

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES
TÉCNICAS PARTICULARES**

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES

INDICE

1. CONDICIONES GENERALES.....	1
1.1. OBJETO DE ESTE PLIEGO	1
1.2. CONTRADICCIONES Y OMISIONES	1
1.3. SITUACIÓN DE LAS OBRAS	1
1.4. OBRAS QUE COMPRENDE.....	2
1.5. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS	2
1.6. RÓTULOS INDICATIVOS	3
1.7. NORMAS DE APLICACIÓN	3
2. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS: MATERIALES.....	15
2.1. PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES	15
2.2. EXAMEN Y PRUEBA DE LOS MATERIALES.....	15
2.2.1. <i>Presentación previa de muestras</i>	15
2.2.2. <i>Ensayos</i>	16
2.2.3. <i>Gastos de los ensayos</i>	16
2.3. MATERIAL PARA CAMA DE ASIENTO DE TUBERÍAS Y RELLENOS SELECCIONADO DE ZANJAS DE TUBERÍAS	16
2.3.1. <i>Material granular para cama Y APOYO DE TUBERIAS</i>	16
2.3.2. <i>Espesor de cama</i>	17
2.3.3. <i>Material seleccionado para relleno de zanjás de tuberías</i>	17
2.3.4. <i>Material ordinario para relleno de zanjás de tuberías</i>	17
2.3.5. <i>Material para dotar al terreno de capacidad portante</i>	17
2.4. MATERIAL PARA TERRAPLENES	18
2.5. AFIRMADO	20
2.5.1. <i>Procedencia de los áridos</i>	20
2.5.2. <i>Granulometría</i>	20
2.5.3. <i>Dureza de las partículas</i>	21
2.5.4. <i>Compactación</i>	21
2.5.5. <i>Capacidad portante</i>	21
2.5.6. <i>Tolerancia geométrica de la superficie terminada</i>	21
2.6. COMPONENTES DE HORMIGONES	21
2.6.1. <i>Áridos</i>	21
2.6.2. <i>Agua</i>	23
2.6.3. <i>Aditivos</i>	24
2.6.4. <i>Adiciones</i>	24
2.6.5. <i>Cemento</i>	24
2.6.6. <i>Hormigón</i>	25
2.6.7. <i>Acero en redondos para armaduras</i>	26
2.7. BANDAS PARA LA ESTANQUEIDAD DE JUNTAS DE DILATACIÓN	29
2.8. JUNTAS DE PERFIL HIDROEXPANSIVO.....	30
2.9. IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS ENTERRADOS.....	31
2.10. LÁMINA GEODRENANTE.....	32
2.11. TUBERIAS DE PVC	34
2.11.1. <i>Características generales</i>	34
2.11.2. <i>Características geométricas</i>	35
2.11.3. <i>Características mecánicas</i>	35
2.11.4. <i>Características físicas</i>	36
2.11.5. <i>Características químicas</i>	36
2.11.6. <i>Uniones</i>	36

2.11.7. Marcado.....	36
2.12. TUBERÍAS DE PVC-O	37
2.12.1. Objeto y campo de aplicación.....	37
2.12.2. Normativa y generalidades.....	37
2.12.3. Términos y definiciones.....	38
2.12.4. Características generales.....	39
2.12.5. Características geométricas.....	40
2.12.6. Características mecánicas.....	41
2.12.7. Características físico-químicas.....	43
2.12.8. Materiales.....	43
2.12.9. Sistemas de unión	45
2.12.10. Marcado.....	47
2.12.11. Accesorios para tuberías.....	47
2.12.12. Documentación a aportar antes de recibir en obra el pedido	48
2.12.13. Embalaje, manipulación y transporte.....	49
2.12.14. Características técnicas específicas y elegibles.....	49
2.12.15. Plan de aseguramiento de calidad.....	50
2.13. TUBERÍAS DE PRFV	64
2.13.1. Características generales.....	65
2.13.2. Características de los materiales	66
2.13.3. Características geométricas.....	67
2.13.4. Características mecánicas.....	68
2.13.5. Uniones	69
2.14. TUBERÍAS DE PEAD CORRUGADO PARA SANEAMIENTO	69
2.15. TUBERÍAS DE PE.....	72
2.15.1. Accesorios de pe.....	73
2.16. TUBERÍAS DE HORMIGÓN ARMADO	74
2.16.1. Materiales.....	74
2.16.2. Características geométricas y aspecto.....	75
2.16.3. Características mecánicas.....	76
2.17. TUBERÍAS DE HORMIGÓN ARMADO CON CAMISA DE CHAPA Y PIEZAS ESPECIALES	76
2.17.1. Materiales.....	78
2.17.2. Fabricación.....	83
2.17.3. Espesores y recubrimientos.....	86
2.17.4. Tolerancias.....	87
2.17.5. Calculo mecánico de la tubería	90
2.17.6. Piezas especiales.....	92
2.17.7. Control de materiales.....	95
2.17.8. Control de la fabricación.....	98
2.17.9. Transporte y manipulación	99
2.17.10. Pruebas de estanquidad de los tubos en fábrica	107
2.17.11. Ensayo de las conducciones en obra.....	108
2.18. TUBERÍAS DE HORMIGÓN POSTESADO CON CAMISA DE CHAPA Y JUNTAS ELÁSTICAS.....	113
2.18.1. Definiciones.....	113
2.18.2. Materiales.....	115
2.18.3. Fabricación.....	121
2.18.4. Espesores y recubrimientos.....	125
2.18.5. Tolerancias.....	126
2.18.6. Calculo mecánico de la tubería	129
2.18.7. Piezas especiales.....	131
2.18.8. Control de materiales.....	133
2.18.9. Control de la fabricación.....	136
2.18.10. Transporte y manipulación	138
2.18.11. Pruebas de estanquidad de los tubos en fábrica	146
2.18.12. Ensayos de las conducciones en obra	147

2.19. TUBERÍAS METÁLICAS PARA RANURAR	152
2.19.1. Uniones de instalación y uniones de reparación	154
2.19.2. Calidad de los materiales	154
2.19.3. Control de calidad	154
2.19.4. Marcado.....	155
2.20. TUBERÍAS ACERO HELICOSOLDADO	156
2.20.1. Características y calidad de los materiales	156
2.20.2. Control de calidad	157
2.20.3. Identificación y marcado.....	159
2.20.4. Embalaje, manipulación y transporte	159
2.21. TUBERÍA Y PIEZAS METÁLICAS	160
2.21.1. Normas del producto	160
2.21.2. Características y calidad de los materiales	161
2.21.3. Control de calidad	162
2.21.4. Soldaduras	164
2.21.5. Identificación y marcado.....	165
2.21.6. Embalaje, manipulación y transporte	165
2.22. TUBERÍAS, RACORES Y ACCESORIOS DE FUNDICIÓN DÚCTIL.....	166
2.22.1. Condiciones técnicas de los materiales	166
2.22.2. Definiciones.....	167
2.22.3. Presiones	171
2.22.4. Controles y ensayos.....	175
2.22.5. Instalación.....	180
2.23. UNIONES DE INSTALACIÓN Y UNIONES DE REPARACIÓN.....	185
2.23.1. Calidad de los materiales	185
2.23.2. Control de calidad	186
2.23.3. Marcado.....	186
2.24. UNIONES DE REPARACIONES EN PVC-O	186
2.25. UNIONES DE GIBAULT.....	187
2.26. TOMA DE ASPIRACIÓN	188
2.26.1. Calidad de los materiales	188
2.26.2. Control de calidad	189
2.27. BANDAS DE NEOPRENO CON TACOS PARA HINCA	189
2.28. SEPARADORES DE TUBERÍAS PARA HINCA.....	190
2.29. SOLDADURA EN PIEZAS METÁLICAS	191
2.30. REVESTIDO EN PIEZAS METÁLICAS	192
2.31. RANURADO EN PIEZAS METÁLICAS	192
2.31.1. Ranurado realizado por laminación	193
2.31.2. Ranurado realizado por mecanizado	195
2.32. TORNILLERÍA	196
2.33. PIEZAS DE CALDERERÍA METÁLICA	197
2.33.1. Definición	197
2.33.2. Calidad de los materiales	198
2.33.3. Normativa	198
2.33.4. Diseño	201
2.33.5. Fabricación.....	208
2.33.6. Dimensiones	211
2.33.7. Tratamientos para la protección.....	216
2.33.8. Ánodos de magnesio para protección catódica	218
2.33.9. Electrodo de referencia permanente para la protección catódica	219
2.33.10. Ensayos	219
2.33.11. Condiciones técnicas para la ejecución de las obras	223
2.33.12. Control de calidad	227
2.33.13. Pasamuros metálicos	228
2.34. PIEZAS ESPECIALES DE PRFV	229

2.34.1. Calidad de los materiales.....	229
2.34.2. Control de calidad.....	231
2.34.3. Longitudes mínimas.....	232
2.34.4. Marcado.....	236
2.35. ARQUETAS PREFABRICADAS	237
2.35.1. Arquetas de hidrantes.....	238
2.35.2. Arquetas de ventosas y válvulas	238
2.35.3. Arquetas de válvulas de corte.....	238
2.35.4. Arquetas de válvulas de desagüe.....	239
2.35.5. Control de calidad.....	239
2.35.6. Marcado.....	239
2.35.7. Tapas de arquetas prefabricadas	239
2.35.8. Candados	240
2.36. LOSAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN ARMADO.....	241
2.36.1. Losas prefabricadas para protección de tuberías	242
2.36.2. Losas prefabricadas para coronación de balsa.....	242
2.37. CARRETES DE ENTRADA Y SALIDA DE HIDRANTES	244
2.38. ELEMENTOS RANURADOS.....	245
2.38.1. Diseño	245
2.38.2. Materiales y revestido	249
2.38.3. Control de calidad.....	250
2.39. PURGADORES DE HIDRANTE	250
2.39.1. Materiales.....	250
2.39.2. Ensayos	251
2.39.3. Marcado.....	252
2.40. VENTOSAS TRIFUNCIONALES	252
2.40.1. Ventosas tipo 1	253
2.40.2. Ventosas tipo 2	254
2.40.3. Ventosas de baja presión.....	254
2.40.4. Purgadores.....	255
2.40.5. Comprobaciones y revestido.....	256
2.40.6. Marcado.....	256
2.41. VÁLVULAS DE MARIPOSA RANURADAS.....	257
2.41.1. Materiales y revestido	257
2.41.2. Ensayos	262
2.42. VÁLVULAS DE ESFERA.....	263
2.43. TES DE 1"	264
2.44. MANGUITO DE 1/8"	264
2.45. MANGUITO DE ROSCA INTERIOR DE 1"	265
2.46. TUBO DE ROSCA INTERIOR DE 1"	265
2.47. SOLENOIDE.....	265
2.48. FILTRO CAZAPIEDRAS	265
2.49. TRANSDUCTORES DE PRESIÓN	269
2.50. VÁLVULAS HIDRÁULICAS.....	270
2.50.1. Materiales y revestido	270
2.50.2. Control de calidad.....	272
2.51. VÁLVULAS DE COMPUERTA.....	276
2.51.1. Materiales y revestido	276
2.51.2. Control de calidad.....	279
2.52. VÁLVULAS DE MARIPOSA EMBRIDADAS	279
2.52.1. Control de calidad.....	281
2.53. DESMULTIPLICADORES	281
2.54. ACTUADORES	283
2.55. VÁLVULAS DE RETENCIÓN	284
2.55.1. Válvulas de retención de diámetro ≤ 300 mm	284

2.55.2. Válvulas de retención de diámetro > 300 mm	286
2.56. VÁLVULAS DE ALIVIO	287
2.57. JUNTAS DE NEOPRENO	288
2.58. JUNTAS DE ESTIRENO BUTADIENO	289
2.59. JUNTAS DE EPDM	290
2.60. CONTADORES	291
2.60.1. Materiales y revestido.....	291
2.60.2. Control de calidad	293
2.61. CAUDALÍMETROS ELECTROMAGNÉTICOS.....	295
2.62. FILTRO DE CADENAS.....	297
2.63. TORNILLOS SIN FÍN	299
2.64. COMPUERTAS.....	299
2.64.1. Compuertas.....	299
2.64.2. Desmultiplicadores.....	300
2.64.3. Control de calidad	301
2.65. BOMBAS	301
2.65.1. Materiales y revestido.....	302
2.65.2. Marcado.....	303
2.66. MOTORES.....	304
2.67. COLECTORES	306
2.68. PUENTE GRÚA	307
2.69. ESTRUCTURA METÁLICA.....	308
2.69.1. Materiales y revestido.....	308
2.69.2. Fabricación.....	309
2.70. MATERIALES METÁLICOS ACCESORIOS DENTRO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO	310
2.70.1. Materiales y revestido.....	310
2.70.2. Control de calidad	311
2.71. CUBIERTA Y CERRAMIENTO INTERIOR	311
2.72. PANEL PREFABRICADO DE HORMIGÓN	313
2.72.1. Normas del producto	313
2.72.2. Características y calidad de los materiales	313
2.72.3. Control de calidad	314
2.72.4. Identificación y marcado.....	315
2.72.5. Embalaje, manipulación y transporte	316
2.73. CERRAMIENTO EXTERIOR	317
2.73.1. Materiales.....	317
2.73.2. Fabricación y comprobaciones.....	318
2.74. ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN RESISTENTES	319
2.74.1. Normas del producto	319
2.74.2. Características y calidad de los materiales	319
2.74.3. Control de calidad	320
2.74.4. Identificación y marcado.....	322
2.74.5. Embalaje, manipulación y transporte	323
2.75. CASSETAS PREFABRICADAS	325
2.75.1. Materiales.....	325
2.75.2. Acabado superficial.....	326
2.75.3. Dimensiones	326
2.76. CHAPA DE ACERO TIPO SANDWICH	326
2.76.1. Normas del producto	326
2.76.2. Características y calidad de los materiales	326
2.76.3. Control de calidad	327
2.76.4. Identificación y marcado.....	328
2.76.5. Embalaje, manipulación y transporte	328
2.77. CARPINTERÍA METÁLICA.....	329
2.77.1. Normas del producto	329

2.77.2. Características y calidad de los materiales	329
2.77.3. Control de calidad	330
2.77.4. Identificación y marcado.....	331
2.77.5. Embalaje, manipulación y transporte	331
2.78. VIDRIO EXTERIOR PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEO	331
2.79. VIDRIO INTERIOR PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEO	332
2.80. CARPINTERÍA METÁLICA DE VENTANAS.....	332
2.81. PROTECCIÓN DE VENTANAS	333
2.82. PUERTAS METÁLICAS.....	333
2.83. REJAS PARA VENTILACIÓN	335
2.84. VENTILACIÓN ESTÁTICA DE CUBIERTA	336
2.85. VALLADO	336
2.86. URBANIZACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO	338
2.86.1. Subbase.....	338
2.86.2. Base	339
2.87. ACERA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO.....	340
2.88. TERRAPLÉN DE LA Balsa	340
2.89. LÁMINA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	341
2.90. GEOTEXTIL.....	344
2.91. GEODREN DE LA Balsa	346
2.92. MADERAS	348
2.93. AIREADOR LINEAL ESTÁTICO	348
2.94. MÓDULOS SOLARES	349
2.95. SEGUIDOR SOLAR	350
2.96. INVERSOR AISLADA	353
2.97. SISTEMA DE TELECONTROL	353
2.97.1. Centro de control	354
2.97.2. Unidad maestra (concentradora)	354
2.97.3. Unidad remota rtu	357
2.97.4. Comunicaciones	365
2.97.5. Parámetros de control y actuación del sistema	366
2.97.6. Tabla de intercambio universal.....	367
2.97.6.1. Formato de la tabla de intercambio.....	368
2.97.6.2. Órdenes de la tabla de intercambio.....	368
2.97.6.3. Prioridades de las órdenes.....	368
2.97.6.4. Estado de evolución de las órdenes: códigos ack	371
2.97.6.5. Dispositivos a los que van dirigidas las órdenes.....	373
2.97.7. Estudio de coberturas de comunicaciones de la zona regable.....	374
2.97.7.1. Estudio de coberturas radio	374
2.97.8. Trabajos complementarios	375
2.97.8.1. Documentación e información técnica	375
2.97.8.2. Formación de personal	376
2.97.8.3. Consumibles y repuestos	377
2.98. APARAMENTA ELÉCTRICA.....	377
2.98.1. Seccionador DC 630A	377
2.98.2. Seccionador DC 6300A	378
2.98.3. Base portafusibles.....	378
2.98.4. Fusibles fotovoltaicos.....	379
2.99. CUADROS ELÉCTRICOS	379
2.99.1. Generalidades	379
2.99.2. Normativa	380
2.99.3. Montaje	380
2.100. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	380
2.100.1. Definición	380
2.100.2. Normativa	380
2.100.3. Materiales.....	381

