desperfectos que pudiera tener el soporte y este se halla fraguado cuando se trate de mortero u hormigón.

Durante la ejecución:

- Se amasará la cantidad de mortero que se estime puede aplicarse en óptimas condiciones antes de que se inicie el fraguado; no se admitirá la adición de agua una vez amasado.
- Antes de aplicar mortero sobre el soporte, se humedecerá ligeramente este a fin de que no absorba agua necesaria para el fraguado.

- En los enfoscados exteriores vistos, maestreados o no, y para evitar agrietamientos irregulares, será necesario hacer un despiezado del revestimiento en recuadros de lado no mayor de 3 metros, mediante llagas de 5 mm de profundidad.
- En los encuentros o diedros formados entre un paramento vertical y un techo, se enfoscará éste en primer lugar.
- Cuando el espesor del enfoscado sea superior a 15 mm se realizará por capas sucesivas sin que ninguna de ellas supere este espesor.
- Se reforzarán, con tela metálica o malla de fibra de vidrio indesmallable y resistente a la alcalinidad del cemento, los encuentros entre materiales distintos, particularmente, entre elementos estructurales y cerramientos o particiones, susceptibles de producir fisuras en el enfoscado; dicha tela se colocará tensa y fijada al soporte con solape mínimo de 10 cm. a ambos lados de la línea de discontinuidad.
- En tiempo de heladas, cuando no quede garantizada la protección de las superficies, se suspenderá la ejecución; se comprobará, al reanudar los trabajos, el estado de aquellas superficies que hubiesen sido revestidas.
- En tiempo lluvioso se suspenderán los trabajos cuando el paramento no esté protegido y las zonas aplicadas se protegerán con lonas o plásticos.
- En tiempo extremadamente seco y caluroso y/o en superficies muy expuestas al sol y/o a vientos muy secos y cálidos, se suspenderá la ejecución.

Después de la ejecución:

- Transcurridas 24 horas desde la aplicación del mortero, se mantendrá húmeda la superficie enfoscada hasta que el mortero haya fraguado.
- No se fijarán elementos en el enfoscado hasta que haya fraguado totalmente y no antes de 7 días.

Ejecución de enfoscado maestreado en paredes y/o techos:

En las paredes se dispondrán maestras verticales formadas por bandas de mortero aplomadas, con separación entre ellas no superior a 1 metro y formando arista en las esquinas, rincones y guarniciones de huecos. En los techos, por su parte, se realizará un maestreado en todo el perímetro del techo y se situarán maestras intermedias con separación máxima de 1 metro.

Una vez humedecida la superficie a revestir, se aplicará el mortero, mediante proyección manual o mecánica, sobre los paños entre maestras y se pañeará de forma que se introduzca en las irregularidades del soporte y quede lo más adherido posible. La superficie enfoscada no poseerá defectos de planeidad superiores a 3 mm medidos con regla de 1 metro.

Antes del fraguado final, el enfoscado admite un acabado rugoso, fratasado (planeidad conseguida con fratás mojado en agua) o bruñido (aplicación de pasta de cemento con llana), según sea la ubicación del elemento revestido y/o el tratamiento posterior que se le pretenda aplicar.

En los bordes de techos horizontales exteriores se practicará un goterón perimetral, mediante rehundido de 1x1 cm en el enfoscado, a fin de evitar que el agua de lluvia o riego recorra libremente y humedezca todo el techo.

Control de la ejecución:

En los enfoscados sobre paramentos verticales, maestreados o no, se realizará un control del estado del soporte, la calidad y tipo de mortero, así como las condiciones finales del revestimiento, llevándose a cabo un control por cada 100 m² o fracción.

En los paramentos horizontales se realizará un control de los mismos aspectos inspeccionados en las paredes, llevándose a cabo un control por cada 50 m² o fracción.

Los parámetros de rechazo automático serán:

- La superficie a revestir no está limpia y/o humedecida.
- No se ha colocado, en su caso, banda metálica en la línea de discontinuidad del soporte, o no fijada correctamente, y/o el solape es inferior a 10 cm. por cada lado.
- La dosificación, calidad de la arena y/o el tipo de mortero no se ajusta a lo especificado.
- Comprobando con regla de 1 m. se aprecia un defecto de planeidad superior a 5 mm en los enfoscados sin maestrear y de 3 mm en los maestreados.
- En enfoscados maestreados la distancia entre maestras es superior a 1 m y/o no se han puesto maestras en esquinas, rincones, perímetro de techos, guarniciones de huecos.

4.28 TUBERÍAS

4.28.1 Generalidades

Para la recepción e instalación de las tuberías se tendrán en cuenta las especificaciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de Abastecimiento y en particular las especificaciones siguientes:

4.28.1.1 Colocación

Antes de bajar los tubos a la zanja se examinarán estos y se apartarán los que presenten deterioro; se bajarán al fondo de la zanja con precauciones y sin golpes bruscos empleando los elementos adecuados según su peso y longitud.

Una vez los tubos en el fondo de la zanja se examinarán éstos para cerciorarse de que su interior está libre de tierra, piedra, útiles de trabajo, prendas de vestir, etc., y se realizará su centrado y perfecta alineación, conseguido lo cual se procederá a calzarlos sobre el lecho de arena o con hormigón en masa de acuerdo como indican los planos correspondientes.

En el caso de zanjas con inclinaciones elevadas (> 10%) la tubería se colocará en sentido ascendente.

Cuando se interrumpa la colocación de tubería se taponarán los extremos libres para impedir la entrada de cuerpos extraños, procediendo a examinar con todo cuidado el interior de la tubería al reanudar el trabajo.

Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua, agotando con bombas o dejando desagües en la excavación en caso necesario.

Finalmente se procederá a realizar las pruebas imprescindibles para su completa estanqueidad antes de cubrir las zanjas.

4.28.1.2 Pruebas de presión de las tuberías una vez instaladas en obra

La prueba de la tubería instalada recomendada se realizará conforme a la norma UNE-EN 805:2000, Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes, la cual se describe a continuación.

A medida que avance el montaje de la tubería ésta debe ser probada por tramos, con la longitud fijada por la Dirección de Obra (en función del avance de la obra y de los condicionantes externos), los cuales deben ser de iguales características (materiales, diámetros, espesores, etc.). Los extremos del tramo en prueba deben cerrarse convenientemente con piezas adecuadas, las cuales han de apuntalarse para evitar deslizamientos de las mismas o fugas de agua, y que deben ser, cuando así se requiera, fácilmente desmontables para poder continuar la colocación de la tubería.

Las longitudes de estos tramos dependen, como se ha indicado, de las características particulares de cada uno de ellos, debiendo seleccionarse de modo que:

- La presión de prueba pueda aplicarse al punto más bajo de cada tramo en prueba siempre que pueda aplicarse una presión de al menos igual a MDP en el punto más alto de cada uno de ellos.
- Pueda suministrarse y evacuarse sin dificultad la cantidad de agua necesaria para la prueba.
- La diferencia de presión entre el punto de rasante más baja y más alta no exceda del 10% de STP.
- En la medida de lo posible, sus extremos coincidan con válvulas de paso de la tubería (o incluso finales de línea en los ramales)

Con todo ello, unas longitudes razonables para los tramos pueden oscilar entre 500 y 1.000 ó incluso 2.000 metros.

La presión de prueba (STP) se calcula a partir de MDP, de forma que, dependiendo de que el golpe de ariete se haya calculado en detalle, o únicamente se haya estimado, el valor de STP será (todos los valores en N/mm²):

- Golpe de ariete calculado en detalle:

$$STP = MDP + 0,1$$

- Golpe de ariete estimado: El menor valor de:

$$STP = MDP + 0,5$$

$$STP = 1,5 MDP$$

Antes de empezar la prueba deben estar colocados en su posición definitiva todos los tubos, las piezas especiales, las válvulas y demás elementos de la tubería, debiendo comprobarse que las

válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas y que las piezas especiales están ancladas y las obras de fábricas con la resistencia debida.

Cuando la tubería se disponga enterrada, la zanja debe estar parcialmente rellena, dejando las uniones descubiertas. Asimismo, debe comprobarse que el interior de la conducción está libre de escombros, raíces o de cualquier otra materia extraña.

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso debe estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Irá colocada en el punto más bajo de la tubería que se vaya a ensayar y debe estar provista, al menos, de un manómetro, el cual debe tener una precisión no inferior de 0,02 N/mm². La medición del volumen de agua, por su parte, debe realizarse con una precisión no menor de 1 litro.

En cualquier caso, pero especialmente en los de altas presiones, durante la realización de la prueba de la tubería instalada, deben tomarse las medidas de seguridad necesarias para que en caso de fallo de la tubería no se produzcan daños a las personas y que los materiales sean los mínimos posibles. A estos efectos debe ponerse en conocimiento del personal que pudiera ser afectado que se está realizando una prueba, no debiendo permitirse el acceso al tramo que se esté ensayando, ni trabajar en tajos cercanos. En este sentido, los manómetros deben ser colocados de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

De acuerdo con todo lo anterior, la prueba, que es única, consta, en general, de las dos etapas siguientes: etapa preliminar y etapa principal.

4.28.1.2.1 *Etapla preliminar*

Se comienza por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba. Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo en prueba, para así facilitar la salida del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se debería hacer aún más lentamente, para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto es conveniente colocar un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado de la forma debida. La tubería, una vez llena de agua, se debe mantener en esta situación al menos 24 horas.

El objeto de esta etapa preliminar es que la tubería se estabilice, alcanzando un estado similar al de servicio, a fin de que durante la posterior etapa principal los fenómenos de adaptación de la tubería, propios de una primera puesta en carga, no sean significativos en los resultados de la

prueba. Como fenómenos de adaptación más característicos de una primera puesta en carga, pueden destacarse los siguientes:

- Movimientos de recolocación en uniones, piezas especiales, anclajes, válvulas y demás elementos.
- Expulsión del aire de los huecos y alojamientos en las uniones y en general en toda la tubería.
- Deformación de los tubos, particularmente en el caso de que éstos sean flexibles.

La recomendación de mantener llena de agua la tubería 24 horas, es particularmente importante en el caso de las tuberías que puedan absorber cierta cantidad de agua, como son las de hormigón, aunque no es de aplicación al caso que nos ocupa.

A continuación, se aumenta la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar un valor comprendido entre STP y MDP, es decir presión de prueba y presión máxima de diseño, respectivamente, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm² por minuto.

Esta presión debe mantenerse entre dichos límites durante una hora para lograr los objetivos de esta etapa preliminar, para lo cual, si es necesario, habrá que suministrar, bombeando, cantidades adicionales de agua.

Durante este período de tiempo no debe haber pérdidas apreciables de agua, ni movimientos aparentes de la tubería. Caso contrario, debería de procederse a la despresurización de la misma, a la reparación de los fallos que haya lugar y a la repetición del ensayo.

A continuación, se eleva la presión en la tubería hasta alcanzar de nuevo el valor de STP suministrando para ello cantidades adicionales de agua y midiendo el volumen final suministrado, debiendo ser éste inferior al valor dado por la expresión siguiente:

$$\Delta V_{\max} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta p \cdot \left[\frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \cdot E} \right]$$

ΔV_{\max} : pérdida admisible, en litros

V: volumen del tramo de tubería en prueba, en litros

Δp : caída admisible de presión durante la prueba, en N/mm², cuyos valores son:

* 0,02 N/mm² tubos de fundición, acero, hormigón con camisa de chapa, PVC y PE

* 0,04 N/mm² tubos de hormigón sin camisa de chapa

E_w : módulo de compresibilidad del agua, en N/mm²

E : módulo de elasticidad del material del tubo, en N/mm²

ID : diámetro interior del tubo, en mm

e : espesor nominal del tubo, en mm

1,2 factor de corrección que, entre otros aspectos, tiene en cuenta el efecto del aire residual existente en la tubería

El módulo de compresibilidad del agua (E_w) y unos valores razonables para los valores del módulo de elasticidad del material de la tubería (E) son los siguientes:

E_w : $2,1 \times 10^3$ N/mm²

Tabla 64. Valores del módulo de elasticidad del material de la tubería (E)

Fundición: $1,70 \times 10^5$ N/mm ²
Acero: $2,10 \times 10^5$ N/mm ²
Hormigón: $2,00 \times 10^4$ N/mm ² - $4,00 \times 10^4$ N/mm ²
PVC: 3.600 N/mm ² (corto plazo); 1.750 (largo plazo)
PE: 1.000 N/mm ² (corto plazo); 150 (largo plazo)

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 (reparando 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, se puede realizarse un ensayo complementario de purga que aclare tal circunstancia, conforme a la metodología recogida en la norma UNE EN 805:2000, Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes.

4.28.1.2.2 *Etapa principal de puesta en carga*

Una vez superada la etapa preliminar, la presión hidráulica interior se aumenta de nuevo de forma constante y gradual hasta alcanzar el valor de STP, presión de prueba, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm² por minuto. Una vez alcanzado dicho valor, se desconecta el sistema de bombeo, no admitiéndose la entrada de agua durante, al menos, una hora. Al final de este período al medir mediante manómetro el descenso de presión habido durante dicho intervalo, éste debe ser inferior a los siguientes valores:

- 0,02 N/mm² para tubos de fundición, acero, hormigón con camisa de chapa, PVC, PRFV y PE, en su caso
- 0,04 N/mm² para tubos de hormigón sin camisa de chapa

4.29 PIEZAS ESPECIALES

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 abolladuras y otros desperfectos producidos durante el montaje y colocación en obra darán lugar a que la pieza afectada sea sustituida por una nueva por cuenta del Contratista, siguiendo las instrucciones en cada caso del directo de obra. Los defectos en recubrimientos deberán ser subsanados en taller, realizando de nuevo el proceso completo.

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.

En el presente proyecto, las tuberías de PEAD pueden ser del propio material o de calderería. n las tuberías de PVC, las piezas especiales serán de calderería.

Las tuberías de acero llevarán sus piezas especiales en calderería.

Las piezas de calderería tendrán unas dimensiones tales que puedan conectar perfectamente con las tuberías que les correspondan.

4.30 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.

4.31 APARATOS DE MEDIDA Y CONTROL

Los caudalímetros se instalarán en aquellos puntos indicados en los planos o que el Ingeniero Director requiera.

Para su puesta en obra se suministrarán los manuales de instalación, instrucciones y de operación. Los manuales citados deberán quedar a disposición de las personas responsables de mantenimiento y control.

Los sensores se montarán siguiendo las instrucciones del fabricante, en un tramo de tubería horizontal. Guardará una distancia mínima de $10 \times D_i$ aguas arriba del sensor y de $5 \times D_i$ aguas abajo del sensor, respecto de cualquier perturbación como, por ejemplo, válvulas de corte, cambios de dirección de tubería, etc., siendo D_i el diámetro interior de la tubería en la que se coloca el caudalímetro o según disponga el director de proyecto.

La presión de prueba será al menos 1,5 veces la presión nominal.

4.32 FILTROS

La instalación de los filtros la realizará la empresa suministradora de acuerdo con la constructora. A tal fin esta prepara los colectores donde deba ir el filtro de acuerdo con las instrucciones de aquel. En cualquier caso se ejecutarán de acuerdo con lo anunciado por la experiencia como reglas de buena construcción y las indicaciones que sobre el particular señale el Ingeniero Director.

4.33 TELECONTROL

La instalación del telecontrol la realizará la empresa suministradora de acuerdo con la constructora. A tal fin se prepararán los espacios en las casetas de agrupación donde deban ir las remotas y demás unidades necesarias. En cualquier caso, se ejecutarán de acuerdo con lo anunciado por la experiencia como reglas de buena construcción y las indicaciones que sobre el particular señale el Ingeniero Director.

4.34 MONITORIZACIÓN

La instalación de monitorización la realizará la empresa suministradora de acuerdo con la constructora. A tal fin se prepararán los espacios donde deban ir los cuadros, sensores, terminales y demás unidades necesarias. En cualquier caso, se ejecutarán de acuerdo con lo anunciado por la experiencia como reglas de buena construcción y las indicaciones que sobre el particular señale el Ingeniero Director.

4.35 PERFORACIONES HORIZONTALES

Antes de comenzar la ejecución de la perforación, se exigirá al Contratista 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 y las condiciones del terreno.

El adjudicatario notificará, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier implantación/perforación, a fin de que se puedan efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado y establecer los condicionantes de trabajo necesarios. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización de la dirección facultativa.

Se iniciarán las obras de excavación ajustándose a las alineaciones, pendientes y dimensiones que ordene la dirección facultativa.

Se eliminarán los elementos que puedan entorpecer los trabajos de ejecución de la partida. A la vez que avanza la cabeza, se irán retirando hacia el exterior los materiales excavados. La dirección de la hinca se controlará de forma continua, mediante un láser situado en el pozo de ataque, que incide sobre un retículo situado en la cabeza de avance.

En caso de imprevistos (terrenos inundados, olores de gas, restos de construcciones, etc.) se suspenderán los trabajos de manera inmediata.

La empresa adjudicataria será responsable de aquellos daños que se causen en la obra como consecuencia de la instalación de la tubería, así como a terceras personas.

4.36 GESTIÓN DE RESIDUOS

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por la Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

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 por la entidad autonómica competente.

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 de ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos. En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

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 y el número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. 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 presta 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 de la Consejería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería 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 (resto de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.

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.

4.37 UNIDADES NO INCLUIDAS EN EL PRESENTE PLIEGO

Las unidades de obra que no se han incluido en el presente Pliego de Condiciones, se ejecutarán de acuerdo con lo sancionado por la costumbre como reglas de buena construcción y las indicaciones que sobre el particular señale el Ingeniero Director.

4.38 ARQUEOLOGÍA

La liberación del suelo de cargas arqueológicas para la ejecución del proyecto tiene una serie de pautas que comienzan mandando a Cultura un proyecto de obra. Cultura evaluará el posible impacto de la misma en los restos, tanto documentados como ocultos en el subsuelo. A continuación, emitirá un primer informe de actuación (nada, prospección, sondeos o seguimiento) comenzando así los tramites arqueológicos.

A continuación, se describen las diferentes actuaciones que Patrimonio podrá solicitar antes/durante la ejecución del proyecto de obra.

- **Prospección arqueológica:**

- Se presentará un proyecto en Patrimonio con la descripción de la actuación arqueológica a realizar, en este punto se recogerá la carta de adjudicación de obra al arqueólogo correspondiente.
- Patrimonio emitirá un Permiso de Actuación.
- Se realizará la prospección por parte de un arqueólogo cualificado y no antes.
- Se redactará un Informe de Prospección con los resultados y conclusiones, registrando el Informe en Patrimonio.
- Patrimonio emitirá una Resolución/Informe en el que determina las siguientes actuaciones a realizar.