2.100.4. Electrodo	381
2.100.5. Ejecución	381
2.101. SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA	383
2.101.1. Cámara motorizada para exterior	383
2.101.2. Cámara motorizada para interior	384
2.101.3. Cámara fija para exterior	385
2.101.4. Videgrabador	386
2.101.5. Cable coaxial rg-59	387
2.102. SEÑALES Y CARTELES VERTICALES	387
2.103. ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE RESIDUOS TRAS SU GESTIÓN	388
2.103.1. Gestión de residuos de construcción y demolición	388
2.103.2. Certificación de los medios empleados	388
2.103.3. Limpieza de las obras	388
2.103.4. Con carácter particular	388
2.104. MATERIALES CUYAS CONDICIONES NO ESTÁN ESPECIFICADAS EN ESTE PLIEGO	390
3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS: EJECUCIÓN	390
3.1. PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA	390
3.2. REPLANTEO	391
3.3. APORTACIÓN DE EQUIPO Y MAQUINARIA	392
3.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS	394
3.4.1. Despeje y desbroce	394
3.4.2. Acceso a las obras	395
3.4.3. Excavaciones	396
3.5. DESBROCE Y DESPEJE DEL ÁREA OCUPADA POR LAS INFRAESTRUCTURAS	397
3.5.1. Ejecución de las obras	398
3.6. DESMONTE Y TRANSPORTE	398
3.6.1. Ejecución de las obras	399
3.6.2. Excavaciones en desmonte	399
3.6.3. Transporte de materiales en la obra	400
3.6.4. Excavaciones en zonas de préstamos	401
3.7. TERRAPLENES	402
3.7.1. Condiciones que han de cumplir los materiales	402
3.7.2. Control de calidad de los materiales	403
3.7.3. Ejecución de las obras	403
3.7.4. Control de calidad en la ejecución de las obras	404
3.8. SUPERFICIE DE LA EXPLANACIÓN	405
3.8.1. Ejecución de las obras	405
3.8.2. Control de calidad	405
3.9. EXCAVACIONES EN CAUCES Y DESAGÜES	407
3.10. PEDRAPLENES Y RELLENOS DE ROCA	407
3.10.1. Ejecución de las obras	407
3.11. RELLENOS LOCALIZADOS	407
3.11.1. Ejecución de las obras	408
3.12. EXPLANACIONES MEJORADAS CON MATERIALES NATURALES	408
3.12.1. Condiciones que han de satisfacer los materiales	408
3.12.2. Control de calidad de los materiales	408
3.12.3. Ejecución de las obras	409
3.12.4. Control de calidad en la ejecución de las obras	410
3.13. HORMIGONES	410
3.13.1. Definición de materiales	410
3.13.2. Transporte	411
3.13.3. Documentación	411
3.13.4. Recepción	412
3.13.5. Limitaciones de la ejecución	414

3.13.6. Vibrado del hormigón	415
3.13.7. Curado de hormigón	415
3.14. ENCOFRADOS Y CIMBRAS.....	417
3.15. ARMADURAS.....	418
3.15.1. Calidad de la ejecución	418
3.15.2. Control de calidad	418
3.16. BANDAS PARA LA ESTANQUEIDAD DE LAS JUNTAS DE DILATACIÓN	420
3.17. IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS ENTERRADOS	421
3.17.1. Manipulación, almacenaje y conservación	421
3.17.2. Modo de empleo	421
3.18. TUBERÍAS	422
3.18.1. Zanjas.....	423
3.18.2. Anclajes de piezas especiales y válvulas en tuberías	423
3.18.3. Transporte a obra	424
3.18.4. Suministro y almacenamiento	425
3.18.5. Manipulación	426
3.18.6. Colocación.....	427
3.18.7. Prueba de las tuberías	428
3.19. HINCAS	434
3.20. VÁLVULAS Y VENTOSAS	434
3.21. BOMBAS	435
3.21.1. Ensayos en fábrica	435
3.21.2. Transporte y almacenamiento.....	436
3.22. MOTORES	437
3.23. ESTRUCTURA PREFABRICADA	438
3.24. ESTRUCTURA METÁLICA.....	438
3.25. EJECUCIÓN DE CERRAMIENTOS DE PANEL PREFABRICADO.....	439
3.26. CARPINTERÍA METÁLICA.....	439
3.26.1. Instalación de puertas y marcos metálicos	439
3.26.2. Carpintería metálica en aluminio.....	439
3.27. PASOS PROVISIONALES	440
3.28. URBANIZACIÓN.....	440
3.28.1. Plano de fundación	440
3.28.2. Subbase.....	440
3.28.3. Base	441
3.28.4. Solera de hormigon.....	441
3.29. TERRAPLÉN DE LA BALSA.....	441
3.30. LÁMINA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.....	442
3.30.1. Tipos de anclajes.....	442
3.30.2. Soldaduras	444
3.30.3. Instalación y manipulación	445
3.30.4. Comprobaciones y ensayos.....	446
3.30.5. Documentación a aportar.....	449
3.31. CONTROL DE BOMEBO	449
3.31.1. Cuadro de control	449
3.31.2. Descripción de la automatización.....	452
3.31.3. Bus de campo.....	458
3.31.4. Scada.....	458
3.31.5. Elementos	464
3.31.6. Transductores de presión-nivel.....	475
3.31.7. Automatas programables	476
3.31.7.1. Fuente de alimentación 24 vcc, 10 a.....	477
3.31.7.2. Sai 24 vcc, 10 a	482
3.31.7.3. Batería li-ion 24 vcc, 120 wh	487
3.31.7.4. Cpu.....	489
3.31.7.5. Tarjeta maestro profibus dp	502

MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO EN LA COMUNIDAD DE REGANTES DEL CANAL DE
PALENZUELA Y QUINTANA DEL PUENTE (PALENCIA Y BURGOS)

3.31.7.6. Tarjetas de 32 entradas digitales formato s7-1500	504
3.31.7.7. Tarjeta de 32 salidas digitales formato s7-1500	507
3.31.7.8. Tarjeta de 8 entradas analógicas formato s7-1500	509
3.31.7.9. Tarjeta de 8 salidas analógicas formato s7-1500.....	514
3.31.7.10. Cabecera periferia distribuida en profinet	517
3.31.7.11. Tarjeta 8 rtd periferia descentralizada.	520
3.31.8. Switch industrial gestionable 13 cu 3 fo.....	524
3.31.9. Router lan scalance s615.....	528
3.31.10. Router industrial con tarjeta para comunicacion en tecnologia 4g y ethernet lan.	531
3.31.11. Borna rele 1 contacto con filtro r-c y boton pulsador.	532
3.31.12. Equipos de análisis de vibraciones	535
3.31.12.1. Acelerómetros	535
3.31.12.2. Electrónica de diagnostico de vibraciones.....	536
3.32. SISTEMA DE TELECONTROL	537
3.32.1. Puesta en marcha y mantenimiento	537
3.32.2. Control de calidad y medio ambiente	538
3.32.3. Contradicciones y omisiones del pliego de prescripciones técnicas	538
3.32.4. Periodo de garantía	538
3.32.5. Mantenimiento del sistema	539
3.32.5.1. Tiempos de lectura, almacenado y envío	539
3.33. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO GENERALES	541
3.34. EJECUCIONES GENERALES	541
3.35. ENSAYOS Y PRUEBAS DE LOS MATERIALES	541
3.36. CASO EN QUE LOS MATERIALES NO SEAN DE RECIBO	541
3.37. ORDEN DE LOS TRABAJOS.....	541
3.38. CARTEL DE OBRA	542
3.39. GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	542
4. CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	546
5. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS	546
5.1. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS	546
5.1.1. Normas generales	546
5.1.2. Valoración de la obra	547
5.1.3. Mediciones parciales y finales.....	547
5.1.4. Equivocaciones en el presupuesto.....	547
5.1.5. Valoración de obra incompletas	548
5.1.6. Certificaciones.....	548
5.1.7. Anualidades.....	548
5.1.8. Precios unitarios.....	548
5.1.9. Partidas alzadas	549
5.1.10. Tolerancias	549
5.1.11. Desbroce	549
5.1.12. Excavaciones y desmontes	549
5.1.13. Rellenos y terraplenes	551
5.1.14. Zahorra.....	551
5.1.15. Tuberías.....	551
5.1.16. Válvulas y ventosas	552
5.1.17. Calderería.....	552
5.1.18. Hormigones.....	552
5.1.19. Losas prefabricadas	552
5.1.20. Encofrados	553
5.1.21. Acero en armaduras, colocado	553
5.1.22. Acero en perfiles laminados, colocado.....	553
5.1.23. Acero en perfiles angulares y en chapa.....	554
5.1.24. Estructura metálica	554
5.1.25. Mallas electrosoldadas	554

5.1.26. Chapa estriada de acero en tapas de arquetas	554
5.1.27. Fábrica de ladrillo	555
5.1.28. Forjados de hormigón armado	555
5.1.29. Medición y abono de pavimentos de hormigón.....	555
5.1.30. Cubiertas.....	556
5.1.31. Bajantes, canalones y vierteaguas.....	556
5.1.32. Carpintería de madera.....	557
5.1.33. Carpintería metálica	557
5.1.34. Elementos de instalaciones eléctricas.....	557
5.1.35. Pinturas y barnices.....	557
5.1.36. Enlosados sobre hormigón.....	558
5.1.37. Valla de cerramiento.....	559
5.1.38. Puente grúa	559
5.1.39. Elementos metálicos varios	559
5.1.40. Otras fábricas.....	559
5.1.41. Marcas viales	560
5.1.42. Señales de circulación	560
5.2. ACOPIOS.....	560
5.3. OTROS GASTOS DE CUENTA DEL CONTRATISTA.....	560
5.4. PRECIOS CONTRADICTORIOS	561
6. PLIEGO DE CONDICIONANTES TÉCNICAS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS.....	563
6.1. PRESCRIPCIONES CON CARÁCTER GENERAL	563
6.1.1. Productor de residuos de construcción y demolición.....	563
6.1.2. Poseedor de residuos de construcción y demolición	563
6.1.3. Gestor de residuos de construcción y demolición	565
6.2. PRESCRIPCIONES CON CARÁCTER PARTICULAR	566
6.3. MEDICIÓN Y ABONO.....	570
7. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES FACULTATIVAS	571
7.1. OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA.....	571
7.1.1. Remisión de solicitud de ofertas	571
7.1.2. Reclamaciones contra las órdenes de dirección.....	571
7.1.3. Despido por insubordinación, incapacidad y mala fe	571
7.1.4. Copia de los documentos	571
7.2. TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES	572
7.2.1. Libro de órdenes.....	572
7.2.2. Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución.....	572
7.2.3. Condiciones generales de ejecución.....	572
7.2.4. Trabajos defectuosos.....	573
7.2.5. Obras y vicios ocultos.....	573
7.2.6. Materiales no utilizables o defectuosos.....	573
7.2.7. Medios auxiliares.....	574
7.2.8. Obras que no son de abono	574
7.2.9. Otros gastos de cuenta del contratista.....	574
7.3. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN	576
7.3.1. Recepciones provisionales	576
7.3.2. Plazo de garantía.....	576
7.3.3. Conservación de trabajos recibidos provisionalmente.....	577
7.3.4. Recepción definitiva.....	578
7.3.5. Liquidación final.....	578
7.3.6. Liquidación en caso de rescisión	578
7.4. FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRA	578
8. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA	579

8.1. BASE FUNDAMENTAL	579
8.1.1. Base fundamental	579
8.1.2. Garantías de cumplimiento y fianzas	579
8.1.3. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza	579
8.1.4. Devolución de la fianza	579
8.1.5. Gastos de carácter general a cargo del contratista	580
8.1.6. Programación de las obras e instalaciones que han de exigirse	580
8.1.7. Otras fábricas y trabajos	581
8.1.8. Descripción general	581
8.1.9. Vigilancia de las obras	581
8.2. PRECIOS Y REVISIONES	582
8.2.1. Precios contradictorios	582
8.2.2. Reclamaciones de aumento de precios	582
8.2.3. Revisión de precios	583
8.2.4. Elementos comprendidos en el presupuesto	584
8.3. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS	585
8.3.1. Valoración de la obra	585
8.3.2. Mediciones parciales y finales	585
8.3.3. Equivocaciones en el presupuesto	585
8.3.4. Valoración de obras incompletas	586
8.3.5. Carácter provisional de las liquidaciones parciales	586
8.3.6. Pagos	586
8.3.7. Suspensión por retraso de pagos	586
8.3.8. Indemnización por retraso de los trabajos	586
8.4. VARIOS	587
8.4.1. Mejoras de obras	587
8.4.2. Seguro de los trabajos	587
9. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL	588
9.1. JURISDICCIÓN	588
9.2. ACCIDENTES DE TRABAJO Y DAÑOS A TERCEROS	588
9.3. PAGOS DE ARBITRIOS	589
10. DISPOSICIONES GENERALES	589
10.1. DIRECCIÓN DE LA OBRA	589
10.2. OBLIGACIONES SOCIALES, LABORALES Y ECONÓMICAS DEL CONTRATISTA	590
10.3. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES	590
10.4. EQUIPO Y MAQUINARIA	591
10.5. CONTROL DE CALIDAD	591
10.6. VERTEDEROS	591
10.7. SERVIDUMBRE	592
10.8. EN LA EJECUCIÓN: AUTORIZACIONES Y LICENCIAS	592
10.9. EJECUCIÓN Y MODIFICACIÓN DEL CONTRATO DE OBRAS	592
10.10. EXTINCIÓN DEL CONTRATO	593
10.11. CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO	593
10.12. PLAZOS PARA COMENZAR A EJECUTAR LAS OBRAS	594
10.13. PERMISOS Y EXPROPIACIONES	594
10.14. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR	594
10.15. MODIFICACIONES QUE PUEDEN INTRODUCIRSE EN EL PROYECTO	595
10.16. SIGNIFICACIÓN DE LOS ENSAYOS Y RECONOCIMIENTO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	595
10.17. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN	595
10.18. POLICÍA EN LA ZONA DE LOS TRABAJOS	596
10.19. LIMPIEZA DE LAS OBRAS	596
10.20. OBLIGACIONES DEL CONSTRUCTOR NO EXPRESADAS EN ESTE PLIEGO	596

10.21. CARÁCTER DE PLIEGO..... 597

1. CONDICIONES GENERALES

1.1. OBJETO DE ESTE PLIEGO

El presente Pliego tiene por objeto definir las obras, fijar las condiciones técnicas y económicas de los materiales a emplear, las características de ejecución, mediciones generales que han de regir el proyecto de **"MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO EN LA COMUNIDAD DE REGANTES DEL CANAL DE PALENZUELA Y QUINTANA DEL PUENTE (PALENCIA Y BURGOS)"**.

Las obras se ajustarán a los planos, estados de mediciones y cuadros de precios, resolviéndose cualquier discrepancia que pudiera existir por el Ingeniero Director. Si fuese preciso, a juicio de éste alguna variación, redactará el correspondiente proyecto reformado, el cual se considerará desde el día de la fecha de su aprobación, parte integrante del proyecto primitivo, y por tanto sujeto a las mismas especificaciones de todos los documentos de éste, en cuanto no se le opongan específicamente.

1.2. CONTRADICCIONES Y OMISIONES

En caso de contradicción entre los planos del Proyecto y el Pliego de Prescripciones Técnicas, prevalecerá lo escrito en este último.

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas y omitido en los planos del proyecto, o viceversa, deberá ser ejecutado como si estuviese contenido en ambos documentos, siempre que, a juicio del Director de la Obra, quede definida la unidad de obra correspondiente.

1.3. SITUACIÓN DE LAS OBRAS

Las obras están situadas en la Comunidad Autónoma de Castilla y León, en la provincia de Palencia en los términos municipales de Palenzuela, Quintana del Puente y Villahán, así como en la provincia de Burgos, en el término municipal de Peral de Arlanza.

1.4. OBRAS QUE COMPRENDE

Las obras e instalaciones que es necesario realizar sujetas a las Prescripciones Técnicas del Pliego y que se definen en la Memoria y Planos de este Proyecto, son las siguientes:

- Reparación de un primer tramo del canal.
- Entubado del canal hasta la balsa de acumulación.
- Balsa de acumulación a cota de canal.
- Estación de bombeo junto a la balsa.
- Implantación de un parque fotovoltaico junto a la estación de bombeo para dotarla de suministro eléctrico.
- Balsa elevada.
- Tubería de impulsión para elevar el agua entre las dos balsas.
- Red tuberías para distribuir el agua hasta los hidrantes.
- Instalación en la red de hidrantes, válvulas, ventosas, pozos de desagüe y tomas en parcela.
- Sistema de telecontrol

1.5. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

Los documentos que definen las obras objeto del Proyecto son, enumeradas por orden de prioridad: Cuadro de Precios, Pliego de Condiciones, Planos, Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, Mediciones y Memoria.

A estos documentos iniciales hay que añadir:

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

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

Se entiende por obras accesorias, aquellas de importancia secundaria; o que por su naturaleza no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avancen los trabajos. Las obras accesorias se construirán con arreglo a los proyectos particulares que se redacten durante la construcción, según se vaya conociendo su necesidad, y quedarán sujetas a las mismas condiciones que rigen para las análogas que figuran en el Proyecto definitivo.

1.6. RÓTULOS INDICATIVOS

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

1.7. NORMAS DE APLICACIÓN

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

Contratación

- 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 (BOE número 272 de 9 de noviembre de 2017). Y sus correcciones posteriores.
- 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 (BOE número 257 del 26 de octubre de 2001). Corrección de errores en BOE num. 303, de 19 de diciembre de 2001 y en BOE num. 34, de 8 de febrero de 2002. Se modifica: el anexo VII, por Orden EHA/1307/2005, de 29 de abril; los arts. 11, 26, 27, 29, 35, 37 a 39, 45, 46, 67 y el anexo II, por Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto; y por Real Decreto 256/2018, de 4 de mayo. Se derogan los arts. 79, 114 al 117 y los anexos VII, VIII y IX y se modifica el art. 179.1, por Real Decreto 817/2009, de 8 de mayo.
- Decreto 3854/70, de 31 de diciembre, por el que se aprueba el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado (BOE del 16 de febrero de 1971).
- Real Decreto 817/2009, de 8 de mayo, Por el que se desarrolla parcialmente la ley 30/2007, de 30 de octubre, de contratos del sector público y sus correcciones posteriores.