- **Sondeos arqueológicos:**

- Se presentará un proyecto en Patrimonio con la descripción de la actuación arqueológica a realizar, en este punto se recogerá la carta de adjudicación de obra al arqueólogo correspondiente.
- Patrimonio emitirá un Permiso de Actuación.
- Se realizarán los sondeos por parte de un arqueólogo cualificado y no antes.
- Se redactará un Informe de Sondeos con los resultados y conclusiones, registrando el Informe en Patrimonio.
- Patrimonio emitirá una Resolución/Informe en el que determina las siguientes actuaciones a realizar.

- **Raspado Arqueológico:**

- Se presentará un proyecto en Patrimonio con la descripción de la actuación arqueológica a realizar, en este punto se recogerá la carta de adjudicación de obra al arqueólogo correspondiente.
- Patrimonio emitirá un Permiso de Actuación.
- Se realizará el raspado por parte de un arqueólogo cualificado y no antes.
- Se redactará un Informe de Raspado con los resultados y conclusiones, registrando el Informe en Patrimonio.
- Patrimonio emitirá una Resolución/Informe en el que determina las siguientes actuaciones a realizar.

- **Seguimiento arqueológico:**

- Se presentará un proyecto en Patrimonio con la descripción de la actuación arqueológica a realizar, en este punto se recogerá la carta de adjudicación de obra al arqueólogo correspondiente.
- Patrimonio emitirá un Permiso de Actuación.
- Se realizará el seguimiento por parte de un arqueólogo cualificado y no antes.
- Se presentarán a la dirección Informes Mensuales de Seguimiento documentando las labores realizadas por el arqueólogo cada mes.
- Se redactará un Informe de Seguimiento Final con los resultados y conclusiones, registrando el Informe en Patrimonio.
- Patrimonio emitirá una Resolución/Informe en el que determina las siguientes

actuaciones a realizar.

- **Excavación Arqueológica:**

- Se presentará un proyecto en Patrimonio con la descripción de la actuación arqueológica a realizar, en este punto se recogerá la carta de adjudicación de obra al arqueólogo correspondiente.
- Patrimonio emitirá un Permiso de Actuación.
- Se realizará la excavación por parte de un arqueólogo cualificado y no antes.
- Se redactará un Informe de Excavación con los resultados y conclusiones, registrando el Informe en Patrimonio.
- Patrimonio emitirá una Resolución/Informe en el que determina las siguientes actuaciones a realizar.

- **Memoria Final:**

- Tras la finalización de las obras se redactará una Memoria Final en la cual se detallarán todas las actuaciones arqueológicas realizadas.
- Memoria Básica Final: cuando se producen 1 o 2 actuaciones (prospección, sondeos, raspado, seguimiento excavación).
- Memoria Compleja Final: cuando se producen más de 2 actuaciones (prospección, sondeos, raspado, seguimiento excavación).
- Los documentos que se presenten en Patrimonio deben contar, por lo menos, de los siguientes apartados.

- **Proyecto Arqueológico:**

- Antecedentes históricos de la zona.
- Yacimientos arqueológicos (Carta Arqueológica), elementos etnográficos y vías pecuarias de la zona.
- Bibliografía.
- Estudio geológico de la zona.
- Descripción del proyecto por el que se desarrolla la actuación arqueológica.
- Descripción de la actuación arqueológica.
- Planimetría.
 - Plano de proyecto.
 - Plano actuación arqueológica/resultados.
 - Plano de la actuación arqueológica/resultados y de proyecto.
- Equipo propuesto.
- Documentación administrativa.

- **Informe Arqueológico:**

- Antecedentes históricos de la zona.
- Bibliografía.
- Estudio geológico de la zona.
- Descripción del proyecto por el que se desarrolla la actuación arqueológica.

- Descripción de la actuación arqueológica.
 - Conclusiones.
 - Documentación fotográfica.
 - Planimetría.
 - o Plano de proyecto.
 - o Plano actuación arqueológica/resultados.
 - o Plano de la actuación arqueológica/resultados y de proyecto.
 - Documentación administrativa (Adjudicación / Actuación / Resolución).
- **Memoria Final:**
- Antecedentes históricos de la zona.
 - Yacimientos arqueológicos (Carta Arqueológica), elementos etnográficos y vías pecuarias de la zona.
 - Bibliografía.
 - Estudio geológico de la zona.
 - Descripción del proyecto por el que se desarrolla la actuación arqueológica.
 - Descripción de todas las actuaciones arqueológicas.
 - Conclusiones.
 - Documentación fotográfica.
 - Planimetría.
 - o Plano de proyecto.
 - o Planos de las actuaciones arqueológicas/resultados.
 - o Plano de la actuación arqueológica y de proyecto.
 - Documentación administrativa (Adjudicación / Actuación / Resolución).

5 MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

5.1 NORMAS GENERALES

La valoración de las obras se realizará aplicando a las unidades de obra ejecutada, los precios unitarios que para cada una de las mismas figuran en los Cuadros de Precios que figuran en el presupuesto, afectados por los porcentajes de costes indirectos y gastos generales. A la cantidad resultante se añadirá el Impuesto Sobre el Valor Añadido vigente.

Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego de Condiciones Técnicas. Estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales y costos de obtención de los permisos necesarios, así como las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados, afectados por el proceso de ejecución de las obras, construcción y mantenimiento de cambios de obra, instalaciones auxiliares, etc.

La Dirección de Obra examinará la relación valorada y dará el visado de conformidad o hará en caso contrario las observaciones que estime oportunas.

La Dirección de Obra emitirá la certificación a partir de la relación valorada, en concepto de pagos a buena cuenta, sujetos a las rectificaciones y variaciones que se produzcan en la medición final y sin suponer en forma alguna aprobación y recepción de las obras que comprende.

La medición del número de unidades que han de abonarse se realizará en su caso de acuerdo con las normas que establece este capítulo, tendrá lugar en presencia y con intervención del contratista, entendiéndose que éste renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente, no compareciere a tiempo. En tal caso, será válido el resultado que la Dirección Facultativa consigne.

Para la medición de las distintas unidades de obra, servirán de base las definiciones contenidas en los planos del proyecto, o sus modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa.

La valoración de las obras añadidas o detraídas, de las modificaciones realizadas se realizará aplicando a las unidades de obra ejecutadas, los precios unitarios que para cada una de ellas figuren en el Cuadro de Precios.

Cuando en la liquidación o medición de las obras por causa de modificaciones, suspensión, resolución o desistimiento, se constatará la ejecución incompleta de unidades incluidas en el contrato y dentro de los programas de trabajos establecidos, El Contratista tendrá derecho al

abono de la parte ejecutada, tomándose como base única para la valoración de las obras elementales incompletas, los precios que figuren en el Cuadro De Precios Unitarios.

En caso de que en el desarrollo de las obras se observara la necesidad de ejecutar alguna unidad de obra no prevista en dicho cuadro, se formulará por la Dirección Facultativa el correspondiente precio de la nueva unidad de obra, sobre la base de los precios unitarios del cuadro de precios y su descomposición. En caso de que no fuera posible determinar el precio de la nueva unidad de obra con arreglo a tales referentes, los nuevos precios se fijarán contradictoriamente entre la dirección de Obra y El Contratista. En este supuesto, los precios y los rendimientos contradictorios se deducirán (por extrapolación, interpolación o proporcionalidad) de los datos presentes en los anexos al contrato, siempre que sea posible. En todo caso, el abono en cuestión exigirá la previa conformidad escrita de la Dirección de Obra.

En caso de que la unidad de obra objeto de precio contradictorio se ejecutase antes de la determinación definitiva del citado precio, se certificará en aquel mes según el precio propuesto por la Dirección de Obra. Una vez alcanzado mutuo acuerdo sobre el mismo o resuelto el arbitraje fijándolo, la Dirección de Obra abonará o descontará la diferencia con la actualización equivalente al tipo de interés legal, fijado en la Ley de Presupuestos, pudiendo realizar tal reducción, en su caso, descontando su importe de la suma a pagar al Contratista en el vencimiento inmediato siguiente.

El Contratista estará obligado a ejecutar las unidades de obra no previstas en el Cuadro de Precios Unitarios que expresamente le ordene la Dirección de Obra, fijándose el importe del precio contradictorio de esta unidad.

5.2 DEMOLICIONES

Este artículo se refiere a la aplicación del precio de demolición de obras de fábrica macizas.

Éste será aplicable única y exclusivamente a cualquier obra de fábrica existente que sea preciso demoler a fin de realizar la obra, así como a la demolición de firmes de las carreteras y caminos existentes y a la demolición en los cruces con acequias.

Este precio comprende la mano de obra y las operaciones necesarias para la demolición de las obras indicadas, y no incluye la carga y transporte a vertedero de los productos resultantes.

5.3 DESBROCES

Se refiere a la aplicación del precio correspondiente al desbroce del manto vegetal. El precio

comprende las operaciones de despeje, desbroce y excavación de todo tipo de vegetación, incluidos en los primeros veinte centímetros, según se indique en los cuadros de Precios.

5.4 EXCAVACIONES

Todas las unidades de obra de excavación, explanación y desmonte se medirán en volumen por metros cúbicos.

La medición se calculará por diferencia según el eje de las zanjas entre los perfiles naturales obtenidos del estado previo del terreno antes de la excavación y los deducidos de las secciones definidas en los planos de proyecto o en sus modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa.

El cálculo de volúmenes se realizará en base a las anchuras de base de excavación y taludes definidas en las secciones tipo de los planos proyecto, adoptando como profundidades de tierra y roca excavadas los datos reales tomados del movimiento de tierras realizado y aprobado.

El contratista viene obligado a poner en conocimiento de la Dirección Facultativa la aparición de roca en las excavaciones, tanto en explanaciones y desmonte como en apertura de zanjas, con objeto de que pueda definirse la superficie de separación tierra - roca que sirva para efectuar las mediciones correspondientes. La no observancia a la Dirección Facultativa llevará consigo que se cubique como si fuese tierra toda la excavación realizada. El precio de excavación de zanja en roca se aplicará cuando toda ella se efectúe sobre este tipo de material. Este precio incluye todos los materiales y medios necesarios para la excavación, incluso explosivos.

No se medirá ni abonará ningún exceso que el Contratista realice sobre los volúmenes que se deduzcan de los datos contenidos en los planos y órdenes que reciba de la Dirección Facultativa antes del comienzo o en el curso de la ejecución de las mismas. En las zanjas y excavación de cimientos, los taludes y anchura que servirán para efectuar la cubicación de abono al Contratista serán, para cualquier clase de terreno, los marcados en los planos. Los perfiles del Proyecto se comprobarán o modificarán al efectuarse el replanteo de las obras y al pie de las diversas hojas figurará la conformidad del Ingeniero Director y del Contratista o de las personas en quienes deleguen estos. Durante la ejecución de las obras se sacarán cuantos perfiles transversales se estimen necesarios, firmándose igualmente las hojas por ambas partes. No se admitirá ninguna reclamación del Contratista sobre el volumen resultante que no esté en las hojas anteriormente citadas.

En el caso del precio de excavación en zanja, para colocación de tuberías, el precio incluye la excavación, carga y transporte, así como la compactación de la solera de la zanja para tubería. No será de abono los nichos para mejor colocación de las juntas.

Además, incluye el transporte a acopios para posterior utilización y el transporte a vertedero de los productos sobrantes o desechables. En este precio se considera incluido igualmente el mayor volumen a transportar debido al esponjamiento. Los vertederos una vez agotados, se enrasarán y acondicionarán en las condiciones estéticas señaladas por la Dirección de Obra, estando esta operación incluida como parte proporcional de la excavación correspondiente.

Igualmente, y si no existe prescripción en contra, en el precio de excavación se incluyen las entibaciones necesarias, así como las labores de agotamiento del agua en la excavación en tanto ésta se encuentre abierta. Se incluye también en el precio el establecimiento de barandillas y otros medios de protección que sean necesarios; la instalación de señales de peligro, tanto durante el día como durante la noche; el establecimiento de pasos provisionales durante la ejecución de las obras tanto de peatones como de vehículos, el apeo y reparación de las conducciones de agua, teléfonos, electricidad, saneamiento y otros servicios y servidumbres que se descubran al ejecutar las excavaciones para terminar completamente la unidad de obra y dejar el terreno inmediato en las condiciones preexistentes

En caso de desprendimientos o riesgo de los mismos en los taludes de la excavación efectuada, el Contratista dispondrá los medios humanos y mecánicos necesarios para la retirada de los materiales desprendidos y/o para el saneo de la zona atendiendo las órdenes de la Dirección Facultativa. Estos medios no serán de abono, ni tampoco los desperfectos ocasionados por el desprendimiento sobre materiales existentes en acopio o tajos en curso (encofrados, hormigonados, etc.) ni serán atendibles alteraciones en el plazo por dicha causa salvo autorización expresa por escrito de la Dirección Facultativa.

5.5 TERRAPLENES

Este Artículo se refiere a la aplicación de los precios que hacen alusión a todo tipo de terraplenes a realizar en el presente proyecto.

El precio correspondiente a terraplén compactado con tierras procedentes de la excavación será aplicable al terraplén compactado con materiales procedentes de la excavación siempre que estos cumplan las especificaciones indicadas en este Pliego.

El abono de los terraplenes se hará en base a los perfiles tomados una vez realizado el rebaje y las superficies finales compactadas, de acuerdo con las indicaciones del Ingeniero Director.

Estos precios además de las partidas nombradas en las normas generales comprenden el extendido de las tierras en tongadas, su humidificación y compactación, refino posterior, así cuantas necesidades circunstanciales se requieran para que la obra realizada sea aprobada por la Administración.

5.6 TRANSPORTE ADICIONAL

La medida del transporte adicional será hecha por los m³ - kilómetro realmente transportados y utilizados en las obras, obtenido de acuerdo con las condiciones mencionadas en el presente Pliego. A las medidas así obtenidas les será aplicado el precio del transporte adicional recogido en el Cuadro de Precios.

Este precio solo será aplicable por tanto para distancias superiores a los 3 kilómetros y con la aprobación previa del Ingeniero Director.

5.7 RELLENOS

Este Artículo se refiere a la aplicación de los precios que hacen referencia al relleno de zanjas, del Cuadro de Precios.

La medida y pago de los rellenos se hará, en general, mediante la aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios, a las mediciones efectuadas por diferencia entre los perfiles del terreno obtenidos antes de comenzar las operaciones para ejecutar los rellenos terminados, de acuerdo con los planos del Proyecto o con lo establecido por el Ingeniero. El precio incluye el extendido, la compactación y mantenimiento de los rellenos. Las operaciones de proceso y humectación de los materiales estarán también incluidas en los precios correspondientes. En general el precio abarca todas las operaciones y costes derivados de la operación en su totalidad y que incluye: cánones y costes de compra de material, transporte, carga y transporte desde acopios intermedios de obra, rampas de acceso a la excavación, vertido, extensión y compactación. Igualmente incluye las operaciones de seleccionado o criba del material cuando se exija o sea necesario.

5.8 OBRAS DE COMPACTACIÓN

Se medirán los metros cúbicos (m³) de terreno realmente construidos y se valorarán a los precios unitarios expresados en el Cuadro de Precios del Presupuesto.

5.9 HORMIGONES

Se refiere este Artículo a las normas que regirán en la aplicación de los precios que hacen referencia a los hormigones, tanto en masa como para armar, del Cuadro de Precios.

Los precios de hormigones a que se refiere este Artículo se abonarán únicamente a los metros cúbicos realmente colocados en obra y tienen incluidos todos los materiales, incluso cualquier clase de aditivos, fabricación, transporte y colocación y conservación hasta el fraguado de treinta días y se entenderán de aplicación con independencia de que los recintos de hormigonado contengan o no armaduras y cuyo volumen no se deducirá de la medición de abono. También comprenden la terminación de superficies hormigonadas en las condiciones específicas o que prescribirá el Ingeniero Director.

Dentro del precio de los hormigones se entienden incluidos los costes de los ensayos que se especifican en el Capítulo IV, en cantidad y condiciones.

Siempre se aplicará el precio del nombre del hormigón que figure en los planos o que haya sido ordenado por escrito por el Ingeniero Director. En caso de duda o duplicidad de nombres de deberá consultar al Ingeniero Director, que decidirá cuál debe emplearse.

5.10 ENCOFRADOS

Se refiere este Artículo a la aplicación de los precios correspondientes a los encofrados independientemente de que éstos sean planos o curvos, del Cuadro de Precios.

El encofrado se clasificará, a efectos de abono, de acuerdo con la situación dentro de las obras de acuerdo con la clasificación establecida en el Cuadro de Precios. Debe entenderse que dichos precios corresponden al coste medio de los encofrados para cada una de dichas obras, independientemente de su situación, clase y otras circunstancias.

El precio del encofrado de una determinada obra se aplicará por tanto a todos los encofrados dentro de dicha obra.

Cuando el Ingeniero Director ordenase ejecutar una obra fuera de las previstas en el Proyecto, el precio del encofrado se asimilará al del encofrado de una obra provista de precio específico y cuya relación entre los encofrados de los diversos tipos sean semejantes.

El encofrado será medido como el área del encofrado en contacto con las superficies de hormigón que deben ser sostenidas.

En todos los casos los precios citados incluyen los apeos para colocación del encofrado, los elementos de amarre, soporte o arriostramiento y el desencofrado.

5.11 ARMADURAS

Se refiere este Artículo a la aplicación de los precios del Cuadro de Precios que hace referencia al acero, tanto para armaduras como aceros laminados.

Estos precios comprenden el suministro e instalación del acero de refuerzo necesario para la construcción de las estructuras de hormigón que formarán parte de la obra y deberá incluir el suministro de todos los materiales, instalaciones, equipo y mano de obra necesarios para completar esta parte de la obra y todos los trabajos relacionados con la misma, los cuales no tendrán medida ni pago por separado.