- Sistema de fiscalización previa de contratos. Resolución de 25 de marzo de 1986 de la Secretaría de Estado de Hacienda. (B.O.E. 16-04-1988).
- Orden por la que se aprueba el pliego de cláusulas administrativas generales para la contratación de Estudios y Servicios Técnicos. (B.O.E. de 21 de agosto de 1973).
- 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.
 - Normas sobre la aplicación de la revisión a los contratos a las obras de ministerio de las obras públicas y urbanismo. Orden de 13 de marzo de 1979. (B.O.E. 17-04-1979). Punto 1.1 modificado por la Orden 20 de abril de 1981.
 - Clasificación de Contratistas, Capítulo II del 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 (BOE del 26 de octubre de 2001).

✚ Seguridad y salud

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales, Ley 31/1995. (B.O.E. 10 de noviembre). Modificada por: el Real Decreto-ley 16/2022, de 6 de septiembre; la Ley 35/2014, de 26 de diciembre; la Ley 14/2013, de 27 de septiembre; la Ley 32/2010, de 5 de agosto; la Ley 25/2009, de 22 de diciembre; la Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo; la Ley 31/2006, de 18 de octubre; la Ley 30/2005, de 29 de diciembre; la Ley 54/2003, de 12 de diciembre; la Ley 39/1999, de 5 de noviembre; la Ley 50/1998, de 30 de diciembre. Se derogan los apartados 2, 4 y 5 del art. 42 y los arts. 45, salvo los párrafos 3 y 4 del apartado 1, al 52, por Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto.
 - Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, R.D. 1627/1997 de 24 de octubre (B.O.E. 25-10-97). Se deroga el art. 18 y se modifica el 19.1, por Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo. Se modifican los arts. 13.4 y 18.2, por Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto. Se añade una disposición adicional única, por Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo. Se modifica el anexo IV, por Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre.
 - Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción (BOE de 19 de octubre de 2006). Modificación de a disposición adicional 3, por Real Decreto-ley 32/2021, de 28 de diciembre; y los art. 4.2 y 4, por Ley 25/2009, de 22 de diciembre. Se desarrolla por Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto.
 - 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 (BOE del 25 de agosto de 2007). Modificado por Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo. Se añade una disposición adicional 7, por Real Decreto

327/2009, de 13 de marzo. Corrección de errores en BOE núm. 219, de 12 de septiembre de 2007.

- 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.

- Modelo de Libro de Incidencias, Orden del Ministerio de Trabajo del 20-09-1986. Corrección de errores B.O.E. nº 261, de 31 de octubre de 1986.

- 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 (B.O.E. nº255, de 24 de octubre de 2015) y sus modificaciones por: Real Decreto-ley 7/2023, de 19 de diciembre; Real Decreto-ley 5/2023, de 28 de junio; Real Decreto-ley 2/2023, de 16 de marzo; Ley 4/2023, de 28 de febrero; Ley 3/2023, de 28 de febrero; Ley Orgánica 1/2023, de 28 de febrero; por Real Decreto-ley 16/2022, de 6 de septiembre; Ley Orgánica 10/2022, de 6 de septiembre; Real Decreto-ley 5/2022, de 22 de marzo; Real Decreto Ley 32/2021, de 28 de diciembre, por Real Decreto-ley 1/2022, de 18 de enero; Ley 22/2021, de 28 de diciembre; Ley 21/2021, de 28 de diciembre; Ley 12/2021, de 28 de septiembre; Ley 10/2021, de 9 de julio; Real Decreto-ley 9/2021, de 11 de mayo; Ley 11/2020, de 30 de diciembre; Real Decreto-ley 28/2020, de 22 de septiembre; Real Decreto-ley 24/2020, de 26 de junio; Real Decreto-ley 19/2020, de 26 de mayo; Real Decreto-ley 8/2019, de 8 de marzo; Real Decreto-ley 6/2019, de 1 de marzo; Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre; Ley 6/2018, de 3 de julio. Corrección de errores de la Ley 22/2021, de 28 de diciembre, en BOE núm. 125 de 26 de mayo de 2022; del Real Decreto-ley 32/2021, de 28 de diciembre, en BOE núm. 16 de 19 de enero de 2022. Se derogan: el art. 12.3, las disposiciones adicionales 15.1 y 2; 16 y 21 por Real Decreto-ley 32/2021, de 28 de diciembre; el art. 52.d), por Ley 1/2020, de 15 de julio; el art. 52.d), por Real Decreto-ley 4/2020, de 18 de febrero; las disposiciones adicional 2, transitorias 2, 9 y se modifica la adicional 10, por Real Decreto-ley 28/2018, de 28 de diciembre; el art. 2.1.h), por Real Decreto-ley 8/2017, de 12 de mayo.

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 9-3-1971) (B.O.E. 16 y 17-3-1971). Excepto en aquellos artículos derogados por disposiciones posteriores: 138, 139; capítulo VI del Título II; capítulos VIII a XII, Capítulo XIII del título II; con la Excepción indicada, los capítulos I a V y VII del Título II; los Títulos I y III; y el art. 31.9. Corrección de errores en BOE núm. 82 de 6 de abril de 1971.

- Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.

- Resolución de 6 de septiembre de 2023, de la Dirección General de Trabajo, por la que se registra y publica el VII Convenio colectivo general del sector de la construcción. Corrección de errores por Resolución de 25 de octubre de 2023
 - Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
 - 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. Modificación de los arts. 2.5.a) y b), 3.1.a) y 9.2.d), por Real Decreto 598/2015, de 3 de julio; y corrección de erratas en BOE num. 149, de 22 de junio de 2001 y BOE num. 129, de 30 de mayo de 2001.
 - Protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido, R.D. 286/2006 de 10 de marzo (B.O.E. nº60 de 11-03-06). Corrección de erratas en B.O.E. nº 62, de 14 de marzo de 2006 y nº 71 de 24 de marzo de 2006.
 - Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, Real Decreto 614/2001, de 8 de junio. Derogación del capítulo VI del Título II de la ordenanza aprobada por Orden de 9 de marzo de 1971.
 - Relación entre Jurados de Empresa y Comités de Seguridad e Higiene en el Trabajo, O.M de 9 de diciembre de 1975.
 - Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo de la Construcción. Orden de 20-05-1952, modificada el 19-12-1953, por la Orden de 23-09-1966 y completada el 2-09-1988.
 - Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa, O.M. 21-11-59 (B.O.E. nº 284 de 27-11-1959). Modificación por la Orden 21 de noviembre de 1979.
 - Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial, entre ellos el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre.
 - Cuadro de Enfermedades Profesionales en el sistema de la Seguridad Social, R.D. 1299/2006 de 10 de noviembre. B.O.E. de 19 de diciembre de 2006. Modificaciones del Anexo I, grupo 6, por Real Decreto 257/2018, de 4 de mayo; y de los anexos 1 y 2, por Real Decreto 1150/2015, de 18 de diciembre.
 - Real Decreto 130/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos. Se modifica la ITC 26, por Orden INT/591/2022, de 24 de junio.
 - Notificación de accidentes de trabajo. Orden 16-12-1987. (B.O.E. 29-12-1987). Corrección de errores en BOE núm. 57 de 7 de marzo de 1988.
 - Notificación de accidentes de trabajo, Orden TAS/2926/2002 de 19 de noviembre. Corrección de errores en BOE núm. 33, de 7 de febrero de 2003; y en BOE num. 294, de 9 de diciembre de 2002. Sustituye los modelos y las menciones indicadas de la Orden de 16 de diciembre de 1987.
 - 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.

Modificaciones del anexo III, por Real Decreto-ley 4/2023, de 11 de mayo y añade la disposición adicional única; y del anexo I, por Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre.

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo. Se modifican los arts. 2.3, 6.1, la disposición final 2, los anexos I a III y se suprime el IV, por Real Decreto 1076/2021, de 7 de diciembre. Corrección de erratas B.O.E. nº 171, de 18 de julio 1997.

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de Equipos de Trabajo, R. D. 1215/1997, de 18 de Julio. Modificación de los anexos I y II y la disposición derogatoria única por el R.D. 2177/2004 de 12 de noviembre.

- 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. Se modifican los arts. 2, 4, 11 y el anexo I, por Real Decreto 494/2012, de 9 de marzo.

- Disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo, R.D. 485/1997 de 14 de abril. Modificado el art. 1 y anexos III y VII, por Real Decreto 598/2015, de 3 de julio.

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. Modificaciones: del art. 7 por Real Decreto 145/2023, de 28 de febrero; la ITC-RAT 20, por Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre; a ITC-RAT 21, por Real Decreto 298/2021, de 27 de abril; y los arts. 12, 14 y la ITC-RAT-19, por Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo.

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. Corrección de erratas y errores en BOE num. 120 de 17 de mayo de 2008 y en BOE núm. 174 de 19 de julio de 2008. Modificaciones: arts. 13.1, 16, 19, la ITC-LAT 03, por Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo y se añaden las disposiciones adicionales 1 a 4; determinados preceptos, por Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo; la ITC-LAT 03, por Real Decreto 298/2021, de 27 de abril; la ITC-LAT 09, por Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre; el art. 7, por Real Decreto 145/2023, de 28 de febrero. Se actualiza el listado de normas de la instrucción técnica complementaria ITC-LAT-02, por Resolución de 17 de abril de 2021

- Reglamento de Normas Básicas de Seguridad Minera (Real Decreto 863/85, de 2-4-85). (B.O.E. 12-6-85). Modificado el art. 109, por Real Decreto 150/1996, de 2 de febrero. Modificados los arts. 11 y 126 por Real Decreto 249/2010, de 5 de marzo. Completado, el capítulo VII, por Orden de 16 de abril de 1990, el capítulo IV, punto 4.7, por Orden de 27 de marzo de 1990, y los capítulos II, IV y XIII, por

Orden de 22 de marzo de 1988; Orden TED/252/2020, de 6 de marzo; Orden ITC/1607/2009, de 9 de junio.

- Real Decreto 88/2013, de 8 de febrero, por el que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria AEM 1 "Ascensores" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, aprobado por Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre. Modificaciones: los apartados 5.3.2.1 y 5.4 de la instrucción técnica complementaria AEM 1, por Real Decreto 203/2016, de 20 de mayo; y la ITC AEM 1, por Real Decreto 298/2021, de 27 de abril. Corrección de errores en BOE núm. 111 de 9 de mayo de 2013

- Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, por el que se se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones. Se modifica: la ITC MIE-AEM-2, los anexos II.7.b), V, VI y SE AÑADEN las disposiciones adicionales 3 a 6, por Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo; el anexo VI.3 y 5, por Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo; la disposición adicional 4 y la ITC MIE-AEM-2, por Real Decreto 298/2021, de 27 de abril. Corrección de errores, en BOE num. 20, de 23 de enero de 2004.

- Orden de 26 de mayo de 1989 por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM3 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a carretillas automotoras de manutención. Transpone las Directivas 89/240/CEE, de 16 de diciembre de 1988 y Directiva 86/663/CEE, de 22 de diciembre.

- Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-4" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas. Se modifica: ITC MIE-AEM-4, el anexo VII.3 y se añaden las disposiciones adicionales 1 a 4, por Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo; a ITC MIE-AEM-4, el anexo VII.3 y 5, por Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo; la disposición adicional 2 y la ITC MIE-AEM-4, por Real Decreto 298/2021, de 27 de abril; los apartados 2 y 4 de la ITC MIE-AEM-4, por Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre. Corrección de errores en el Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, en BOE núm. 247 de 16 de septiembre de 2020.

- Reglamento electrotécnico para baja tensión (Decreto 842/2002 de 2 de agosto) e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51. Se declara la nulidad del inciso 4.2.c.2 de la ITC BT-03 anexa, por Sentencia del TS de 17 de febrero de 2004. Se modifica: el art. 22, la ITC BT03, y se añaden las disposiciones adicionales 1 a 4, por Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo; las ITC BT-02, BT-04, BT-05, BT-10, BT-16 y BT-25, y se añade la BT-52, por Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre; el art. 14, la ITC-BT-04 y en la redacción dada por el Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, la ITC-BT-52, por Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo; el art. 2.2 y la ITC-BT-03, por Real Decreto 298/2021, de 27 de abril; a ITC BT-52, en la redacción dada por el Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre,

por Real Decreto 450/2022, de 14 de junio; el art. 25, por Real Decreto 145/2023, de 28 de febrero. Se deroga, y se modifica lo indicado de la ITC-BT-40 del Reglamento, por Real Decreto 244/2019, de 5 de abril. Se actualiza la ITC-BT-02, por Resolución de 9 de enero de 2020.

Impacto ambiental

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (BOE del 11 de diciembre de 2013). Se suprime la disposición final 11, se sustituye el anexo III y VI, se añade la disposición adicional 16, 17 y 18 y se modifica determinados preceptos, por Ley 9/2018, de 5 de diciembre. Se modifica: os arts. 34, 43 y 47, por Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio; determinados preceptos, por Real Decreto-ley 36/2020, de 30 de diciembre; os anexos I, II y III, por Real Decreto 445/2023, de 13 de junio. Se añade la disposición adicional 19, por Real Decreto-ley 6/2022, de 29 de marzo. Se declara a inconstitucionalidad y nulidad de las disposiciones adicional 15, transitoria 2, derogatoria única.3 y finales 2 y 3, por Sentencia 13/2015, de 5 de febrero; y la inconstitucionalidad y nulidad de la disposición final 8.1, según el fj 17, y lo indicado de la disposición final 11, por Sentencia 53/2017, de 11 de mayo.
- Decreto legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León. Se modifica: los arts. 14.2, 24.3, 30.2, 41.2, 43.3 74.3, la disposición adicional 3 y se añade la disposición adicional 6, por Ley 2/2017, de 4 de julio; los arts. 17, 31, 43, 45, 74 y los anexos I y III, por Decreto-ley 4/2020, de 18 de junio; el art. 50 del texto refundido y la disposición adicional 2.1, por Decreto-ley 2/2022, de 23 de junio; y el art. 50 de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León, texto refundido y la disposición adicional 2.1 del Decreto legislativo, por Decreto-ley 4/2022, de 27 de octubre.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE de 13 de febrero de 2008).
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, que deroga el Reglamento aprobado por Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre.
- Decreto 159/1994, de 14 de Julio, (Castilla y León). Reglamento para la aplicación de la Ley de Actividades Clasificadas. Modificado por: el Decreto 66/1998, de 26 de marzo; y el Decreto 146/2001, de 17 de mayo.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, de 28 de julio. Se modifica el preámbulo VIII y los arts. 27 y 108, por Ley 30/2022, de 23 de diciembre. Deroga la Ley 22/2011 y la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- Orden MARM 1312/2009 de 20 de mayo, por la que se regulan los sistemas para realizar el control efectivo de los volúmenes de agua utilizados por los aprovechamientos de agua del dominio público hidráulico, de los retornos al citado dominio público hidráulico y de los vertidos al mismo. Se completa, por Resolución de 27 de febrero de 2019.
- Emisiones sonoras en el entorno debidas a las máquinas de uso al aire libre, Directiva 2000/14/CE de 8 de mayo. Se transpone, por Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero. Se modifica: los arts. 12 y 20, por Directiva 2005/88, de 14 de diciembre; y los arts. 18 y 19, por Reglamento 2019/1243, de 20 de junio. Se corrigen errores sobre los equipos indicados, en DOUE L 165, de 17 de junio de 2006.

✚ Normativa técnica

- Código técnico de edificación, R.D. 314/2006, de 17 de marzo (B.O.E. 28-03-06). Se modifica: por Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre; la Parte II, por Orden VIV/984/2009, de 15 de abril; los arts. 1, 2, 9, 12, de la Parte I, las secciones SI. 3, SI. 4, el Anejo SI. A y se añade el art. 9 de la Parte II, por Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero; el art. 4.4 de la parte I, por Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo; la parte II del código, por Orden FOM/588/2017, de 15 de junio; los arts. 13, 15, anejo III de la parte I, la parte II y las referencias indicadas, por Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre; la parte I y II del Código, por Real Decreto 450/2022, de 14 de junio. Se declara la nulidad del art. 2.7 y de lo indicado del Documento "SI", por Sentencia del TS de 4 de mayo de 2010. Se sustituye el Documento Básico DB-HE "Ahorro de Energía" de la parte II del Código, por Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre. Se deroga el art. 2.5 y se modifican los arts. 1, 2 y el anejo III de la parte I, por Ley 8/2013, de 26 de junio. Se corrigen errores y erratas en BOE núm. 22, de 25 de enero de 2008 y del Real Decreto 450/2022, de 14 de junio, en BOE núm. 28, de 2 de febrero de 2023.
- Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Se modifican las disposiciones transitorias 2 y 3, por Real Decreto 1675/2008, de 17 de octubre y por Orden VIV/984/2009, de 15 de abril. Corrección de errores en BOE num. 304 de 20 de diciembre de 2007.