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- Los espaciadores, ganchos y demás accesorios que se utilicen para la fijación del refuerzo durante la colocación del hormigón.
- El acero de refuerzo para hormigón que el Contratista use para su propia conveniencia y sin que sea ordenado por el Ingeniero Director.
- Los ensayos que deba realizar la Administración para obtener criterios de aceptabilidad del acero de refuerzo para cuando el Contratista no suministre evidencia satisfactoria de que el acero de refuerzo suministrado a la obra cumple con los requisitos aquí especificados.
- El suministro y mantenimiento de una máquina dobladura y existencia adecuada de varillas de acero de refuerzo que permitan ejecutar rápidamente las adiciones o revisiones necesarias cuando las operaciones de doblado vayan a ser realizadas por un proveedor cuyas instalaciones se encuentren fuera de la obra.
- El suministro de refuerzo adicional que sea requerido cuando el Contratista introduzca solapes o uniones adicionales a las que se muestren en los planos y éstas sean aprobadas por el Ingeniero Director.
- Los trabajos y costos adicionales que puedan resultar del reemplazo de uniones por solape por uniones soldadas realizadas por conveniencia del Contratista y que sean aprobadas por el Ingeniero Director.

- Los materiales necesarios para colocar la malla electrosoldada.

La medida para el pago de varillas de acero de refuerzo será el peso en kg de las varillas instaladas, el cual será calculado con base en los pesos nominales por unidad de longitud que certifique el fabricante para cada uno de los diámetros de las varillas de refuerzo y en las longitudes de las varillas mostradas en los planos, o las que indique el Ingeniero Director.

El pago por el suministro del acero de refuerzo se hará al precio correspondiente al acero B500S, recogido en el Cuadro de Precios, que incluye el manejo, almacenamiento, doblado, solapes, colocación y construcción de elementos de soporte, todo de acuerdo con lo especificado.

La medida para el pago de malla electrosoldada será la cantidad en metros cuadrados de malla debidamente instalada, y aceptada por la Administración.

El pago por el suministro de la malla electrosoldada incluirá el manejo, almacenamiento, doblado, y colocación de la malla.

El peso específico para la determinación del material a abonar se tomará igual a siete con ochenta y cinco (7,85) kilopondios por decímetro cúbico.

5.12 MALLAS ELECTROSOLDADAS

En el caso del acero en mallazo electrosoldado para armado de forjados y soleras se medirá por metro cuadrado (m²) previstos en planos y/o mediciones debidamente autorizadas y se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios 1 del Presupuesto incluyendo colocación, solapes, pérdidas, despuntes, atados, separadores, rigidizadores y soportes.

5.13 FÁBRICA DE LADRILLO O BLOQUE

Las fábricas de ladrillo o bloque se abonarán por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados medidos sobre los planos autorizados. Los precios incluyen los ladrillos o bloques y sus piezas especiales, morteros, hormigones de relleno, armaduras, mano de obra, medios auxiliares y, en general, todos los elementos necesarios para la correcta terminación de la unidad de obra, a juicio de la Inspección Facultativa. Los precios incluyen además los trabajos singulares de unión con los pilares y bordes de huecos con los aparejos, que se definen en los planos.

Solamente se abonarán aparte, los excesos de armaduras sobre los indicados en los Planos, motivados por órdenes expresa de la Inspección de obra.

Serán a descontar los huecos ocupados por ventanas, puertas o cualquier tipo de hueco en la obra.

Cuando el título del Precio indique el empleo de bloques y mortero coloreados, la modificación de color por parte de la Inspección Facultativa, no supondrá variación alguna en el importe de abono que figure en el Cuadro de Precios.

5.14 ENFOCADOS

La medición y valoración se efectuará siguiendo los criterios expuestos en los enunciados contenidos en cada partida relativa a este tipo de trabajos, en los que se definen los diversos factores contabilizados (tipo de mortero, de paramento a revestir, exigencias de acabado, descuento o no de huecos, empleo de medios auxiliares y elementos de seguridad, etc.) para entregar el elemento terminado, en condiciones de servicio, y que influyen, lógicamente, en el precio descompuesto resultante. Se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios del Presupuesto.

5.15 ANCLAJES, SOPORTES, CONTRARRESTOS DE HORMIGÓN Y METÁLICOS

Se medirán por unidades realmente ejecutadas según las especificaciones en los planos o según las órdenes de la Dirección Facultativa y se abonará a los precios correspondientes del Cuadro de Precios, incluyendo dichos precios tanto las posibles excavaciones localizadas, los anclajes de hierro efectuados con redondo de armar, los encofrados en madera cepillada, el hormigón correspondiente totalmente colocado y el galvanizado en caliente de los contrarrestos metálicos, así son la tornillería bicromatada y las juntas de asiento que fueran necesarias.

5.16 TUBERÍAS

Se refiere a la aplicación de los precios correspondientes a las tuberías, independientemente del material que sean éstas, del Cuadro de Precios.

Las tuberías se abonarán por metro lineal realmente ejecutado según el eje de la conducción, descontando los metros ocupados por las piezas especiales, hidrantes y demás componentes; no se tendrá en cuenta en la medición las partes de tubería instalada introducidas en piezas especiales, accesorios y otros componentes. El abono incluye el suministro de los tubos cortados

en módulos y longitudes que permitan adaptarse a los radios de trazado proyectados, la colocación en la zanja, la ejecución de las uniones y la ejecución de las pruebas hidráulicas y no hidráulicas que ordene el Director de Obra.

No se efectuará la certificación de ninguna partida de conducciones sin que se hallan realizado las pruebas hidráulicas correspondientes, tantas veces como sea necesario hasta obtener un resultado satisfactorio. Estas pruebas serán realizadas por un laboratorio homologado, que designará la Dirección de Obra e irán a cargo del Contratista tal y como dicta este pliego. El abono se efectuará aplicando los precios que aparecen en el presupuesto ofertado por la contrata.

Las tuberías se medirán y abonarán por metros lineales completamente instalados y funcionando.

Todos los precios comprenden, aunque literalmente no se diga, la compra del material, instalación, juntas y su montaje, pruebas de funcionamiento y gastos generales.

5.17 ACCESORIOS DE TUBERÍAS

Todos los accesorios (codos, té, manguitos, empalmes etc.) se medirán por el peso de cada pieza realmente instalada según especificaciones de proyecto o Dirección Facultativa, a los precios señalados para cada una en el Cuadro de Precios, que incluyen la carga y transporte desde los lugares de acopio a los tajos, su colocación y los medios auxiliares, como juntas y tornillería cincada.

Indistintamente podrán incluirse los precios de las piezas especiales como un porcentaje dentro de la unidad de obra de m.l. de tubería, esto se efectuará así para las conducciones de PEAD (según diámetros definidos en presupuesto).

5.18 SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN

La lámina de impermeabilización se medirá y abonará por metros cuadrados (m²). La medición se hará sobre la superficie realmente cubierta, abonándose al precio que figura en el Cuadro de Precios para esta unidad. En el precio se incluyen todas las operaciones necesarias para la colocación con las condiciones estipuladas en el presente Pliego, los solapes, uniones y materiales de todo tipo que se precisen.

5.19 AGLOMERADOS

Se medirán por t o cm/m² realmente ejecutados a los precios del Cuadro de Precios. La sección de abono será la teórica de los planos y mediciones, debiendo el Contratista recabar la autorización de la Dirección Facultativa para cualquier exceso debido a saneos localizados no previstos en proyectos.

Cuando el abono se haga por t su medición se hará por vales de pesada sobre camión.

5.20 RELLENOS LOCALIZADOS DE MATERIAL FILTRANTE

Se medirán por metro cúbico (m³) realmente ejecutados según la sección definida en los planos del proyecto y se abonará a los precios correspondientes del Cuadro de Precios.

El precio incluye, el material, transporte, extendido y compactación según las condiciones de Proyecto.

5.21 BORDILLOS

Se medirán por metros lineales realmente colocados, e indicados en los planos y se abonarán a los precios indicados en el Cuadro de Precios del Presupuesto.

No habrá precio adicional para las piezas curvas, especiales y de bordillo rebajado.

5.22 APARATOS DE MEDIDA Y CONTROL

Los caudalímetros se abonarán por unidades colocadas y probadas a los precios del Cuadro de Precios, teniendo en cuenta su diámetro, caudal y timbraje.

Los precios de los caudalímetros incluirán todos los elementos especificados en el Capítulo III, montaje, pruebas de fábrica y en campo, presencia de técnico en puesta en marcha, juntas de acoplamiento a tubería y tornillería, y acoplamiento o fijación a la tubería. Así mismo, incluyen la pintura anticorrosiva.

5.23 TELECONTROL

El telecontrol se abonará por unidades colocadas y probadas a los precios del Cuadro de Precios.

El precio incluirá todos los elementos referentes al montaje, pruebas de fábrica y en campo y presencia de técnico en puesta en marcha.

5.24 SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA

El sistema de videovigilancia se abonará por unidades colocadas y probadas a los precios del Cuadro de Precios.

El precio incluirá todos los elementos referentes al montaje, pruebas de fábrica y en campo y presencia de técnico en puesta en marcha.

Las ampliaciones de software existente (para control de hidrantes o control de filtros) o nuevos software para control de bombeo y campo fotovoltaico se abonarán por unidades terminadas y probadas con pusta en marcha de cada elemento a controlar.

5.25 ESCOLLERAS

Se refiere a la aplicación de los precios que hacen referencia a encachados de piedra, escolleras, gaviones y zahorra.

Se medirán por los metros cúbicos (m³) o toneladas realmente colocadas de cada uno de los materiales colocados.

El precio comprende el costo de todas las operaciones necesarias para su obtención, carga, transporte, descarga y colocación de acuerdo con los planos y las condiciones exigidas en el presente Pliego.