-
-

- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16). Corrección de errores en BOE núm. 259 de 27 de octubre de 2017.
- Real Decreto 605/2006, de 19 de mayo, por el que se aprueban los procedimientos para la aplicación de la norma UNE-EN 197-2:2000 a los cementos no sujetos al marcado CE y a los centros de distribución de cualquier tipo de cemento (BOE de 7 de junio de 2006).
- Código Estructural, aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio, que deroga el Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo por el que se aprobaba la Instrucción de Acero Estructural (EAE); y el Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprobaba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- R.D. 1313/1988 de 28 de octubre por el que se declara obligatoria la homologación de los cementos para la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados. Modificado por: Orden de 28 de junio de 1989, Orden de 4 de febrero de 1992, Orden de 21 de mayo de 1997, Orden PRE/2829/2002, de 11 de noviembre, Orden PRE/3796/2006, de 11 de diciembre y por Real Decreto 145/2023, de 28 de febrero.
- Orden de 17 de enero de 1989 por la que se establece la certificación de conformidad a normas como alternativa de la homologación de los cementos para la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados.
- Real Decreto 2702/1985, de 18 de diciembre, por el que se homologan los alambres trefilados lisos y corrugados empleados en la fabricación de mallas electrosoldadas y viguetas semi-resistentes de hormigón armado (viguetas en celosía), por el Ministerio de Industria y Energía.
- Orden de 8 de marzo de 1994 por la que se establece la certificación de conformidad a normas como alternativa de la homologación de alambres trefilados lisos y corrugados empleados en la fabricación de mallas electrosoldadas y viguetas semirresistentes de hormigón armado.
- Real Decreto 2365/1985, de 20 de noviembre, por el que se homologan las armaduras activas de acero para hormigón pretensado, por el Ministerio de Industria y Energía.
- Orden de 8 de marzo de 1994 por la que se establece la certificación de conformidad a normas como alternativa de la homologación de las armaduras activas de acero para hormigón pretensado.
- Real Decreto 2704/1985, de 27 de diciembre, por el que se declaran de obligada observancia las especificaciones técnicas que figuran como anexo de este Real Decreto para los tubos de acero soldado con diámetros nominales comprendidos entre 8 milímetros y 220 milímetros y sus perfiles derivados correspondientes, destinados a conducción de fluidos, aplicaciones mecánicas, estructurales y otros usos, tanto en negro como galvanizado y su homologación por

el Ministerio de Industria y Energía. CORRECCIÓN de erratas, con rectificación del número oficial, en BOE núm. 57, de 7 de marzo de 1986.

- Orden de 8 de marzo de 1994 por la que se establece la certificación de conformidad a normas como alternativa de la homologación de tubos de acero soldado.

- Orden de 31 de agosto de 1987 (B.O.E. 18-09-1987) sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.” Norma de Carreteras 8.3-IC. Señalización de Obras”.

- Normas de ensayo del Laboratorio del Transporte y mecánica del suelo del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Orden de 31 de diciembre de 1958.

- Orden de 2 de julio de 1976 por la que se confiere efecto legal a la publicación del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales (P. G. 3), editado por el Servicio de Publicaciones del Ministerio. Se modifica: el Pliego, por Orden de 21 de enero de 1988; el pliego, por Orden de 27 de diciembre de 1999; el pliego, por Orden de 28 de diciembre de 1999. Se deroga lo indicado y se modifican determinados preceptos: por Orden de 13 de febrero de 2002; por Orden FOM/1382/2002, de 16 de mayo; por Orden FOM/0891/2004, de 1 de marzo; por Orden FOM/3818/2007, de 10 de diciembre; por Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre; y los arts. 282, 284 y 288 de la Orden de 6 de febrero de 1976, por Orden FOM/510/2018, de 8 de mayo. Corrección de errores en BOE núm. 175 de 22 de julio de 1976.

- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras. Se modifica la disposición transitoria única, la disposición derogatoria única y se añade una disposición final 2, por Orden FOM/185/2017, de 15 de febrero. Corrección de errores del anexo, en BOE núm. 181 de 28 de julio de 2016.

- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial. Entre otros, deroga el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, por el que se dictaban disposiciones para la libre circulación de productos de construcción.

- Orden de 28 de julio de 1974 por la que se aprueba el «Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimientos de agua» y se crea una «Comisión Permanente de Tuberías de Abastecimiento de Agua y de Saneamiento de Poblaciones». (B.O.E. nº 236, de 2 de octubre de 1974). Corrección de errores en BOE núm. 260, de 30 de octubre de 1974. Se amplía la composición de la Comisión por Orden de 20 de junio de 1975. Se desarrolla la norma por Orden de 23 de diciembre de 1975.

- ORDEN FOM/891/2004, de 1 de marzo, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras

de carreteras y puentes, relativos a firmes y pavimentos. Corrección de erratas en BOE núm. 126, de 25 de mayo de 2004.

- Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras. Se modifican: determinados preceptos se amplía el plazo de la disposición transitoria cuarta, por Real Decreto 1911/1997, de 19 de diciembre; el capítulo I del título I, arts. 14, 15, 16, 18 y 102 y se añade una disposición adicional 10, por Real Decreto 597/1999 de 16 de abril; y el art. 58, por Real Decreto 114/2001, de 9 de febrero. Se actualiza, sobre conversión a euros de las cuantías indicadas por Resolución de 22 de octubre de 2001 y por Resolución de 12 de diciembre de 2001.

Normas y guías técnicas

- Normas UNE.
- Normas ASTM
- Normas ASME
- Normas ATV
- Normas NLT
- Normas DIN
- Normas BS
- Normas DVS
- Normas F
- Normas ISO
- Normas MR
- Normas ANSI
- Normas AWWA
- Normas UNESA
- Normas particulares de la Compañía Eléctrica suministradora.
- Recomendación para la fabricación, transporte y montaje de tubos de hormigón en masa (THM773, Instituto E.T. de la Construcción y del Cemento).
- Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión. CEDEX 2009

Resto de disposiciones

Resto de disposiciones, leyes, normativas, prescripciones, reglamentos y órdenes ministeriales que legalmente sean aplicables a los términos del contrato y modificaciones de las anteriores que se produzcan durante el periodo de ejecución de la obra proyectada o que guarden relación con las mismas, sus instalaciones auxiliares o con los trabajos para ejecutarlos. Será responsabilidad del Contratista conocerlas y cumplirlas, sin poder alegar en ningún caso que no se haya hecho comunicación explícita.

Las normas del presente Pliego prevalecerán sobre las figuradas en las normas citadas. En caso de dualidad tendrá valor preferente, en cada caso, la más restrictiva.

En general, cuantas prescripciones figuren en los Reglamentos, normas, instrucciones y pliegos oficiales, vigentes durante el período de ejecución de las obras, que guarden relación con las mismas, sus instalaciones auxiliares o con los trabajos para ejecutarlos, así como las ampliaciones o modificaciones que haya de las anteriores.

2. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS: MATERIALES

2.1. PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES

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

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

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

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

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

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

2.2. EXAMEN Y PRUEBA DE LOS MATERIALES

2.2.1. PRESENTACIÓN PREVIA DE MUESTRAS

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

- Las especificaciones y muestras necesarias para garantizar el cumplimiento del presente pliego.
- Las pruebas y ensayos necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego, o que sean solicitados por la Dirección de Obra.

- Los manuales de puesta en marcha, mantenimiento y seguridad correspondientes.

Antes de colocar cualquier elemento en obra se comprobará visualmente para garantizar que no presentan ningún tipo de daños, así como que tienen todos los elementos que lo componen y que cumplen con los requisitos del pedido y del presente pliego.

2.2.2. ENSAYOS

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

Se utilizarán para los ensayos las normas que en los diversos artículos de este Pliego se fijan.

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

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

2.2.3. GASTOS DE LOS ENSAYOS

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

2.3. MATERIAL PARA CAMA DE ASIENTO DE TUBERÍAS Y RELLENOS SELECCIONADO DE ZANJAS DE TUBERÍAS

El material empleado para formar la cama de asiento de tuberías y para el relleno seleccionado de las zanjas, estará formado por material granular seleccionado de tamaño 6/12.

2.3.1. MATERIAL GRANULAR PARA CAMA Y APOYO DE TUBERIAS

Tamaño comprendido entre 6 y 12 mm y su contenido en finos será inferior al 2% en peso.

2.3.2. ESPESOR DE CAMA

El espesor de la cama dependerá del tipo y diámetro de tubería:

- HPCC (diámetros 1200 a 800, ambos inclusive): 15 cm.
- PVC (diámetros 710 a 160, ambos inclusive): 15 cm

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

2.3.3. MATERIAL SELECCIONADO PARA RELLENO DE ZANJAS DE TUBERÍAS

El material de relleno seleccionado de las zanjás se colocará a continuación del material granular, procederá de la propia excavación, estará exento de raíces, tocones y piedras y tendrá un tamaño máximo de 20 mm.

El espesor del relleno seleccionado de zanjás será de 30 cm por encima de la generatriz superior del tubo para todos los tipos y tamaños de tuberías, tal y como se refleja en los perfiles correspondientes del presente proyecto e irá compactado al 95% P.M. con medios mecánicos.

2.3.4. MATERIAL ORDINARIO PARA RELLENO DE ZANJAS DE TUBERÍAS

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

El espesor será el indicado en los perfiles correspondientes del presente proyecto y como mínimo será de 1 m desde la generatriz superior de la tubería, o lo que es lo mismo, 70 cm por encima del espesor del relleno seleccionado.

2.3.5. MATERIAL PARA DOTAR AL TERRENO DE CAPACIDAD PORTANTE

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

2.4. MATERIAL PARA TERRAPLENES

Los materiales a emplear en terraplenes de caminos serán de las formaciones cuaternarias existentes, si cumplen las condiciones que más adelante se detallan, en caso contrario deberán ser préstamos autorizados por la Dirección de Obra de la obra.

Atendiendo a su utilización en terraplenes o rellenos, los suelos se clasificarán en los tipos siguientes, atendiendo a la clasificación vigente “Orden FOM/1382/02”:

☒ Suelo seleccionado (símbolo 2-3)

% < 2 mm	< 80
% < 0,4 mm	< 75
% < 0,08 mm	< 25
Límite Líquido (LL)	< 30
Índice de Plasticidad	< 10
% Mat. Orgánica	< 0,2
% Sales solubles, Incluido yeso	< 0,2
Tamaño máximo	Dmax ≤ 100 mm.
Asiento en ensayo de colapso (NLT254)	--
Hinchamiento en ensayo de expansión (UNE 103-601)	--
C.B.R. de Referencia	≥ 10 símbolo 2 ≥ 20 símbolo 3
Utilización	TODO EL CUERPO DEL TERRAPLÉN (CBR≥10)

☒ Suelo adecuado (símbolo 1)

% < 2 mm	< 80
% < 0,4 mm	< 75
% < 0,08 mm	< 35
Limite Líquido (LL)	< 40
Índice de Plasticidad	Si LL > 30, IP > 4
% Mat. Orgánica	< 1
% Sales solubles Incluido yeso	< 0,2
Tamaño máximo	Dmax ≤ 100 mm.
Asiento en ensayo de colapso (NLT254)	--
Hinchamiento en ensayo de expansión (UNE 103-601)	--
C.B.R. de Referencia	≥ 5
Utilización	TODO EL CUERPO DEL TERRAPLÉN (CBR≥5)

☒ Suelo tolerable (símbolo 0)

% < 2 mm	> 80
% < 0,4 mm	--
% < 0,08 mm	> 35
Limite Líquido (LL)	< 65
Índice de Plasticidad	Si LL > 40, IP > 0,73·(L-20)
% Mat. Orgánica	< 2
% Sales solubles Incluido yeso	Yeso < 5 % Otras SS < 1
Tamaño máximo	--
Asiento en ensayo de colapso (NLT254)	< 1 %
Hinchamiento en ensayo de expansión (UNE 103-601)	< 3 %
C.B.R. de Referencia	≥ 3
Utilización	NÚCLEO Y CIMIENTO (CBR≥3)

☒ Suelos marginales

% < 2 mm	--
% < 0,4 mm	--
% < 0,08 mm	--
Limite Líquido (LL)	--
Índice de Plasticidad	Si LL > 90, IP > 0,73·(L-20)
% Mat. Orgánica	< 5
% Sales solubles Incluido yeso	--
Tamaño máximo	--
Asiento en ensayo de colapso (NLT254)	> 1 %
Hinchamiento en ensayo de expansión (UNE 103-601)	< 5 %
C.B.R. de Referencia	--
Utilización	SU UTILIZACIÓN EN EL NÚCLEO DEBERÁ JUSTIFICARSE MEDIANTE ESTUDIO ESPECIAL

☒ Suelo inadecuado

% < 2 mm	Todos los suelos que no se puedan incluir en las otras categorías. Las turbas y otros suelos que contengan materiales perecederos u orgánicos tales como tocones, ramas, etc. Los que puedan resultar insalubres para las actividades que sobre los mismos se desarrollen
% < 0,4 mm	
% < 0,08 mm	
Limite Líquido (LL)	
Índice de Plasticidad	
% Mat. Orgánica	
% Sales solubles	
Incluido yeso	
Tamaño máximo	
Asiento en ensayo de colapso (NLT254)	
Hinchamiento en ensayo de expansión (UNE 103-601)	
C.B.R. de Referencia	--
Utilización	No se van a utilizar

La densidad máxima correspondiente al ensayo del Proctor Modificado no será inferior a un kilogramo ochocientos gramos por decímetro cúbico (1,80 kg/dm³).

2.5. AFIRMADO

2.5.1. PROCEDENCIA DE LOS ÁRIDOS

Los áridos a emplear, serán gravas naturales (zahorras), que pueden encontrarse en las canteras de la zona.

Las cualidades que se exigen a continuación en los siguientes apartados, son obtenibles por estas zahorras, previa a su clasificación.

2.5.2. GRANULOMETRÍA

La curva granulométrica de los áridos. Determinada mediante el empleo de los tamices ASTM, estará comprendida dentro de los husos siguientes:

TAMIZ A.S.T.M.		% en peso que pasa por el tamiz correspondiente	
Nº	mm	HUSO I	HUSO II
2"	50,8	100	-
1.5"	38,1	70 - 100	-
1"	25,4	55 - 85	100
¾"	19,1	50 - 80	70 - 100
3/8"	8,5	40 - 70	50 - 80
nº 4	4,76	30 - 60	35 - 65
Nº 10	2,00	20 - 50	25 - 50
Nº 40	0,42	10 - 30	10 - 30
Nº 200	0,07	5 - 15	5 - 15

2.5.3. DUREZA DE LAS PARTÍCULAS

La dureza de las partículas, así como su resistencia al desgaste, friabilidad y en general la calidad de las mismas, se determinará en el ensayo de desgaste de los Ángeles, debiendo exigir un coeficiente menor de 35.

2.5.4. COMPACTACIÓN

Los materiales deberán colocarse con una densidad superior al 100 % del Próctor Modificado, y con una humedad óptima, preferiblemente del 0 a + 2 % de la misma (por el “lado húmedo”).

2.5.5. CAPACIDAD PORTANTE

En el ensayo de carga con placa, se exigirán unos valores mínimos del módulo de deformación de 1.000 kg/cm² (según ensayo VSS o similar), sobre capa terminada, lo que corresponde a un índice CBR en teoría equivalente a 100.

2.5.6. TOLERANCIA GEOMÉTRICA DE LA SUPERFICIE TERMINADA

El acabado superficial deberá ser tal que las irregularidades sean menores de los 10 mm en regla de tres metros.

2.6. COMPONENTES DE HORMIGONES

2.6.1. ÁRIDOS

Los áridos a emplear en los hormigones serán productos obtenidos por la clasificación de arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas suficientemente trituradas, mezclas de ambos materiales u otros productos que, por su naturaleza, resistencia y tamaño cumplan las condiciones exigidas en este artículo y en el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio). En todo caso el árido se compondrá de elementos limpios, sólidos, resistentes, de uniformidad razonable, sin exceso de piezas planas, alargadas, blandas o fácilmente desintegrables, polvo suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

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

■ Condiciones físico-químicas

La cantidad de sustancias perjudiciales que pueden presentar los áridos no excederá de los límites indicados en la siguiente tabla y cumplirán en todos los casos lo indicado en el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio). Estos ensayos se realizarán con una periodicidad semestral.

Sustancias perjudiciales	Cantidad máxima en % del peso	
	Árido fino	Árido grueso
Terrones de arcilla UNE 146403:2018	1,00	0,25
Partículas de bajo peso específico UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013	0,50	1,00
Compuestos de azufre UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013	1,00	1,00
Sulfatos solubles en ácidos UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013	0,80	0,80
Cloruros UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013	HA y HM = 0,05 HP = 0,03	HA y HM = 0,05 HP = 0,03
Materia orgánica UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013	más claro	-----
Diferencia entre compuestos de azufre y sulfatos solubles ácidos	≤ 0,25 %	≤ 0,25 %

■ Condiciones físico-mecánicas

Los áridos cumplirán las limitaciones de la siguiente tabla y del Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de Junio). Se ensayarán como mínimo una vez al año.

Condiciones	Árido fino	Árido grueso
Friabilidad de la arena UNE 146404:2018	≤ 40	-----
Resistencia al desgaste (Desgaste de los Ángeles) UNE-EN 1097-2:2021	-----	≤ 40
Absorción de agua UNE-EN 1097-6:2014	≤ 5%	≤ 5%

■ Granulometría y forma del árido

La cantidad de finos que pasan por el tamiz 0.063 UNE-EN 933-1:2012, expresada en porcentaje del peso total de la muestra, no excederá de los valores indicados en la tabla siguiente, este análisis se realizará semanalmente.

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

Árido	% máximo que pasa por el tamiz 0,063 mm	Tipo de áridos
	16	Áridos de machaqueo calizos, clases I y II.

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

Límites	Material retenido en % en peso						
	4 mm	2 mm	1 mm	0,5 mm	0,25 mm	0,125 mm	0,063 mm
Superior	0	4	16	40	70	77	(1)
Inferior	15	38	60	82	94	100	100

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

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

La forma del árido grueso se expresará mediante su índice de lasjas, de acuerdo con la norma UNE-EN 933-8:2012+A1:2015 y será inferior a 35. Este ensayo se realizará como mínimo una vez al año.

2.6.2. AGUA

El agua empleada para la fabricación del hormigón deberá cumplir las especificaciones contenidas en la tabla siguiente y en las contenidas en el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio).

Condiciones	Norma	Valor
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
Sustancias disueltas	UNE 83957:2008	≤ 15 g/l

La toma de muestras para la realización de los ensayos se realizará según la norma UNE 83951:2008.

2.6.3. ADITIVOS

Los aditivos no estarán en una proporción superior al 5% del peso de cemento y serán conformes con la norma UNE-EN 934-2:2012 y el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de Junio).

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

En los documentos de origen, figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 934-2:2010+A1:2012, 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.

2.6.4. ADICIONES

No se emplearán adiciones en la fabricación del hormigón.

2.6.5. CEMENTO

El cemento a emplear en el presente proyecto, cualquiera que fuere la unidad de obra en que se emplee, cumplirá con las especificaciones del Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).

La cantidad mínima de contenido de cemento por m³ de hormigón será el especificado en el Código Estructural.

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.

2.6.6. HORMIGÓN

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

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

El ión cloruro total no excederá los siguientes límites:

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

La cantidad total de finos en el hormigón, resultante de sumar el contenido de partículas del árido grueso y del árido fino que pasan por el tamiz UNE 0,063 y la componente caliza, en su caso, del cemento, deberá ser inferior a 175 kg/m³.

Control de calidad

Documentación a aportar:

La planta de hormigón poseerá Certificado de Calidad de Producto del cemento, en vigor y emitido por Organismo Autorizado, conforme la norma UNE-EN 197-1, Certificado de Calidad de Producto de los aditivos empleados conforme la norma UNE-EN 934-2 así como marcado CE de los mismos, marcado CE de los áridos empleados y realizará como mínimo anualmente mediante una empresa autorizada la comprobación de todas las básculas y dosificadores de sus plantas de hormigón.

En el caso de no poseer marcado CE de los aditivos, la planta de hormigón tendrá que aportar un certificado de ensayo, con antigüedad inferior a 6 meses, realizado por un laboratorio de control según el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio), que demuestre la conformidad del aditivo con el Código Estructural, con un nivel de garantía estadística equivalente al exigido para los aditivos con Marcado CE en la norma UNE-EN 934.

En el caso de no poseer Marcado CE de los áridos, la planta de hormigón tendrá que aportar un certificado de ensayo, con antigüedad inferior a 3 meses, realizado por un laboratorio

de control según el Código Estructural, que demuestre la conformidad de los áridos con el Código Estructural con un nivel de garantía estadística equivalente al exigido para los áridos con Marcado CE en la norma UNE-EN 12620.

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, el laboratorio representante de la empresa ejecutora tomará las muestras que considere oportunas de las plantas de hormigón del adjudicatario para realizar dicho control.

Por cada 150 m³ o fracción de hormigón a colocar en la obra se determinará la resistencia a compresión de N = 2 amasadas diferentes, tomando sendas muestras para la fabricación de 4 (cuatro) probetas cilíndricas (15 x 30 cm), conservación de acuerdo con la Norma UNE-EN 12390 y rotura a compresión a edades de 7 y 28 días, según la Norma UNE-EN 12390-3.

El agua empleada para la fabricación del hormigón deberá ensayarse, conforme lo especificado en el presente pliego, como mínimo una vez al año.

2.6.7. ACERO EN REDONDOS PARA ARMADURAS

▣ Calidad de los materiales

▶ Barras

El acero a emplear en redondos para armaduras será del tipo B-500-SD y cumplirá las siguientes prescripciones contenidas en Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio) ensayadas conforme la norma UNE-EN 10002-1:

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

El acero a emplear también tendrá que cumplir el ensayo de deformación alternativa conforme la norma UNE 36065:2011 y lo especificado a continuación, siendo “d” el diámetro nominal:

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

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

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

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

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

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

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

► Mallas

El acero a emplear en las mallas será del tipo B-500-T y cumplirá las siguientes prescripciones contenidas en Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio):

Límite elástico f_y (N/mm ²)	Ensayo de tracción			Ensayo de doblado-desdoblado UNE-EN ISO 15630-1
	Carga unitaria de rotura f_s (N/mm ²)	Alargamiento de rotura sobre base de 5 \emptyset (%)	Relación f_s / f_y	
500	550	8	1,03	5 d

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

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

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

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

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

Las mallas empleadas cumplirán el ensayo de doblado-desdoblado conforme la norma UNE-EN ISO 15630-1, no presentando grietas a simple vista tras el mismo, así como el ensayo de carga de despegue (Fs) de las uniones conforme al Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio).

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

Siendo f_y el valor del límite elástico especificado y A_n la sección transversal nominal del mayor de los elementos de la unión o de uno de los elementos pareados, según se trate de mallas simples o dobles respectivamente.

+ Control de calidad

▶ Grado de oxidación excesivo

No se colocarán en la obra, las armaduras que presenten un grado de oxidación que pueda afectar a sus condiciones de adherencia. Se entenderá como excesivo el grado de oxidación cuando, una vez procedido al cepillado mediante cepillo de púas de alambre, se compruebe que la pérdida de peso de la probeta de barra es superior al 1%. Asimismo, se deberá de comprobar también, que, una vez eliminado el óxido, la altura de la corruga cumple los límites establecidos para la adherencia en el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio).

▶ Control del acero

El número y tipo de ensayos a realizar sobre el acero colocado en obra será el especificado en el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio), así como los criterios de aceptación y rechazo del mismo.

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

2.7. BANDAS PARA LA ESTANQUEIDAD DE JUNTAS DE DILATACIÓN

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

▶ Diseño

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

▶ Especificaciones técnicas

- Dilatación máxima: 10 mm.
- Movimiento de cizalladura máximo: 5 mm.
- Presión hidrostática admisible: 0,5 atm.
- Densidad: 1,27 kg/l conforme la norma UNE-EN ISO 1183.

- Temperatura de servicio: -35 a +55°C.
- Dureza Shore A: 70-75 conforme la norma UNE 53130.
- Resistencia a tracción: > 130 kg/cm².
- Alargamiento a rotura: > 250%, conforme la norma UNE-ISO 37:2013.
- Ancho: 15 cm.

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

2.8. JUNTAS DE PERFIL HIDROEXPANSIVO

Las juntas de perfil hidroexpansivo se colocarán entre los diferentes paños de reparación del canal.

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

Perfiles hidroexpansivos

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

► Diseño

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

► Especificaciones técnicas:

CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO
CAMBIO DE VOLUMEN	7 DÍAS INMERSO EN AGUA \geq 100%	DIN 53521

CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO
	14 DÍAS INMERSO EN AGUA $\geq 150\%$ 10 CICLOS SECO-HÚMEDO $\geq 100\%$	
PRESIÓN DE HINCHAMIENTO	15 BARES DESPUÉS DE 7 DÍAS SUMERGIDO EN AGUA	-
RESISTENCIA A TRACCIÓN	$\geq 2,5 \text{ N/MM}^2$	DIN 53504
DUREZA SHORE A	75 \pm 5	DIN 53505
ALARGAMIENTO A ROTURA	$\geq 250\%$	DIN 53504

► Adhesivo

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

2.9. IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS ENTERRADOS

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

✚ Diseño

- El impermeabilizante será emulsión bituminosa de consistencia viscosa y aplicación en frío. Cumplirá las especificaciones de la norma UNE 104231:99 así como las que se indican a continuación:
 - Fácil aplicación.
 - Resistencia química.
 - Estabilidad térmica.
 - Resistencia al agua.
 - Durable.
 - Exento de disolventes.
 - Consistencia pastosa.
 - Gran adherencia a soportes porosos.

► Especificaciones técnicas

- Viscosidad a 20°C: 10-30 poises.
- Densidad a 20°C: 0,9 - 1,1 g/cm³.
- Contenido en agua: 50%.
- Color: pardo oscuro.
- Toxicidad: nula.
- Inflamabilidad: nula.
- Tiempo de secado a 20-25 °C y 50% de humedad relativa: 24 horas.
- Temperatura de aplicación: >= 5°C.

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

2.10. LÁMINA GEODRENANTE

La lámina geodrenante que se colocará en la Estación de Bombeo estará formada por una lámina de Polietileno de Alta Densidad y un geotextil de polipropileno.

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

✚ Diseño

- Funcionamiento como drenaje de agua y protección de la impermeabilización del muro.
- Drenaje estable, fiable, imputrescible y resistente a las raíces y a los hongos.
- Buena resistencia a la compresión, cada nódulo de la estructura está unido directamente al geotextil.
- Fácil de transportar e instalar.
- Color: verde.
- Peso: 620 g/m².
- Altura del nódulo: 8 mm.

✚ Lámina de Polietileno de Alta Densidad

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

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

✚ Geotextil de polipropileno

El geotextil será de polipropileno y cumplirá las siguientes especificaciones.

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

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

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

2.11. TUBERIAS DE PVC

Las tuberías de policloruro de vinilo (PVC) cumplirán las especificaciones de la Norma UNE-EN ISO 1452-1-2:2010.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la norma UNE-EN ISO 1452-1-2:2010 para los diámetros y presiones del proyecto, no será necesario realizar un control de calidad de la tubería de PVC, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado, realizará el control expuesto en el presente pliego, cumplirá las especificaciones indicadas en el presente pliego y aportará con el primer envío 3 unidades completas o 3 probetas de tamaño suficiente de cada tipo de tubería que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

2.11.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Aspecto

Las superficies internas y externas de los tubos deben ser lisas, limpias y exentas de ranuras, cavidades y otros defectos superficiales.

Cada extremo del tubo debe cortarse limpiamente y perpendicular a su eje.

El color de los tubos debe ser gris o azul y uniforme en todo el espesor de la pared.

Juntas

Elastómeros de dureza mínima IHRD 70 conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:99/2002/2006.

Resistencia mínima requerida

La resistencia mínima requerida, tal como se define en la Norma UNE-EN 1452-1:2010, será de al menos 25 Mpa. El ensayo se efectuará conforme con la Norma UNE-EN ISO 1167-1-2:2006.

Densidad

La densidad del tubo a 23°C, medida de acuerdo con la ISO 1183-1-2-3:2019/2000, debe estar comprendida entre los siguientes límites:

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

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.

2.11.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Diámetros

El diámetro exterior nominal, el diámetro exterior medio y la ovalación se mediarán de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 3126:2005 ERRATUM:2007 y estarán dentro de las tolerancias dadas en la tabla 1 de la Norma UNE-EN 1452-2:2010.

Espesor de la pared

El espesor de la pared nominal debe ser conforme con la tabla 2 de la Norma UNE-EN 1452-2:2010.

2.11.3. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Resistencia al impacto

Los tubos con un espesor de pared nominal igual o inferior a 14,9 mm, ensayados a 0°C de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 3127:2018, tendrán un porcentaje real de roturas no superior al 10%. El procedimiento de muestreo en todos los casos será conforme a la Norma UNE-CEN/TS 1452-7:2014 (Ratificada).

Resistencia a la presión interna

Los tubos resistirán sin reventamiento ni fuga el esfuerzo hidrostático inducido por la presión hidrostática interna ensayado de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 1167-1-2:2006.

2.11.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

El tubo debe tener unas características físicas conformes con los requisitos dados en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO
Temperatura de reblandecimiento Vicat	≥ 80 °C	UNE-EN ISO 2507-1-2-3:2018
Retracción longitudinal	Máximo 5%	UNE-EN ISO 2505:2006
Grado de gelificación	Sin ataque en ningún punto de la probeta.	UNE-EN ISO 9852:2018

2.11.5. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

El tubo de PVC no contendrá 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 6401:2023.

2.11.6. UNIONES

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

Las embocaduras se someterán a los siguientes controles geométricos de acuerdo con la Norma UNE-EN 1452-2:2010:

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

2.11.7. 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:

- Número de la Norma de Sistema
- Nombre del fabricante y/o marca comercial
- Diámetro exterior nominal y espesor de pared
- Presión nominal
- Información del fabricante: un nombre o código para la ciudad de fabricación y el periodo de fabricación, año, en cifras o en código
- Número de la línea de extrusión, si no está incluida en la información del fabricante.

2.12. TUBERÍAS DE PVC-O

2.12.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta especificación establece las propiedades de un sistema de canalización fabricado en policloruro de vinilo orientado (PVC-O) que no esté expuesto a radiación solar directa, y sea destinado al suministro de agua con presión.

2.12.2. NORMATIVA Y GENERALIDADES

Las tuberías de policloruro de vinilo orientado (PVC-O) cumplirán las especificaciones de la Norma UNE-EN 17176, si bien en el presente pliego se incluyen restricciones mayores respecto algunos apartados de la citada norma. Las juntas elastoméricas cumplirán lo especificado en la norma UNE-EN 681-1 vigente.

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.

2.12.3. 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:

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 (r_m) 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 17176:2019.

Presión de servicio admisible (PFA)

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

PFA = PN (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 x PFA, con un máximo de PFA + 5 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.

2.12.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES

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

⊞ Aspecto

Las superficies internas y externas de los tubos deben ser lisas, limpias, exentas de ranuras, burbujas, cavidades, rechupes y otros defectos superficiales 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 uniforme en todo el espesor de la pared, con tonalidad opaca que evite la penetración de la luz exterior.

⊞ 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.

⊞ Densidad

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

La densidad del tubo a 23°C, cuando sea medida de acuerdo con la UNE-EN ISO 1183, debe estar comprendida entre los siguientes límites:

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

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.

Marcado

Los tubos deberán marcarse conforme a la norma UNE-EN 17176-2:2019 apartado 13.

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 (Apartado 6.3), para la clasificación de material declarada por el fabricante (clase 315, 355, 400, 450 ó 500). La clase de utilización será la clase 500.

		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
σ_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.

2.12.5. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

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 y serán conformes con la Norma ISO 161-1. Las tolerancias del diámetro exterior medio deben de ser conformes con el grado C de la norma ISO 11922-1. Las tolerancias de la ovalación deben de ser conformes con el grado M de la ISO 11922-1. 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.

✚ 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.

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

✚ 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.

✚ 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 17176:2019.

✚ 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.

2.12.6. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Los tubos deberán cumplir con los siguientes requerimientos mecánicos:

✚ 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

■ 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 y en base al ensayo de las Normas UNE-EN ISO 1167-1 y UNE-EN ISO 1167-2

Adicionalmente, la conducción formada por tuberías, juntas y accesorios deberá, una vez instalada, superar la prueba hidráulica según norma UNE-EN 805.

■ 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 y en base al ensayo de las Normas UNE-EN ISO 1167-1y UNE-EN ISO 1167-4.

■ Resistencia al impacto externo a 0°C

Los tubos ensayados a impacto 0°C de acuerdo con la Norma ISO 3127, tendrán un porcentaje real de roturas (TIR) no superior al 10% cuando se utilicen las masas indicadas en la tabla 6 de la norma UNE-EN 17176-2:2019 apartado 9.2. El radio del percutor de impacto será de 12,5 mm.

■ 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:

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

■ 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.

2.12.7. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Los tubos de PVC-O, para el ensayo de tracción, al realizar los ensayos, acordes con la norma ISO 6259-2, los tubos deben tener una resistencia mínima a la tracción de 48 MPa y sus características estarán a lo recogido en la siguiente tabla:

Características físicas				
Característica	Requisitos	Parámetros de ensayo		Método de ensayo
Temperatura de reblandecimiento Vicat (VST) ^a	≥80 °C	Se debe ajustar a la Norma ISO 2507-1		ISO 2507-1
Resistencia al diclorometano a una temperatura específica ^b	Sin ataque ^c	Temperatura del baño Duración de la inmersión	(15±1) °C 15 min	EN ISO 9852
Resistencia a la tracción uniaxial ^b	≥48 Mpa	Velocidad Temperatura	(5±1) mm/min (23±2) °C	EN ISO 6259-1 e ISO 6259-2
DSC ^b	Temperatura inicial B ≥185 °C ^d	Se debe ajustar a la Norma ISO 18373-1	Número de probetas: 4	ISO 18373-1

a A realizar sobre el tubo original de materia prima o sobre un tubo retraído.

b El fabricante debe elegir un método de ensayo para el control de la producción en fábrica, teniendo en cuenta la reglamentación nacional o política interna de salud y seguridad. En caso de conflicto, se debe utilizar el método DSC.

c Los puntos aislados inferiores a 2 mm no se deben considerar como ataque.

d Para formulaciones estabilizadas basadas en CaZn y compuestos orgánicos, la temperatura inicial B deber ser ≥ 180 °C.

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 conforme al Apartado 5.1 de la UNE-EN 17176-1.

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 6401:2023.

2.12.8. 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.
- 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.

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.

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, arañosos, 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.

2.12.9. 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 vigente.

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 y debe estar conforme con la clase apropiada (clase dureza IHRD entre 50 y 60, conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:99/2002/2006. 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.

Las dimensiones de las embocaduras para unión por junta elastomérica se corresponderán a lo especificado en la UNE-EN 17176:2019. 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.

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 sollicitaciones 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.

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 Norma UNE-EN 17176-5:2019 (PVC-O).

Los montajes con uniones con junta de estanqueidad elastomérica con desviación angular se ensayarán según la norma UNE-EN ISO 13845. Método de ensayo de estanquidad a presión interna y con desviación angular).

Las juntas tendrán marcado CE.

2.12.10. 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.

2.12.11. ACCESORIOS PARA TUBERÍAS

Los accesorios podrán ser de PVC-O, fundición de hierro o de acero, a elección de la Dirección de Obra, siempre provistos de adaptadores y juntas adecuadas para su conexión con los tubos de PVC-O.

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:

MATERIAL DE LA JUNTA		
Accesorios fundición	de	- . 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.

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. El resto de las dimensiones de las piezas quedan definidas en el apartado de piezas especiales metálicas del presente pliego.

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.

2.12.12. 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, incluyendo los ensayos de estanqueidad a largo plazo conforme a la norma ISO 13846.