En el caso de los gaviones también comprende la adquisición, transporte, manejo, colocación, llenado y cierre de los gaviones de acuerdo con el presente Pliego.

5.26 MONITORIZACIÓN

La monitorización se abonará por unidades colocadas y probadas a los precios del Cuadro de Precios.

El precio incluirá todos los elementos referentes al montaje, pruebas de fábrica y en campo y presencia de técnico en puesta en marcha.

5.27 PERFORACIONES HORIZONTALES

Se medirá por metro lineal (ml) realmente ejecutado y totalmente terminado las unidades de perforación y colocación de tuberías, así como al resto de unidades reflejadas en el Cuadro de Precios.

Se entiende por metro lineal de tubería de hinca a la colocada mediante el uso del equipo de perforación longitudinal de una tubería de acero especial de un determinado diámetro interior.

5.28 CONSTRUCCIONES VARIAS

Se refiere a la aplicación de los precios del Cuadro de Precios correspondientes a barandillas, rejillas, tapas, pates, escaleras, hitos para amojonamiento, placas de señalización, cerramientos de vallas, etc.

Estos precios sólo serán de abono con la aprobación previa del Ingeniero Director y su medición se hará en función de la unidad correspondiente aplicada al volumen o a la superficie o la unidad realmente colocada.

5.29 EQUIPOS DE FILTRADO

Todas las unidades de obra, se abonarán a los precios establecidos en el Cuadro de Precios del Proyecto.

Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego de Condiciones Facultativas y comprendan el suministro, y transporte, manipulación y empleo de los materiales, cuantas necesidades circunstanciales se requieran para que la obra realizada sea aprobada por la Administración.

La medición se realizará por unidades totalmente montadas y en condiciones de funcionamiento.

Se incluyen en estos precios, todos los gastos derivados de la observación de las prescripciones contenidas en este Pliego del Proyecto, respecto al montaje de las unidades de referencia; la adquisición y transporte de la maquinaria; su montaje por personal especializado; pintura necesaria, pruebas y demás operaciones que deban realizarse hasta que la obra terminada merezca la calificación del recibo.

5.30 IMPACTO AMBIENTAL

Se refiere a la aplicación de los precios del Cuadro de Precios correspondientes a las unidades de obra necesarias para corregir o minimizar los impactos medioambientales negativos del presente proyecto.

Se medirán por unidades realmente y completamente ejecutadas y se abonarán al precio correspondiente.

5.31 MEDIOS AUXILIARES

En caso de rescisión por incumplimiento del contrato por parte del Contratista, los medios auxiliares del constructor podrán ser utilizados libre y gratuitamente por la Administración para la terminación de las obras.

Si la rescisión sobreviniese por otra causa los medios auxiliares podrán ser utilizados por la Administración hasta la terminación de las obras si la cantidad de la obra ejecutada alcanzase a los cuatro quintos de la totalidad.

5.32 PARTIDAS ALZADAS DE ABONO ÍNTEGRO

Las partidas alzadas de abono íntegro se abonarán al contratista en su totalidad, una vez determinados los trabajos u obras a que se refieran.

Cuando la especificación de los trabajos u obras constitutivos de una partida alzada de abono íntegro no figure en los documentos contractuales del proyecto o figure de modo incompleto, impreciso o insuficiente a los fines de su ejecución, se estará a las instrucciones que a tales efectos dicte por escrito la dirección, a las que podrá oponerse el contratista en caso de disconformidad.

5.33 OBRAS NO AUTORIZADAS Y OBRAS DEFECTUOSAS

No será objeto de valoración ningún aumento de obra sobre el previsto en los planos y en el pliego de prescripciones técnicas, que se deba a la forma y condiciones de la ejecución adoptadas por El Contratista. Asimismo, si éste ejecutase obras de dimensiones mayores que las previstas en el proyecto, o si ejecutase sin previa autorización expresa y escrita de la Dirección de Obra., obras no previstas en dicho Proyecto, con independencia de la facultad de la Dirección de Obra de poder optar por obligarle a efectuar las correcciones que procedan, o

admitir lo construido tal y como haya sido ejecutado, no tendrá derecho a que se le abone suma alguna por los excesos en que por tales motivos hubiera incurrido.

No le será de abono al contratista mayor volumen, de cualquier clase de obra que el definido en los planos o en las modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa. Tampoco le será abonado, en su caso, el coste de la restitución de la obra a sus dimensiones correctas, ni la obra que hubiese tenido que realizar por orden de la Dirección Facultativa para subsanar cualquier defecto de ejecución.

Cuando sea preciso valorar alguna obra defectuosa, pero admisible a juicio, de la Dirección Facultativa determinará el precio o partida de abono debiendo conformarse el Contratista con dicho precio salvo en el caso en que, encontrándose dentro del plazo de ejecución, prefiera rehacerla a su costa con arreglo a condiciones y sin exceder de dicho plazo.

5.34 ABONO DE OBRA INCOMPLETA

Si por rescisión del Contrato por cualquier otra causa, fuese preciso valorar obras incompletas, se atenderá el Contratista a la tasación que practique la Dirección Facultativa, sin que tenga derecho a reclamación alguna fundada en la insuficiencia de precios o en la omisión de cualquiera de los elementos que los constituyen.

5.35 MATERIALES QUE NO SEAN DE RECIBO

Podrán desecharse todos aquellos materiales que no satisfagan las condiciones impuestas a cada uno de ellos en los Pliegos de Condiciones del Concurso y del Proyecto.

El Contratista se atenderá, en todo caso, a lo que por escrito ordene la Dirección Facultativa quien podrá señalar al Contratista, un plazo breve para que retire de los terrenos de la obra los materiales desechados.

5.36 PARTIDAS ALZADAS A JUSTIFICAR, DE TRABAJOS POR ADMINISTRACIÓN Y ELABORACIÓN DE PRECIOS CONTRADICTORIOS

Para la valoración de la unidad de obra no previstas en el proyecto, se concertarán previamente a su ejecución, Precios Contradictorios entre el Adjudicatario y la Dirección Facultativa, en base a criterios similares a los del Cuadros de Precios, y si no existen, en base a criterios similares a los empleados en la elaboración de las demás unidades del Proyecto. En caso de no llegarse a

un acuerdo en dichos precios, prevalecerá el criterio de la Dirección Facultativa, la cual deberá justificar técnicamente su valoración.

A todos los efectos se utilizarán como Precios Unitarios, los recogidos en el Anexo correspondiente de la Memoria o del Pliego de Cláusulas Económico-Administrativas, que pasarán a formar parte del Contrato.

También podrá la Dirección Facultativa, cuando lo estime conveniente, ordenar por escrito al Adjudicatario, la realización inmediata de estas Unidades de obra, aunque no exista acuerdo previo en los precios, dejando esta valoración a posteriori. Siempre será necesario, que quede constancia escrita de esta orden y el Adjudicatario quedará obligado a presentar por escrito en el plazo de cinco días desde dicha orden, justificación de la valoración de la unidad, sobre cuya valoración se aplicará lo dispuesto en el primer párrafo de este Artículo.

En el caso de ejecución de Unidades de obra o Trabajos por Administración, así como en los de ayudas a otros gremios no previstos en el cuadro de precios de este Proyecto, o en los contradictorios que se acuerden previamente entre Dirección Facultativa y Contratista, se utilizarán como precios unitarios los recogidos en los cuadros de precios de presente proyecto o en las Tarifas Tragsa vigentes (si este precio no figurase en ninguno de los citados documentos se recurrirá a ofertas comerciales).

Para el abono de estos trabajos será condición absolutamente necesaria, la presentación de partes diarios, con especificación de la mano de obra, maquinaria, materiales empleados, y la firma diaria de conformidad, de la Dirección Facultativa o de su representante autorizado, cuya copia se incluirá en las Certificaciones de abono. Sin dicha firma de conformidad, el Adjudicatario no podrá exigir abono alguno, y estará a la valoración, que, en su caso, dictamine la Dirección Facultativa.

5.37 MATERIALES SOBANTES

El promotor no adquiere compromiso ni obligación de comprar o conservar los materiales sobrantes después de haberse ejecutado las obras, o los no empleados al declararse la rescisión del contrato.

5.38 ENSAYOS Y CONTROL DE CALIDAD

La Dirección Facultativa ordenará los ensayos que estime conveniente para la buena ejecución de las obras. El sistema de abono de los ensayos podrá ser, a decisión de la Dirección de Obra, según uno de los siguientes procedimientos:

1. La empresa contratista es la encargada de realizar el contrato con el Laboratorio aprobado por la Dirección de Obra y efectuará los pagos de ensayos hasta la cantidad fijada pagándoseles al Contratista contra justificantes, sin incluir en ningún caso mano de obra o gastos adicionales. Sobre este importe de Costes Directos, se aplicarán los coeficientes de Beneficio Industrial y Gastos Generales, y sobre todo ello, el I.V.A.
2. La Dirección de Obra contrata directamente la realización de estos ensayos; no abonando, por tanto, ninguna cantidad al Contratista por este concepto

En todo caso el Contratista deberá poner por su cuenta y en su cargo todos los medios personales y materiales para llevar a cabo las tomas de muestras y su posible conservación en obra.

En ningún caso se incluyen en estos ensayos, las pruebas de estanqueidad de tuberías, registros, depósitos y otros propios de la comprobación de la buena ejecución de la obra.