2.12.13. 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.

2.12.14. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ESPECÍFICAS Y ELEGIBLES

Se valorará positivamente que la empresa fabricante se encargue 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, para las diferentes presiones de diseño de los tubos deberá ser superior a los valores de la siguiente tabla:

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

Se valorará positivamente que se garanticen los valores de rigidez anular inicial mínima de la siguiente tabla determinada conforme a la Norma ISO 9969.

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

2.12.15. PLAN DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

▣ 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 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. 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, incluyendo los ensayos de estanqueidad a largo plazo conforme a la norma ISO 13846 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/IEC 17065:2012, 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.

El producto final podrá ser controlado a través de una empresa acreditada externa de control de calidad contratada por el Constructor a tal efecto.

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

Independientemente del Plan de Calidad genérico aquí planteado, el Promotor/Dirección de Obra podrá requerir una intensificación de ensayos y frecuencias. El Promotor/Director de Obra validará la planificación concreta de ensayos y de suministro propuesta por la Constructora en tal caso.

El Fabricante dispondrá de laboratorio para el control de materias primas y productos acabados.

En ellos se realizarán los siguientes ensayos y controles:

- De la materia prima.
- Del proceso de fabricación
- De los productos acabados

► **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

En principio, los ensayos de recepción se dejan al libre criterio del fabricante.

Los ensayos que sea preciso efectuar en laboratorios designados por la Administración como consecuencia de interpretaciones dudosas de los resultados de los ensayos en fábrica o en obra, serán abonados según el punto COSTE Y ABONO DE LOS ENSAYOS.

Ensayos del proceso de fabricación

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

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

► Ensayos del producto acabado

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

✚ Plan general y plan específico de ensayos

El Plan de General de Ensayos que aquí se plantea es un plan general de mínimos. Cada actuación particular, bajo el criterio del Promotor/Director de Obra se reserva el derecho de intensificarlo, si las circunstancias particulares de la actuación así lo requieren. En todo caso, este Plan General de Ensayos requerirá su adaptación concreta a las particularidades (metrajes y rango de productos) de cada actuación, a través del Plan Específico de Ensayos de la Actuación.

El Plan General de Ensayos se basa en la definición de 2 tipos de ensayos:

- Ensayos de autocontrol: son los ensayos de control ordinario del proceso de fabricación que el fabricante de la tubería realiza, para garantizar el cumplimiento de la normativa y que se ajustan a los requerimientos de la Certificación de Producto. Estos autocontroles tendrán que aportarse siempre para todos los lotes de la tubería suministrada.
- Ensayos de contraste: Son los ensayos mínimos que se plantean realizar en este Plan General de la Ensayos. Se realizan sobre muestras elegidas al azar, seleccionadas de entre los lotes que vayan a suministrarse para la actuación concreta. Se realizarán en laboratorio externo acreditado y/o en las instalaciones propias del fabricante (laboratorio de fábrica). En principio, los ensayos de contraste se realizarán siempre en laboratorio externo acreditado. 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.

El Plan Específico de Ensayos de la Actuación es la concreción para cada actuación (proyecto/ obra) de lo definido para el Plan General de Ensayos. Requerirá una definición precisa del número de ensayos (en función del metraje que componga el suministro requerido por cada actuación concreta, y por aplicación de las frecuencias de ensayo mínimas definidas en el Plan General de Ensayos) y tipo (especificando qué propiedades mecánicas -2, al menos- se ensayan a cada referencia -DN/PN-). No obstante, el Plan de Calidad Específico de la Actuación podrá recoger las particularidades que se requieran (incremento del número de propiedades ensayadas o frecuencia de ensayos), cuando el Promotor/ Director de Obra, o el propio Constructor, así lo estimen oportuno.

Ensayos en fábrica y/o laboratorio externo

Por defecto y como mínimo, se aplicará lo definido en el Plan General de Ensayos, que incluirá ensayos de contraste aleatorios en laboratorio externo y/o en laboratorio interno del fabricante, para verificar las propiedades de los tubos suministrados.

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.

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/Dirección de Obra y el Constructor/ Proveedor) de realizar el plan de ensayos previsto en el laboratorio interno del fabricante, como anticipo, en el que se aplicarán los criterios y frecuencias descritas en el párrafo anterior. Los resultados de los ensayos en el laboratorio interno del fabricante servirán para validar los envíos de lotes a obra y proceder a su instalación. En todo caso, se mantendrá la realización de ensayos en laboratorio externo con posterioridad cuyos resultados no deben ser dispares del anticipo ofrecido por el laboratorio interno del fabricante. En este supuesto todas las partes asumen lo contenido en el apartado ENSAYOS NO CONFORMES Y COSTES DERIVADOS

En el caso en que el Promotor/Dirección de Obra acuerde con el Constructor/ Proveedor que el material objeto de suministro se fabricará específicamente para una Actuación concreta -obra- (es decir, que no se utilizará material de stock del fabricante previamente fabricado), el fabricante deberá avisar con diez días de antelación, como mínimo, del comienzo de la fabricación de los materiales objeto de suministro con objeto de que el

Promotor/Dirección de Obra, si así lo estima pertinente, pueda designar algún representante para visitar e inspeccionar el proceso de fabricación de los componentes así como la realización en fábrica de ensayos de contraste (si así se ha especificado) de los lotes a suministrar.

Si el Promotor/Dirección de Obra acuerda con el Constructor/ Proveedor que acepta el suministro de material previamente fabricado y en stock del fabricante (por necesidades en los plazos de suministro o conveniencia para ambas partes), el fabricante aportará, como mínimo, los ensayos ordinarios de control interno realizados por el fabricante para todos los lotes suministrados antes del suministro del material a obra. El Promotor/Dirección de Obra se reserva el derecho de establecer un plan de calidad específico para verificar los resultados recibidos. En el caso de que el material esté fabricado con antigüedad superior a 1 año, el Promotor/Dirección de Obra solicitará un plan de ensayos concreto para verificar las prestaciones del material, la realización de la totalidad de los ensayos incluidos en dicho plan, tanto directos como indirectos se acogerá a lo especificado en el punto COSTE Y ABONO DE LOS ENSAYOS.

Cuando las pruebas realizadas por el fabricante no se consideren satisfactorias, a juicio del promotor, éste podrá requerir la realización de pruebas contradictorias en un laboratorio acreditado oficialmente, en cuyo caso, el coste de estas pruebas será por cuenta del Constructor/ Proveedor, hasta un importe máximo del 3% del valor del suministro.

Ensayos a realizar

▶ **Control dimensional de tubo y embocadura:**

Tal como se define en la Norma UNE-EN 17176:2019.

▶ **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 y la Norma UNE-EN 17176:2019.

▶ **Resistencia al Impacto:**

Tal como se define en la Norma ISO 3127:2018.

▶ **Determinación de las propiedades de Tracción:**

Tal como se define en la Norma ISO 6259-2:2021.

▶ **Rigidez anular**

Tal como se define en la Norma ISO 9969

Una vez ensayados los tubos y sean positivos se validará el pedido para poder enviar a obra.

En cualquier caso, el promotor podrá realizar los ensayos y/o comprobaciones que considere oportunas para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

Coste y abono de los ensayos

Los ensayos definidos en el Plan Específico de Ensayos de la Actuación y que sean realizados en laboratorio del fabricante no supondrán coste alguno para el Promotor/ Director de Obra, ni para el Constructor. El coste íntegro lo asumirá el Fabricante/ Proveedor de la tubería.

Los costes de los ensayos realizados en laboratorio externo (y previsto en el Plan Específico de Ensayos de la Actuación) se tratarán de la siguiente manera: Cuando la empresa constructora haya ganado la adjudicación en una licitación pública, los ensayos serán abonado por el Constructor conforme al porcentaje de control de calidad firmado en el contrato de ejecución de las obras y no tendrán, por tanto, ningún coste para el Promotor/ Director de Obra. Cuando la empresa constructora haya recibido la adjudicación por encomienda directa de gestión, los ensayos serán abonados por el Constructor y repercutidos, posteriormente, para su abono -a través de la justificación en facturas estipulada- en la correspondiente certificación, contra el capítulo presupuestario de Control de Calidad de la obra.

Planes de muestreo

El Promotor/Dirección de Obra tendrá derecho a inspeccionar los tubos o a presenciar la fabricación y ensayos de calidad de los tubos. Dicha inspección no debe eximir al fabricante de la responsabilidad de suministro de productos que cumplan con las normas aplicables de la presente especificación.

No se realizarán las pruebas si no se cumplen en su totalidad los requisitos metodológicos establecidos en cada uno de los apartados de la norma UNE-EN 17176:2019 referentes a los ensayos anteriormente citados.

El Promotor/Dirección de Obra se reserva el derecho de realizar planes de muestreo adicionales a los propios del fabricante. En principio, tal y como se ha expuesto en el apartado anterior se plantea realizar los ensayos tanto en fábrica como en laboratorio externo para poder validar los mismos y así dar visto bueno al lote.

La selección de muestras aleatorias sobre las que se realizará el Plan Específico de Ensayos de la Actuación previsto la realizará el Promotor/ Director de Obra, garantizando la trazabilidad de las mismas y atendiendo a las indicaciones que los laboratorios externos

puedan facilitar. En general, se procurará elegir un trozo de tubo que contenga el marcado del fabricante.

A los efectos de la extracción de muestras estadísticamente representativas, para la realización de los ensayos de contraste definidos anteriormente, se utilizarán los lotes de control definidos en el punto 4.5 del presente pliego, salvo que se expliciten por el Promotor/Dirección de Obra agrupaciones de aquellos al único fin de mejorar su representatividad.

Sobre cada lote de control se muestreará (en fábrica o en acopio de obra, según las necesidades concretas de la obra) la tubería necesaria para el plan de ensayos previsto. De forma general se seleccionará un tubo por DN/PN (salvo que el laboratorio reclame más cantidad de muestra). Entendiendo como lote de control al conjunto de la tubería, que puede estar conformada por uno o varios lotes de fabricación, que es empleado en las actuaciones del Promotor/Dirección de Obra como parte representativa del conjunto. Siendo, a su vez el lote de fabricación, el lote con el que viene marcado cada tubo, con la codificación propia de cada fabricante, y que hace referencia al conjunto de tubos fabricados en un mismo periodo con características equivalentes. Esta división atiende a criterios definidos por el fabricante en función de la Reglamentación y la Normativa Técnica de referencia, el Promotor/Dirección de Obra no interviene en ningún caso.

Para ello, se desplazará a las instalaciones del fabricante, al menos, un representante del constructor con el conforme del Promotor/ Director de Obra o incluso un representante del promotor que seleccionará las muestras necesarias a remitir al laboratorio externo y los resultados servirán para aceptar o rechazar el lote de control. Como se ha mencionado previamente, es posible que por motivos de urgencia en el suministro el promotor/dirección de obra acepte llevar a cabo dichos ensayos en el laboratorio interno del fabricante para validar los lotes y proceder a su montaje sin eximir de la realización posterior de los ensayos en laboratorio externo, asumiendo por las partes lo contenido en el apartado ENSAYOS NO CONFORMES Y COSTES DERIVADOS.

Valores de referencia y parámetros de aceptación

En relación con los criterios de aceptación, se aceptará el lote de fabricación en función del cumplimiento de la totalidad de los parámetros (o valores de referencia) establecidos en la norma de producto UNE-EN 17176.

El Promotor/Dirección de Obra podrá exigir al Constructor/ Proveedor cuantas 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.

Cuando las pruebas realizadas por el Constructor/ Proveedor no se consideren satisfactorias, a juicio del Promotor/Dirección de Obra, ésta podrá requerir la repetición de los ensayos, considerados como ensayos contradictorios, en un laboratorio acreditado oficialmente, en cuyo caso, el coste de estas pruebas será por cuenta del Constructor/ Proveedor, hasta un importe máximo del 3% del valor del suministro.

Una vez se reciban los resultados de los ensayos de laboratorio, se remitirá una copia de los mismos al Promotor/Dirección de Obra.

Cada lote de fabricación que llegue a una actuación deberá ir acompañado del correspondiente informe de ensayos del control de producción interno del fabricante, que será trazable con los tubos mediante un código marcado en los propios tubos.

Los tubos se aceptarán si los resultados de los ensayos de laboratorio solicitados por el Promotor/Dirección de Obra cumplen con los valores definidos en la UNE-EN 17176-2. Asimismo, estos resultados deberán ser coherentes con los valores declarados por el fabricante en los informes de ensayo del control de producción en fábrica.

Cada DN/PN conforme valida su metraje correspondiente a todo el lote de control (según la definición del Apartado 4.5). Por su parte, en caso de detectarse una No Conformidad (NC de ahora en adelante), se rechazará el lote de fabricación de la referencia (DN/PN) concreta a la que pertenece, volviéndose a solicitar su fabricación y reposición. Sobre la tubería repuesta, se repetirán los ensayos de control previstos.

En aquellos casos en los que una NC afecte a una referencia (DN/PN) de un lote de control que, a su vez, estuviera conformado por varios lotes de fabricación con esa misma referencia (DN/PN), cabe actuar según alguna de las siguientes opciones:

- Solamente se rechazará el lote de fabricación afectado por la NC, repitiéndose el control experimental sobre la tubería repuesta y los otros lotes de fabricación con esa misma referencia (DN/PN), o bien;
- Se rechazará todo el metraje de la referencia (DN/PN), incluyendo todos sus lotes de fabricación.

En cualquier caso, todas las NC deberán ser puestas en conocimiento del Promotor/Dirección de Obra quien, junto con el personal de la actuación y, en su caso, la Dirección Facultativa, resolverá la mejor solución a adoptar.

Los ensayos solicitados por el Promotor/Dirección de Obra en laboratorios externos no están enfocados como un control estadístico, sino más bien como en control de verificación. De acuerdo con esto, un resultado positivo confirma la premisa de que el producto es conforme y, por tanto, se acepta totalmente la referencia DN/PN del lote de

control. En caso de resultado NC, solo se rechaza el metraje de la referencia DN/PN del lote de fabricación, esto es, se rechaza una parte del lote de control.

Sólo se aceptarán NC dimensionales (para los controles realizados sobre las muestras enviadas al laboratorio) cuando los demás parámetros hayan resultado positivos. En esos casos, además, se solicitará al fabricante una extensión de garantía a 15 años y un informe técnico justificativo de la idoneidad de la tubería fabricada aún a pesar de presentar desviaciones dimensionales.

En caso de resultados anómalos o dudosos, cabe la posibilidad de intensificar el plan de ensayos previsto para tratar de ampliar información y salir de dudas. En cualquier caso, los resultados anómalos serán en última instancia valorados por el comité de expertos del Promotor/Dirección de Obra -Cliente quien tomará la decisión última sobre su idoneidad y aptitud para instalación. Una vez validada la tubería del lote de control correspondiente se procederá a su instalación.

Determinación de lotes

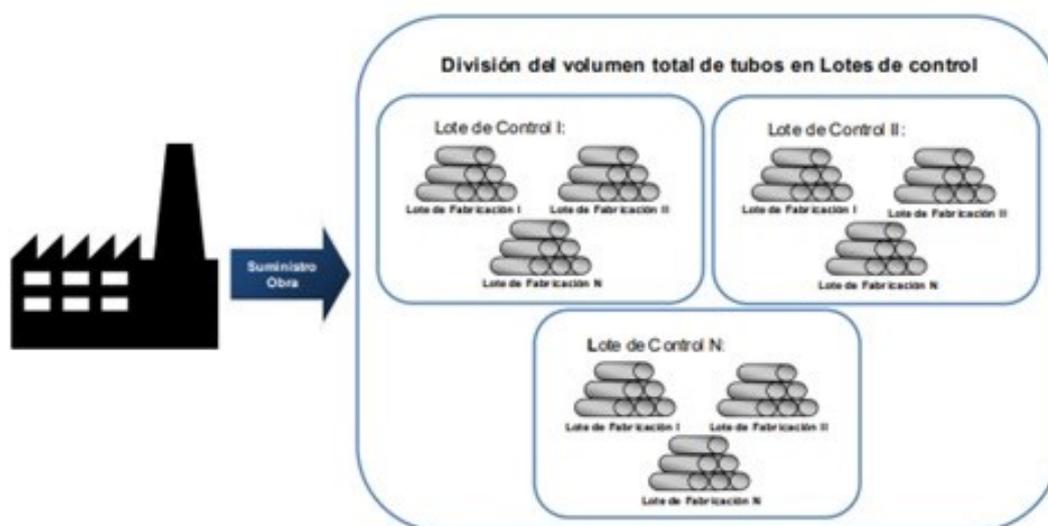
Se denominará lote de fabricación al lote con el que viene marcado cada tubo, con la codificación propia de cada fabricante, y que hace referencia al conjunto de tubos fabricados en un mismo período con características equivalentes. Esta división atiende a criterios definidos por el fabricante en función de la Reglamentación y la Normativa Técnica de referencia, el Promotor/Dirección de Obra no interviene en ningún caso.

Se denominará lote de control al conjunto de tubería, que puede estar conformada por uno o varios lotes de fabricación, que es empleado en las actuaciones del Promotor/Dirección de Obra como parte representativa del conjunto.

El lote de control lo determinará en cada caso el Promotor/ Dirección de Obra, de acuerdo con la planificación y necesidades de la obra. Dicha división se realizará respetando las siguientes indicaciones:

- Un mismo lote de control no podrá incluir tubos de diferentes fabricantes o, en caso de que sean de un mismo fabricante, tubos de distintas fábricas;

Esquema 1: Procedimiento General de División en Lotes de Control



Una vez definidos, se trasladará al Constructor/ Proveedor la composición de estos lotes y los plazos necesarios de suministro, de cara a planificar de la manera más eficiente posible el control de los mismos.

Durante la ejecución de la actuación, el responsable guardará la información referente a la composición de cada lote de control y los ramales de instalación de cada uno de estos lotes (incluyendo la ubicación de los lotes de fabricación). De esta manera, se garantizará a futuro la perfecta trazabilidad de la tubería instalada en cada tramo, y en caso de necesidad, se podrá recuperar el plan de ensayos y los resultados obtenidos.

❏ Determinación del plan de ensayos

Una vez definidos los lotes de control, se aplicará el Plan General de Ensayos, de acuerdo a las frecuencias y ensayos mínimos propuestos en el presente Pliego, a las necesidades concretas de la Actuación, dando lugar al Plan Específico de Ensayos de la Actuación. El Plan Específico de Ensayos se consensuará con laboratorio de control externo a la vista de la composición de los lotes de control. Esta propuesta será planteada por constructor y validada por el el Promotor/Director de Obra de la actuación para que, llegado el caso, incluir las modificaciones oportunas.

De manera general, el Plan General de Ensayos previsto para su realización en laboratorio recogerá, como mínimo, los controles indicados en la tabla 9. Asimismo, el Plan Específico de Ensayos deberá definir qué controles, de entre los dispuestos en las citadas tablas, son

de aplicación en cada caso, pues no todos parámetros serán ensayados en todas las muestras (salvo el control dimensional, que sí se realizará en todos los casos).

En conclusión, el Plan General de Ensayos se aplicará íntegramente sobre el lote de control, pero sobre las diferentes muestras extraídas del lote de control solo se ensayarán ciertos parámetros (seleccionados según las características particulares de los tubos que integren esas muestras, resultando en el Plan Específico de Ensayos de la Actuación).

Plan de ensayos general para el control de tubos de PVC-O			
Parámetro	Requisito	Referencia	Método de ensayo
Control dimensional: - Diámetro exterior - Espesor - Ovalación	DE: Grado C de Norma ISO 11922-1. Espesor: Según fabricante o, por defecto, Grado W de Norma ISO 11922-1 Ovalación: Grado M de Norma ISO 11922-1	Punto 7.3 UNE-EN 17176-2	UNE-EN ISO 3126
Control dimensional: - Dimensiones de las embocaduras	Ver valores y tolerancias en ref.	Punto 7.4 UNE-EN 17176-2 juntas de estanqueidad elastoméricas Punto 7.5 para uniones por encolado	UNE-EN ISO 3126
Control dimensional: - Extremos lisos de los tubos para las uniones con juntas elastoméricas	Ángulo mínimo de chaflán (β): $12^\circ \leq \beta \leq 15^\circ$	Punto 7.6 Figura 1 UNE-EN 17176-2	UNE-EN ISO 3126
Tracción uniaxial	Esfuerzo mínimo ≥ 48 Mpa	Punto 10 Tabla 4 UNE-EN 17176-2	UNE-EN ISO 6259-1 e ISO 6259-2
Resistencia al Diclorometano a una temperatura dada	Sin ataque en ninguna zona de la superficie de la probeta	Punto 10 Tabla 8 UNE-EN 17176-2	ISO 9852
Resistencia a presión hidrostática 20 °C durante 10 h	Sin fallo durante el ensayo	Punto 9.1 UNE-EN 17176-2	UNE-EN ISO 1167-1 UNE-EN ISO 1167-2
Resistencia al impacto	Procentaje Real de Roturas (TIR) $\leq 10\%$	Punto 9.2 Tabla 6 UNE-EN 17176-2	EN ISO 3127
Rigidez anular	Ver valores y tolerancias en norma de ref.	Punto 9.3 Tabla 7 UNE-EN 17176-2	EN ISO 9969

Traducciones no literales extraídas de la ISO 11922-1:

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.

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 $(0,1 \cdot e_{ymin} + 0,2)$ mm, redondeando a 0,1 mm.

Grado M: la tolerancia será de $0,024 \cdot d_n$ redondeando a 0,1 mm, con un valor mínimo de 1,00 mm.

✚ Control dimensional en obra

Además de los controles habituales en la recepción de la tubería en obra, y como control interno adicional, en aquellos casos en los que se tengan dudas sobre las tuberías o existan antecedentes de reiterados incumplimientos por parte del proveedor, podrá acordarse con el Promotor/Dirección de obra realizar un control dimensional aleatorio sobre la tubería recibida en cada lote. Este control dimensional no es más que un primer indicador global y rápido sobre la calidad del tubo. Sólo en caso de importantes desviaciones dimensionales (detalladas a continuación) se rechazarán tubos con motivo exclusivo del criterio de control dimensional (en mediciones realizadas en obra). De forma ordinaria, en los ensayos en fábrica o laboratorio externo, el control dimensional deberá llevar aparejado un respaldo en ensayos mecánicos para, en última instancia, evaluar la bondad de los tubos.

Los criterios expuestos a continuación para aceptar o rechazar tubos en base exclusiva a control dimensional (sin respaldo de ensayos mecánicos) sólo aplican para los controles dimensionales en obra. No serán de aplicación estos criterios de aceptación o rechazo sobre los controles dimensionales a las mediciones realizadas en laboratorio ya que, en ese caso, se dispone de información más amplia y relevante (que complemente la información aportada por el control dimensional) relacionada con los ensayos mecánicos y que deberá ser valorada en su conjunto. No cabe, por tanto, aplicar criterios exclusivistas dimensionales para la aceptación o rechazo de tubos en los ensayos de laboratorio.

▶ Metodología del control dimensional (espesor) en obra

- Las medidas se realizarán con un aparato de medida apropiado (micrómetro, preferentemente, con una resolución de 0,05 mm y una incertidumbre máxima de 0,1 mm).
- En el proceso de medida no se debe de aplicar ninguna fuerza sobre los tubos, ya que esto podría provocar deformaciones locales y desvirtuar la naturaleza de los resultados.
- Si se aprecian defectos superficiales a simple vista (rayas, ampollas, incrustaciones), se debe tener en cuenta su efecto sobre la medida.
- Se deberá medir en las condiciones más uniformes posibles (preferentemente, en el entorno de temperatura de 23° C). Si la temperatura de ensayo difiere mucho de este valor, debe de tenerse en cuenta la posibilidad de que se presenten desviaciones.
- Las medidas se realizarán sobre el extremo macho del tubo, una vez superada la zona de bisel.
- Los extremos hembra no se medirán (dado que el extremo accesible para la medida está fuera de la zona de trabajo de la campana -más allá de la junta elástica- y, por tanto, es la zona que no va a estar en contacto con el agua ni sometida a presión).

- El número de determinaciones en cada tubo será: a) Para $DN \leq 90$ se medirán 4 puntos equidistantes. b) Para $110 < DN \leq 280$ se medirán 8 puntos equidistantes. c) Para $DN \geq 315$ se medirán 12 puntos equidistantes.
- El espesor medido, con una precisión máxima de décimas de mm (0,1 mm), deberá ser superior al espesor mínimo marcado por norma para cada DN/PN.
- Se recomienda que los operarios que midan sean siempre los mismos y tengan la experiencia adecuada.

► Frecuencia

La frecuencia máxima de los tubos a medir en obra la fijará en colaboración con la DO, con un valor máximo de un tubo por palé. Siendo ésta la frecuencia de aplicación del control dimensional en obra, los rechazos posibles derivados de las NC dimensionales aplicarán al palé concreto que resulte con desviaciones inadmisibles. Nunca al lote de fabricación completo. Es decir, los ensayos de laboratorio sirven para validar lotes completos de control, mientras que los controles dimensionales en obra sirven para aceptar o rechazar pequeñas cantidades de muestra (palés, como propuesta inicial).

► Valoración de resultados dimensionales en obra

Los criterios para aceptar los controles dimensionales en obra serán los indicados a continuación:

- Se permitirá que hasta un 10% de las medidas realizadas por lote de control (no por tubo) estén fuera de los rangos de espesores nominales definidos en la UNE-EN 17176-2, siempre y cuando no más del 5% del total de las medidas realizadas obtengan valores de espesor por debajo del mínimo admisible.
- El valor del espesor mínimo admisible vendrá definido como el espesor mínimo marcado por norma para la combinación DN/PN, menos un 5%.

Las normas de referencia para tubos de PVC-O definen el límite de espesor nominal mínimo, por lo que el incumplimiento de estos valores, por defecto, se entenderá como una medida fuera de rango.

🧩 Ensayos no conformes y costes derivados

El promotor/Director de obra solicitará la realización los ensayos indicados en el plan de calidad específico de la actuación a los lotes suministrados. En caso de no aceptación de los ensayos (de acuerdo a los criterios de decisión explicados en apartados previos) el lote será rechazado y, el Promotor/Dirección de Obra reclamará al contratista/ proveedor:

- Reposición de la totalidad del lote afectado, incluida la retirada del material desechado.

- Abono de las facturas de laboratorio de los lotes rechazados

El Promotor/Dirección de Obra solicitará una planificación de entrega de material, lo más ajustada posible. No obstante, el Contratista/ Proveedor garantizará que las entregas en obra de los distintos suministros parciales (lotes de entrega), el material que los conforma, cumple con los distintos estándares de calidad exigidos en el PPT del suministro en cuanto al proceso de fabricación se refiere y una vez superados los ensayos de contraste en laboratorio externo los tubos podrán ser instalados en obra. Es posible por motivos de urgencia en el suministro que el promotor/dirección de obra acepte llevar a cabo dichos ensayos en el laboratorio interno del fabricante para validar los lotes y proceder a su montaje sin eximir de la realización posterior de los ensayos en laboratorio externo.

En el caso de que el material se encuentre instalado en obra y los ensayos de contraste en laboratorio externo resultaran no conformes, el constructor/ proveedor asumirá los costes que lleven aparejados el desmontaje, la retirada del material, la reposición y su instalación, así como todos los daños y perjuicios causados al Promotor/Dirección de Obra y/o a terceros (puesta a disposición de los equipos de montaje en el caso del Promotor/Dirección de Obra, daños a cultivos o reposición de servicios en el caso de terceros, entre otros). Los trabajos anteriores serán realizados por el constructor y su valoración económica se realizará a los precios del proyecto de la obra de referencia. La reposición de los lotes no conformes se realizará en el plazo máximo de quince (15) días.

En todo caso, cuando se establezca que el suministro no se encuentra en buen estado, o no haya sido fabricado o transportado a obra conforme a las condiciones pactadas en los pliegos, a resultas de las inspecciones visuales y/o dimensionales realizadas durante la recepción del suministro en obra, se le comunicará al proveedor mediante anotación en los albaranes de entrega, estando obligado aquel a la retirada del material identificado como defectuoso y a la reposición del mismo en un plazo no superior a diez (10) días.

El constructor/ proveedor, se verá obligado asimismo, a la reposición de los materiales que, durante las pruebas de tubería instalada en obra, sufrieran roturas, deterioro o se revelaran defectuosos por causas imputables al material. Por lo que respecta a la asunción de costes y reposición de dichos materiales fallidos, se les dará el mismo tratamiento que para el caso de los lotes no conformes en los ensayos de contraste.

Medición y abono de las tuberías

Se entiende por metro lineal de tubería de PVC-O la longitud correspondiente a estas unidades de obra según las distancias reflejadas en el perfil longitudinal aprobado en obra, medida en proyección horizontal completamente colocada y probada de acuerdo con las condiciones del presente Pliego.

Se abonarán por metro lineal respecto al precio incluido en el Cuadro de Precios, estando incluido en dichos precios la adquisición de material, su transporte a obra y su colocación en zanja incluso el agotamiento de la misma si fuera necesario. Incluye lubricantes, juntas y las piezas especiales del material definido en el apartado del pliego correspondiente las piezas especiales (Tes, codos, reducciones, etc) así como de todos los elementos necesarios para su conexión (tornillerías, junta, etc.). También incluye el suministro e instalación de los tubos cortados en módulos y longitudes que permitan adaptarse a los radios de trazado proyectados. Igualmente incluye las pruebas en fábrica a la tubería y la prueba de presión en campo una vez instalada la tubería.

El Constructor adoptará las medidas necesarias encaminadas para evitar la flotación y movimiento de los tubos en la zanja con anterioridad al relleno de la misma. Cualquier avería originada por este motivo deberá ser reparada por el Contratista y no será de abono por parte del promotor.

2.13. TUBERÍAS DE PRFV

Los tubos de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) cumplirán la norma UNE-EN ISO 23856:2022 y se clasificarán según el diámetro nominal, serie, rigidez nominal, presión nominal y el tipo de unión.

El diámetro nominal, presión nominal y rigidez de los tubos de PRFV será la especificada en los correspondientes planos y anejos, la longitud de los tubos será de 12 metros, excepto la de los carretes de aproximación que serán de 1,5 m.

El tipo de unión de los tubos será en todos los casos del tipo manguito-tubo-manguito ó campana-espiga.

Los manguitos cumplirán las mismas especificaciones que los tubos de PRFV y su diámetro interior cumplirá las especificaciones del diámetro exterior de los tubos de PRFV.

Los tubos de ajuste cumplirán todo lo especificado en el presente pliego para las tuberías de PRFV y además cumplirán a lo largo de toda su longitud y diámetro.

Los carretes de aproximación de PRFV cumplirán todo lo especificado en el presente pliego para las tuberías de PRFV.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN ISO 23856:2022 para los diámetros, rigideces y presiones objeto del presente proyecto y cumpla el control de calidad que se expone a continuación así como las especificaciones

definidas en el presente pliego, no será necesario realizar un control de calidad exhaustivo de los tubos, será suficiente con aportar documentación que lo acredite.

En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001, en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y cumplirá el control de calidad que se expone a continuación así como todas las especificaciones contenidas en la norma UNE-EN ISO 23856:2022 y el fabricante aportará con el primer envío 3 unidades completas o 3 probetas de tamaño suficiente de cada tipo de tubería de la que no aporte el Certificado de Calidad de Producto correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego. Se entenderá por tipo de tubería diámetro, presión nominal y rigidez.

2.13.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Aspecto

Tanto la superficie interior como la exterior de todos los tubos estarán libres de irregularidades que puedan afectar negativamente la capacidad de los tubos para cumplir los requisitos del presente pliego y de la norma UNE-EN ISO 23856:2022. Es decir, los tubos de PRFV, en toda su longitud, no presentarán interior ni exteriormente ninguna de las siguientes irregularidades:

- Zonas resacas, resina insuficiente, resina no distribuida homogéneamente.
- Golpes
- Deslaminados
- Coqueras
- Burbujas, cúmulos de arena, fibra y/o resina de más de 2 cm de diámetro ni de más de 1 cm de altura.
- Fresados muy rebajados en los extremos
- Claridades y decoloraciones (zonas sin arena)
- Zonas interiores levantadas o dañadas
- Laminados exteriores para aumentar el diámetro exterior de los tubos

Los extremos de los tubos deben ser perpendiculares a su eje longitudinal.

Marcado de tubos

Todos los tubos estarán marcados de forma inequívoca directamente sobre ellos, de tal forma que el marcado no inicie fisuras u otro tipo de fallo. Si el marcado es impreso, el color del mismo diferirá del color básico del producto, de tal forma que el marcado sea legible a simple vista.

Como mínimo en todos los tubos exteriormente deberá aparecer el siguiente marcado, así como también deberá aparecer tanto interior como exteriormente en todos los tubos de DN igual o superior a 600:

- La norma UNE-EN ISO 23856:2022.
- El diámetro nominal y la serie de diámetro
- La clase de rigidez
- La clase de presión
- El nombre o identificación del fabricante
- Número de serie del tubo
- La fecha o el código de fabricación
- Marca de calidad normalizada, si procede

Fabricación de los tubos

Los tubos de PRFV poseerán en su estructura interna una red de sujeción formada por un tejido reticulado de fibra de vidrio para favorecer la compactación de la arena y la salida de las burbujas de aire que pudieran existir.

Para favorecer el proceso de curado de la resina, los tubos durante su fabricación se calentarán tanto interior como exteriormente con lámparas incandescentes.

Transporte y acopio

Deberán emplearse flejes no metálicos en el transporte y apilado de los tubos de la obra.

2.13.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Refuerzo

El vidrio empleado para la fabricación del refuerzo será uno de los especificados a continuación:

- Vidrio tipo “E”, óxidos de sílice, sodio, potasio, calcio y boro o sílice, aluminio y boro.
- Vidrio tipo “C”, óxidos de sílice, sodio, potasio, calcio y boro. Destinados a aplicaciones que requieran un aumento de la resistencia química.

Los refuerzos de fibra de vidrio a utilizar serán fibras de vidrio cortadas y de hilo continuo, incluyéndose en la estructura de los tubos los dos tipos de fibras.

Resina

La resina empleada en la capa estructural del tubo tendrá una temperatura de flexión de, al menos, 70 °C cuando sea ensayada según el método A de la Norma UNE-EN ISO 75-2:2013.

Áridos

El tamaño máximo de partícula de los áridos no será superior a 1/5 del espesor de la pared total del tubo o accesorio o 2,5 mm se tomará el menor de ambos.

Forros termoplásticos

El forro termoplástico puede requerir de un material de encolado compatible con el resto de materiales empleados en la construcción del tubo.

Elastómeros

Los materiales elastoméricos del componente de sellado deben ser conformes con la parte aplicable de la Norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:99/2002/2006.

Metales

Cuando se utilicen componentes metálicos expuestos, estos no deben presentar evidencias de corrosión después de haberse sumergido durante 7 días a 23 +- 2 °C en una disolución de cloruro sódico de 30 g/l.

2.13.3. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Todas las características geométricas deben determinarse de acuerdo con el apartado 5.1 de la Norma UNE-EN ISO 23856:2022.