5.39 GASTOS DIVERSOS POR CUENTA DE LA CONTRATA

Referente a la obra especificada en el presente Pliego de Condiciones, serán por cuenta del Contratista los gastos originados por los siguientes conceptos:

- Obtención de muestras para determinar las características de los diferentes materiales a utilizar en la obra.
- Ensayos o certificados oficiales de los mismos, si ya hubieran sido realizados, que acrediten la bondad de los materiales que se propongan para la impermeabilización.
- Toma de muestras para comprobación de la calidad de la obra realizada.
- Acondicionamiento y gastos de funcionamiento de la oficina de obra.
- Mantenimiento de la obra en las condiciones especificadas para las distintas fases.
- Los gastos de construcción, montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro del agua y energía eléctrica necesarios para las obras y en general de todas las obras, edificaciones e instalaciones construidas con carácter temporal que no queden incorporadas a la explotación.

5.40 CONCEPTOS NO INCLUIDOS EN EL PRECIO DE LAS UNIDADES DE OBRA

En los precios de las distintas unidades de obra se entenderá que se comprende el de la adquisición de todos los materiales necesarios, su preparación y mano de obra, transporte, montaje, colocación, pruebas, pinturas, toda clase de operaciones y gastos que han de realizarse y riesgos o gravámenes que puedan sufrirse aun cuando no figuren explícitamente en el Cuadro de Precios.

Cuando para la colocación en obra u operaciones posteriores a la ejecución haya necesidad de emplear nuevos materiales o de realizar operaciones complementarias y no se consignen al efecto en el Presupuesto, se entenderá que en los precios unitarios correspondientes se hallan comprendidos todos los gastos que con tales motivos se puedan originar. En especial en el caso de las fábricas, si no existen dichas partidas, se entenderá que en su precio se comprende el valor del agua para conservarlas con el grado de humedad requerido y empapar en grado conveniente cuando sea necesario el terreno sobre el cual ha de apoyarse, de los morteros para las uniones con otras ya construidas, el de la limpieza de éstas y el de las demás operaciones necesarias para su buena trabazón; igualmente en el precio de los hierros y piezas que deban empotrarse, se considerará que va incluido el valor del mortero, cemento o plomo que en ello deban emplearse, así como el de la apertura de cajas y demás trabajos necesarios para verificar el empotramiento en las condiciones fijadas.

Los precios serán invariables, cualquiera que sea la procedencia de los materiales y la distancia de transporte, con las excepciones expresamente consignadas en este Pliego.

6 DISPOSICIONES GENERALES

6.1 DISPOSICIONES GENERALES

En contratación de suministros de materiales para las obras regirán Ley 9/2017, de 8 de 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; el 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; el presente Pliego de Condiciones Facultativas y demás documentos contractuales del proyecto.

El Contratista está obligado, asimismo, al cumplimiento del 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, y en general a todas las leyes, normas reglamentarias, etc. en vigor, que en lo sucesivo se dicten o hayan sido dictadas y puedan tener aplicación para el trabajo.

6.2 SEGURIDAD PÚBLICA Y PROTECCIÓN DEL TRÁFICO

El Contratista tomará cuantas medidas de precaución sean precisas durante la ejecución de las obras, para proteger al público y facilitar el tráfico.

Mientras dure la ejecución de las obras, se mantendrán en todos los puntos donde sea necesario, y a fin de mantener la debida seguridad del tráfico ajeno a ellas, las señales de balizamiento preceptivas de acuerdo con la O.M. de 31 de Agosto de 1987 según la instrucción 8.3 - IC. La permanencia de estas señales deberá estar garantizada por los vigilantes que fuera necesario. Tanto las señales como los jornales de estos últimos, serán de cuenta del Contratista.

Las obras se ejecutarán de forma que el tráfico ajeno a la obra, en las zonas que afecte a caminos y servicios existentes, encuentre en todo momento un paso en buenas condiciones de viabilidad, ejecutando, si fuera preciso, a expensas del Contratista, caminos provisionales para desviarlos.

No podrá nunca ser cerrado al tráfico un camino actual existente sin la previa autorización por escrito de la Dirección de Obra, debiendo tomar el Contratista las medidas para, si fuera preciso, abrir el camino al tráfico de forma inmediata, siendo de su cuenta la responsabilidad que por tales motivos se deriven.

6.3 RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista será responsable durante la ejecución de las obras de todos los daños o perjuicios, directos o indirectos, que se puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad o servicio,

públicos o privados, como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo o de una deficiente organización de las obras.

Los servicios públicos o privados que resulten dañados deberán ser reparados, a su costa, de manera inmediata.

Las personas que resulten perjudicadas deberán ser compensadas, a su costa, adecuadamente.

Las propiedades públicas o privadas que resulten dañadas deberán ser reparadas, a su costa, restableciendo sus condiciones primitivas o compensando los daños o perjuicios causados en cualquier otra forma aceptable.

El Contratista será responsable de todos los objetos o restos arqueológicos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las obras, debiendo dar inmediata cuenta de los hallazgos al Ingeniero Director y al órgano competente o al técnico arqueólogo de la obra y colocarlos bajo custodia de un responsable. Especial cuidado se tendrá con las piezas que pudieran tener valor histórico o arqueológico.

Si durante la ejecución de las obras se documentasen niveles/estructuras arqueológicas (positivas o negativas), la zona donde se localicen los restos será paralizada, balizada y se notificará a las autoridades correspondientes (Ingeniero Director, al órgano competente o al arqueólogo de la obra).

6.4 SUBCONTRATOS

Ninguna parte de las obras podrá ser subcontratada sin consentimiento previo de la Dirección de Obra.

Las solicitudes para ceder cualquier parte del contrato deberán formularse por escrito, con suficiente antelación aportando los datos necesarios sobre este subcontrato, así como sobre la organización que ha de realizarse. La aceptación del subcontrato no relevará al Contratista de su responsabilidad contractual.

Se cumplirán las normas establecidas en el capítulo VII del Reglamento de Contratación.

6.5 GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA

Serán de cuenta del Contratista los gastos de medios auxiliares y de construcción, montaje y retirada de toda clase de construcciones auxiliares; los de protección de materiales y la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los Reglamentos vigentes

En los casos de rescisión de contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, serán, asimismo, de cuenta del Contratista los gastos originados por la liquidación, así como los de retirada de los medios auxiliares utilizados o no en la ejecución de las obras.

6.6 CONSERVACIÓN DEL PAISAJE

El Contratista prestará atención al efecto que puedan tener las distintas operaciones e instalaciones que necesite realizar para la consecución del contrato sobre la estética y el paisaje de las zonas en que se hallen ubicadas las obras.

En tal sentido, cuidará que los árboles, hitos, vallas, pretilos y demás elementos que puedan ser dañados durante las obras, sean debidamente protegidos, para evitar posibles destrozos, que, de producirse, serán restaurados a su costa.

Asimismo, cuidará el emplazamiento y sentido estético de sus instalaciones, construcciones, depósitos y acopios que, en todo caso deberán ser previamente autorizados por escrito, por la Dirección de Obra.

6.7 LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS

Una vez que las obras se hayan terminado, todas las instalaciones, depósitos y edificios, construidos con carácter temporal para el servicio de la obra, deberán ser demolidos.

Todo ello se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas.

Estos trabajos se consideran incluidos en el contrato y, por tanto, no serán objeto de abonos directos por su realización.

6.8 CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones 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 prescrito en este último.

Las omisiones en Planos y Pliego de Condiciones o las prescripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los planos y Pliegos de Condiciones, o que, por uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra,

omitidos o erróneamente descritos, sino que, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliego de Condiciones.

6.9 PLAN DE EJECUCIÓN

Independientemente que se exija la presentación de un Programa de Trabajo, será de aplicación el párrafo siguiente:

En el plazo de treinta (30) días, a partir de la fecha de notificación al Contratista del encargo, deberá presentar éste, al Ingeniero Director, inexcusablemente el "Programa de Trabajo" que estableció el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (B.O.E. nº 257 de 26 de octubre de 2001) ajustándose los trabajos a las anualidades y en el que se especificarán explícitamente los plazos parciales y fecha de terminación de las distintas obras.

El mencionado Programa de Trabajo tendrá carácter de compromiso formal en cuanto al cumplimiento de los plazos parciales en él ofrecidos.

Asimismo, el programa de trabajo se amoldará a la recogida de la o las cosechas que hubiese a lo largo del mismo, sin que el Contratista tenga derecho a ningún tipo de indemnización por este motivo. Cualquier modificación en este sentido deberá ser aprobada previamente por escrito por el Ingeniero Director de las obras.

El Contratista designará en el Plan propuesto la persona o personas que le representen a pie de obra, con los títulos de técnicos de grado superior, nombres y atribuciones respectivas. Dichos técnicos estarán capacitados para tratar y resolver con la Dirección de la Obra, en cualquier momento, las cuestiones que surjan referentes a la construcción y programación de las obras. Asimismo, el adjudicatario deberá aumentar los medios auxiliares y personal técnico, siempre que la Administración compruebe que ello es necesario para el desarrollo de la obra en los plazos previstos.

6.10 INICIACIÓN Y REPLANTEO DE LAS OBRAS

Las obras se iniciarán al día siguiente al de la fecha del Acta de comprobación del replanteo.

Para la realización del replanteo, la redacción del acta correspondiente y la ejecución de las obras replanteadas, se cumplirá lo dispuesto en el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

Un ejemplar del Acta se remitirá a la Administración y otro se entregará al Contratista.

6.11 PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA

El plazo de ejecución de las obras será de dieciocho (18) meses. El plazo de garantía será de dos (2) años a partir de la fecha de recepción y durante este plazo será de cuenta del Contratista la conservación y reparación de ella, cumpliéndose lo dispuesto en el Artículo setenta y tres (73) del mencionado Pliego de Cláusulas de la legislación de Obras Públicas vigente.

6.12 CANCELACIÓN DE GARANTÍAS

La garantía de las obras se efectuará cuando haya vencido el plazo de garantía, en la forma y condiciones señaladas en la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

6.13 PRUEBAS DE RECEPCIÓN

En el acto de la recepción, deberán presentarse las actas de las pruebas parciales de funcionamiento a lo largo de la obra que exija la Dirección de Obra, así como los resultados de las pruebas efectuadas para la finalización de la obra.

En particular, será preceptivo proceder, antes de recibir las obras, a probar el funcionamiento de los elementos de desagüe, compuertas, válvulas, etc. Se comprobará el fácil manejo y el buen funcionamiento de estos elementos, tanto en apertura como en cierre.

6.14 VALIDEZ DE LOS ENSAYOS

Los ensayos a efectuar tanto en hormigón como en materiales sueltos, servirán a efecto de aceptación de una tongada y para expedir las certificaciones parciales; pero su admisión antes de la recepción, en cualquier forma que se realice, no atenúa las obligaciones del Contratista de subsanar o reponer cualquier elemento que resultara inaceptable, total o parcialmente, en el acto de reconocimiento final y pruebas de recepción o anteriormente.

En caso de discrepancia entre la Dirección de Obra y el Contratista acerca del significado de los ensayos, se someterá la cuestión al arbitraje de un Laboratorio oficial, corriendo el Contratista con todos los gastos ocasionados por este motivo.

6.15 FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN

El Contratista proporcionará a la Dirección de Obra y a sus delegados o subalternos, toda clase de facilidades para los replanteos, así como para la inspección de la obra en todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a cualquier parte de la obra, incluso a los talleres e instalaciones donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos o pruebas para las obras.

6.16 LIBRO DE ÓRDENES

El "Libro de Órdenes" será diligenciado previamente por la Administración a que esté adscrita la obra, se abrirá en la fecha de comprobación del replanteo y se cerrará en la de recepción.

Durante dicho lapso de tiempo estará a disposición de la Dirección de la Obra, que cuando proceda, anotará en él las órdenes, instrucciones y comunicaciones que estime oportunas, autorizándolas con su firma.

El Contratista estará también obligado a transcribir en dicho libro, por sí o por medio de su Delegado, cuantas órdenes o instrucciones reciba por escrito de la Dirección, y a firmar a los efectos procedentes, el oportuno acuse de recibo, sin perjuicio de la necesidad de una posterior autorización de tales transcripciones por la Dirección de la Obra, con su firma, en el libro indicado.

Efectuada la recepción, el "Libro de Órdenes" pasará a poder de la Administración, si bien podrá ser consultado en todo momento por el Contratista.

El Contratista está obligado a dar a la Dirección las facilidades necesarias para la recogida de los datos de toda clase que sean precisos para que la Administración pueda llevar correctamente un "Libro de Incidencias de la Obra", cuando así lo decidiese aquélla.

6.17 ENSAYOS Y RECONOCIMIENTOS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Los ensayos y reconocimientos, verificados durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción. Por consiguiente, la admisión de materiales o de piezas y obras parciales, en cualquier forma que se realice, antes de la recepción, no atenúan las obligaciones de subsanar o reponer que el Contratista contrae, si las obras o instalaciones resultasen inaceptables, parcial o totalmente, en el acto de reconocimiento final y pruebas de recepción.

6.18 PRUEBAS

Las pruebas se realizarán bajo la dirección del Ingeniero Director y de acuerdo con sus indicaciones.

El Contratista queda obligado a suministrar a su costa todos los materiales, maquinaria y personal necesarios para realizar las pruebas. El Ingeniero Director establecerá los criterios que habrán de seguirse para la interpretación de los resultados y dictaminará acerca del juicio definitivo que debe merecer la obra, pudiendo ordenar la repetición de las pruebas hasta cerciorarse de que las obras ofrecen la estabilidad y resistencia necesarias.

En el caso en que los resultados de los ensayos no sean los esperados de acuerdo con las calidades exigidas en este Pliego de Prescripciones Técnicas el Ingeniero Director de las obras podrá rechazar la obra correspondiente, que deberá ser demolida y reconstruida a cargo del Contratista.

6.19 INSTALACIONES AUXILIARES PROVISIONALES

El Contratista queda obligado a construir por su cuenta, y retirar al fin de las obras, todas las edificaciones auxiliares para oficinas, almacenes, cobertizos, caminos de servicio, que no queden incorporados a la explotación, etc.

En particular queda obligado a construir y conservar, en perfecto estado de limpieza, las instalaciones sanitarias provisionales de las obras.

Terminadas las obras, si el Contratista no retirara las instalaciones, herramientas, materiales, etc. en el plazo que señale la Administración, ésta podrá mandar retirarlas a su satisfacción por cuenta del Contratista.

6.20 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS REALIZADAS

El Contratista queda comprometido a conservar hasta que sean recibidas todas las obras que integran el proyecto. Asimismo, queda obligado a la conservación de las obras durante el plazo de garantía (dos años) a partir de la fecha de recepción, debiendo restituir y/o reparar a su costa cualquier parte de ellas que haya sufrido deterioro por falta de calidad en los materiales y/o la ejecución, la acción previsible de agentes atmosféricos o cualquier otra causa que no tenga el carácter de fortuita o inevitable.

6.21 RESTITUCIÓN DE SERVICIOS

El Contratista queda obligado a la restitución de aquellos servicios o servidumbres afectados por las obras durante su construcción.

En particular, el Contratista deberá mantener la posibilidad de tráfico en las obras de cruce de caminos, carreteras y ferrocarriles en unas condiciones aceptables a juicio del Ingeniero Director y deberá, asimismo, realizar con la debida antelación las obras necesarias para mantener en servicio los riegos actuales y las conducciones de agua o de cualquier tipo que crucen la red de tuberías. El Contratista se hará cargo de las responsabilidades que se puedan derivar por este motivo.

El Contratista deberá presentar al Ingeniero Director con la debida antelación y para su aprobación, el plan proyectado para la restitución de tales servicios.

Durante las diversas etapas de la construcción, las obras se mantendrán en todo momento en perfectas condiciones de drenaje.

Las cunetas y demás desagües se mantendrán de modo que no se produzcan erosiones en los taludes adyacentes ni daños por excesos de humedad en la explanación, debiendo realizar el Contratista, a su cargo, las obras provisionales que se estimen necesarias a este fin o modificando el orden de los trabajos en evitación de estos daños. Si por incumplimiento de lo prescrito se produce inundación de las excavaciones, no serán de abono los agotamientos o limpiezas y excavaciones suplementarias necesarias.

6.22 RECEPCIÓN, MEDICIÓN Y VALORACIÓN GENERAL Y LIQUIDACIÓN FINAL

La recepción de las obras, la medición general, valoración total y liquidación final, serán efectuados con arreglo a lo previsto en el RD 1098/2001, e 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, Artículos 163 a 166.

6.23 OBLIGACIONES NO PREVISTAS EN ESTE PLIEGO

Es obligación del Contratista ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aún cuando no se halle estipulado expresamente en este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y lo que, sin apartarse de su recta interpretación, disponga por escrito el Ingeniero Director.

6.24 DAÑOS Y PERJUICIOS

Será por cuenta del Contratista el abono de las indemnizaciones que correspondan por todos los daños y perjuicios que se ocasionen con motivo de las obras.

6.25 OBLIGACIONES SOCIALES

El Contratista será responsable del cumplimiento de todas las obligaciones vigentes sobre la seguridad en el trabajo, encaminadas a garantizar la seguridad de los obreros y la buena marcha de las obras. Dicho cumplimiento no podrá excusar, en ningún caso, la responsabilidad del Contratista, aún en el caso de que subcontrate total o parcialmente su trabajo.

El Contratista tendrá, asimismo, la obligación de cumplir cuanto prescribe la Reglamentación del Trabajo en las Industrias de la Construcción y Obras Públicas, y todas las disposiciones vigentes o que en lo sucesivo se dicten de carácter laboral y social.

6.26 PUBLICIDAD

Al tratarse de una actuación susceptible de ser financiado por la Unión Europea-NextGenerationEU, deberá darse cumplimiento a las normas establecidas en materia de información y publicidad detalladas en el Anexo III del Reglamento de Ejecución (UE) 808/2014 de la Comisión, según las cuales debe colocarse en lugar bien visible para el público el siguiente tipo de señalización:

- Durante la fase de construcción: un cartel provisional
- Durante la fase de explotación: una placa permanente en las instalaciones más representativas de la obra.

Las señalizaciones seguirán el diseño gráfico especificado a continuación:



Ilustración 7. Modelo de cartel provisional 2,10 m x 1,5 m.



Ilustración 8. Modelo de placa permanente 0,42 m x 0,42 m.

Noviembre de 2023

Ing. Téc. Obras Públicas. cdo. nº 23.009

Ing. Agrónomo cdo. nº 1.460

Fdo.: Antonio García Madueño