Diámetro

Las series de diámetros: los tubos de PRFV deben designarse por el diámetro nominal de acuerdo con la serie B ó la serie A de la norma UNE-EN ISO 23856:2022.

Espesor de la pared

El fabricante declarará el espesor de pared total mínimo, incluido el forro y no será inferior a 3mm.

Longitud

La longitud nominal de los tubos será en todos los casos de 12 m, la longitud nominal de los carretes de aproximación será de 1,5 m.

2.13.4. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Rigidez circunferencial específica

El valor de la rigidez circunferencial específica inicial (S_0) determinado de acuerdo con la Norma UNE-EN 1228:1996, no debe ser inferior al valor dado en la tabla 7 de la norma UNE-EN ISO 23856:2022.

La rigidez circunferencial específica a largo plazo se determinará de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 23856:2022.

- Si se utiliza el ensayo de fluencia, el alargamiento unitario inicial de la pared del tubo debe estar comprendido entre el 0,13 % y 0,17 %.
- Si se utiliza el ensayo de relajación, el alargamiento unitario inicial de la pared del tubo debe estar comprendido entre el 0,35 % y 0,40 %.

Resistencia en condiciones de flexión

El ensayo de la deformación circunferencial inicial mínima se realizará de acuerdo con la Norma UNE-EN 1226, su valor antes del agrietamiento superficial y antes del fallo estructural deberá cumplir los valores de la tabla 9 y 10 de la Norma. UNE-EN ISO 23856:2022.

La deformación circunferencial a largo plazo se determinará de acuerdo a la Norma ISO 10471, empleando un mínimo de 18 probetas. La distribución de los tiempos de fallo debe corresponderse con los límites dados en la tabla 11 de la Norma UNE-EN ISO 23856:2022. El criterio de fallo debe ser el dado en la Norma ISO 10471.

Resistencia en tracción longitudinal

La resistencia en tracción longitudinal de los tubos se realizará de acuerdo con el método A o B de la Norma UNE-EN 1393. El valor medio obtenido, no será inferior al valor dado en la tabla 13 de la Norma UNE-EN ISO 23856:2022. El valor medio del alargamiento no será inferior al 0,25 %.

Presión de fallo

La presión inicial de diseño y de fallo se determinará de acuerdo con la Norma EN 1394. Cumplirá lo especificado en el apartado 5.2.6 de la norma UNE-EN ISO 23856:2022.

La presión de fallo a largo plazo se determinará de acuerdo con lo especificado en las normas UNE-EN 1447:2009+A1:2011 y UNE-EN 705:1995. Los criterios de aceptación aparecen especificados en el apartado 5.2.7 de la norma UNE-EN ISO 23856:2022.

Dureza Barcol

El ensayo de dureza con el durómetro Barcol se realizará de acuerdo con la norma UNE 53270:2012, siendo el valor obtenido no menor de 35.

2.13.5. UNIONES

Las uniones de las tuberías y accesorios de PRFV serán flexibles del tipo macho-hembra con junta elastomérica no resistente a esfuerzos axiales y cumplirán las especificaciones del apartado 7.3 de la norma UNE-EN ISO 23856:2022.

2.14. TUBERÍAS DE PEAD CORRUGADO PARA SANEAMIENTO

Las tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD) corrugado para saneamiento cumplirán las especificaciones de las normas UNE-EN 13476-1:2018 y UNE-EN 13476-3:2019+A1:2022 así como su reglamento particular RP 01.45.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con las normas UNE-EN 13476-1-3 y el reglamento RP 01.45 para los diámetros del proyecto, no será necesario realizar un control de calidad de la tubería, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado, realizará el control expuesto en el presente pliego, garantizará documentalmente el cumplimiento de las normas UNE-EN 13476-1-3 y del reglamento RP 01.45, así como aportará con el primer envío 3 unidades completas o 3 probetas de tamaño suficiente de cada tipo de tubería que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

Diseño

- Formadas por 2 capas, perfectamente soldadas, una capa exterior corrugada estable a la luz solar y una capa interior lisa.
- Capa exterior anillada de sección troncocónica.
- Unión entre tubos mediante embocadura integrada, tubos machihembrados.
- Bajo peso.
- Resistencia química, permanecen inalterables a las sustancias químicas del suelo.
- Resistencia a la abrasión.

■ Juntas

- Elastómeros conforme la norma UNE-EN 681-1, UNE-EN 681-2 o UNE-EN 681-4.

■ Aspecto

- Las superficies visibles de los tubos serán lisas, limpias, sin estrías, ampollas, impurezas ni poros visibles, ni cualquier otra irregularidad en la superficie.
- Los extremos de los tubos estarán cortados limpiamente y perpendicularmente al eje del tubo y dentro de la zona de corte recomendada por el fabricante.
- Los bordes de los tubos estarán redondeados.
-

■ Características técnicas

Todos los tubos cumplirán lo especificado a continuación.

CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO
Módulo de elasticidad	≥ 800 MPa	
Densidad	≥ 930 kg/m ³	UNE-EN ISO 1183-1
Índice de Fluidez de Masa	$< 1,6$ g/10 min	UNE-EN ISO 1133
Resistencia a la presión interna 165 horas 4MPa 1000 horas 4 MPa	Sin fallo, durante el ensayo	UNE-EN ISO 1167-1-2
Rigidez circunferencial específica	> 8 kN/m ²	UNE-EN ISO 9969
Estabilidad térmica	≥ 20 min	UNE-EN 11357-6
Resistencia al impacto a 0°C	T.I.R $\leq 10\%$	UNE-EN ISO 3127:2018
Flexibilidad anular 30	Apartado 9.1.2 de la norma UNE-EN 13476-3:2019+A1:2022	UNE-EN ISO 13968:2009
Coefficiente de fluencia	PE ≤ 4	UNE-EN ISO 9967
Resistencia a tracción	≥ 1020 N	UNE-EN ISO 13262:2018
Resistencia al calor	No mostrar fisuras, delaminaciones ni ampollas	UNE-EN 12091
Estanqueidad de las uniones	Sin fuga	UNE-EN ISO 13259:2022
Estanqueidad al agua	Sin fuga	UNE-EN ISO 13254:2018
Resistencia al ciclo combinado de temperatura y carga externa	Tabla 17 de la norma UNE-EN 13476-3:2019+A1:2022	UNE-EN ISO 13260:2012
Ciclos de temperatura elevada	Sin fuga	UNE-EN 1055

■ Marcado

- Todos los tubos estarán marcados cada 2 metros directamente o sobre una etiqueta de forma tal que se mantenga la legibilidad tras el almacenamiento, la manipulación y la instalación.

- Como mínimo todos los tubos estarán marcados con la siguiente información:
 - Número de la norma que cumplen.
 - Serie, diámetro y dimensión nominal.
 - Nombre del fabricante y/o marca comercial.
 - Clase de rigidez.
 - Flexibilidad anular.
 - Material.
 - Periodo de fabricación, año y mes. Lugar de fabricación si existen varias fábricas.

2.15. TUBERÍAS DE PE

Las tuberías de polietileno (PE) serán del tipo PE 100.

La calidad del polietileno, tanto para las tuberías como para los accesorios, debe ser de igual o superior a lo especificado en la siguiente tabla:

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 -Resistencia hidrostática a 80°C	>= 20 minutos >= 350% Sin fallo	UNE-EN 11357-6:2018 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

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme la norma UNE-EN 12201-1:2012, en el caso de los tubos, y conforme las normas UNE-EN 12201-1:2012 y UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, en el caso de los accesorios, no será necesario realizar un control de calidad de los mismos.

En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y aportará con el primer envío 3 elementos completos o probetas de tamaño suficiente para que la empresa ejecutora realice los ensayos necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

Aspecto

- Se examinarán todos los tubos y accesorios visualmente sin aumentos, las superficies interna y externa de los tubos y accesorios, 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.
- El color de los tubos y accesorios será azul o negro. Los tubos presentarán además bandas azules.

✚ Características geométricas

- El diámetro exterior medio, ovalación y espesor de los tubos se medirán de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 3126:2005 ERRATUM:2007 y cumplirán lo especificado en las tablas 1 y 2 de la norma UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020.
- Las características geométricas de los tubos se medirán de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 3126 y cumplirán lo especificado en el apartado 6 de la norma UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013.

✚ Características mecánicas y físicas

Los tubos cumplirán los requisitos especificados a continuación.

ENSAYOS	REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO
Resistencia hidrostática a 80°C	Sin fallo	UNE-EN ISO 1167-1-2:2006
Alargamiento en la rotura	>= 350%	UNE-EN ISO 6259-1:2015
Índice de fluidez en masa MFR	Cambio del MFR tras la transformación del +- 20%	UNE-EN ISO 1133:2023
Tiempo de inducción a la oxidación	<= 20 min	UNE-EN 11357-6:2018

✚ Marcado

- Todos los tubos estarán marcados de forma permanente y legible, de modo tal que el marcado no produzca puntos de iniciación de fisuras u otros tipos de fallo y que el almacenamiento, exposición a la intemperie, manipulación, instalación y uso normales no afecten la legibilidad de dicho marcado.
- La frecuencia de marcado de los tubos será como mínimo de una vez por metro lineal, y contendrá la siguiente información:
 - Número de la norma de aplicación
 - Identificación del fabricante
 - Dimensiones
 - Serie SDR
 - Material y designación
 - Presión en bares
 - Periodo de producción

2.15.1. ACCESORIOS DE PE

Cuando se ejecuten pasos de camino de hidrante en PE o remotes a hidrantes, se emplearán manguitos y codos electrosoldables de PE 100, portabridas de PE 100 de soldadura a tope y bridas locas de acero.

Los manguitos, codos y portabridas de PE 100 cumplirán lo especificado en el presente pliego para tuberías de PE.

Los manguitos y los codos soportarán 16 atm de presión nominal.

Los portabridas y las bridas locas de acero cumplirán las especificaciones de la norma UNE-EN 1092-1:2019 y UNE-EN 1092-2:1998.

2.16. TUBERÍAS DE HORMIGÓN ARMADO

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

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

2.16.1. MATERIALES

Hormigón

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

- Contenido en ión cloro:

El contenido de ión cloro, determinado por cálculo y expresado en porcentaje de cemento, no podrá superar los valores de la tabla nº4 de la norma UNE-EN 1916:2008.

- Relación agua/cemento:

La relación entre el agua y el cemento más las adiciones no debe sobrepasar 0,45 para el hormigón perfectamente compactado.

- Absorción de agua del hormigón:

La absorción de agua del hormigón debe ser $\leq 6\%$ de la masa, ensayada conforme el apartado 6.7 de la norma UNE-EN 1916:2008.

Juntas de estanqueidad

- Las juntas empleadas en las uniones de los tubos cumplirán con la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:99/2002/2006.

Acero

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

2.16.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y ASPECTO

Acabado

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

Características geométricas

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

Uniones

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

Marcado

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

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

2.16.3. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Resistencia al aplastamiento

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

Resistencia a la flexión longitudinal

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

Estanqueidad

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

2.17. TUBERÍAS DE HORMIGÓN ARMADO CON CAMISA DE CHAPA Y PIEZAS ESPECIALES

Los tubos de hormigón armado con camisa de chapa están formados por una pared de hormigón que contiene una camisa cilíndrica de chapa, que le confiere estanqueidad, siendo parte de la armadura resistente, normalmente situada más próxima al paramento interior, y una armadura transversal, dispuesta en una o varias capas, bien enrollada sobre la camisa o rigidizada mediante soldadura con otra longitudinal.

Características de la tubería de hormigón armado con camisa de chapa:

DN	DP	MDP	STP
mm	atm	atm	atm
900	11,5	12,5	13,5
1.000	11,5	12,5	13,5
1.200	11,5	12,5	13,5

DP: Presión de diseño, presión de funcionamiento en régimen permanente excluyendo el golpe de ariete.

MDP: Presión máxima de diseño. Presión máxima de funcionamiento incluyendo el golpe de ariete.

STP: Presión de prueba en zanja.

La altura de tierras sobre la generatriz superior del tubo estará entre 1 y 3 metros de altura. En el caso de pasos con caminos y carreteras se construirá según se refleja en los planos del presente proyecto.

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

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

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

Sistemas de unión

El sistema fundamental de unión de la tubería será enchufe - campana mediante junta elástica.

Para el caso especial de paso debajo de las carreteras y para el anclaje de la válvula de mariposa se empleará tubería de hormigón con camisa de chapa reforzada de 4 mm de espesor con unión por sistema de junta soldada en vez de tener unión por junta elástica.

Piezas especiales

Las piezas especiales tales como codos, derivaciones a ventosa, derivaciones a desagüe y entronque a válvulas deberán cumplir las especificaciones incluidas en el apartado 2.17.6.

2.17.1. MATERIALES

Cemento

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

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

En los casos en que el contenido de sulfatos, expresado en SO₄ exceda de 600 mg/l en el agua, o de 3.000 mg/kg en el terreno, habrá que recurrir a los cementos resistentes a los sulfatos que, en el vigente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos, se designan como cementos SR.

Si el contenido de sulfatos expresado en SO₄ exceden de 6.000 mg/L en el agua o de 12.000 mg/kg en el terreno, es indispensable aplicar sobre el tubo una protección adicional a base de una pintura bituminosa tipo brea-epoxi con un consumo de 0,3 kg/m².

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

Cualquier tipo de cemento que se emplee deberá tener un contenido de aluminato tricálcico (3CaO. Al₂O₃) del clinker inferior al 8%.

Áridos

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

El árido empleado en la fabricación del hormigón de los tubos cumple las condiciones exigidas en el vigente Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de Junio).

Se comprobará asimismo el tamaño máximo del árido, de acuerdo con las consideraciones indicadas para los áridos en dicha Instrucción y las prescritas por las normas UNE-EN 641

(tubos de presión de hormigón armado con camisa de chapa), y UNE-EN 642 (tubos de hormigón postesado con camisa de chapa).

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

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

Agua

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

Cuando no se posean antecedentes, o en caso de duda, el agua deberá ser analizada, y cumplirá las condiciones exigidas en el vigente Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de Junio).

Se prohíbe el empleo de agua de mar.

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

Hormigones y morteros

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

Los hormigones y morteros de los tubos de hormigón armado o pretensado cumplen las condiciones exigidas en el vigente Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de Junio).

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

MÁXIMO CONTENIDO DE IÓN CLORO EN EL HORMIGÓN	
Tipo de hormigón	% de ion cloro sobre la masa de cemento
Tubos de hormigón armado	≤ 0,4 %
Tubos de hormigón postesado	≤ 0,2 %

Se emplearán dosificaciones de cemento ajustadas a lo expuesto en las normas UNE-EN 641 y UNE-EN 642. La resistencia característica a compresión del hormigón a veintiocho días, en probeta UNE cilíndrica de 15 x 30, no deberá ser inferior a 35 N/mm².

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

✚ Chapa de acero para las camisas

Pueden emplearse para la fabricación de camisas de los tubos, como mínimo, las chapas definidas como tipo S-235 JR en la norma UNE-EN 10025. La consideración en el cálculo de un límite elástico del acero superior a 210 MPa deberá justificarse debidamente.

A continuación, se transcriben las características definidas en la citada norma del acero S-235 JR.

COMPOSICIÓN QUÍMICA							
Designación	% C max para espesor en mm		Mn %	Si %	P %	S %	N %
	≤16	>16≤40					
S 235 JR	0,210	0,250	1,500	-	0,055	0,055	0,011

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

✚ Armaduras pasivas

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

En la armadura principal (transversal) se utilizarán barras o alambres corrugados.

En la armadura auxiliar (longitudinal) se utilizarán aceros lisos.

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

✚ Aditivos

Cumplirán las especificaciones del Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de Junio).

✚ Materiales elastoméricos para juntas

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

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

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

✚ Pinturas

En los casos en que la tubería se encuentre en un ambiente muy agresivo, es posible el uso de pinturas y revestimientos protectores como alternativa para resistir el ataque de ácidos o cloruros. Puesto que no es normal que una tubería se encuentre en condiciones

de exposición muy agresivas, es necesaria la realización previa de un estudio económico que incluya un análisis de las condiciones de servicio de la conducción y de los factores agresivos detectados.

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

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

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

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

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

Pintura de cabezales

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

Una vez efectuada la preparación de la superficie, es preciso tratarla con una imprimación epoxi anticorrosiva. Es muy importante la adecuada elección del producto ya que, si la

imprimación pierde adherencia o falla, arrastrará a todo el sistema de pintado aplicado sobre ella por lo que deberá reunir dos requisitos fundamentales: por una parte, adherencia que sirva de base de anclaje para las capas posteriores, y por otra, compatibilidad con las pinturas que sobre ella se apliquen.

Finalmente, se aplicará la pintura de terminación o acabado que deberá ser una pintura epoxi adecuada para contacto con alimentos sin disolvente. Se aplicará un mínimo de dos o tres capas, según sea necesario hasta alcanzar un espesor total mínimo de 120 micras. La función de estas capas es rellenar el sistema aportando espesor y al mismo tiempo, proteger contra las agresiones externas.

2.17.2. FABRICACIÓN

Tipos de fabricación

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

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

Moldes

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

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

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

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

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

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

Camisas de chapa

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

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

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

Jaulas de armadura pasiva

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

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

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

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

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

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

La jaula de armadura pasiva debe incorporar un mínimo de generatrices con el fin de evitar una configuración poligonal, debiendo aumentarse su número conforme sea

necesario, para que la separación entre cada dos generatrices contiguas no sobrepase los 450 mm en la parte cilíndrica de la jaula.

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

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

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

Hormigonado

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

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

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

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

La compactación por vibración será uniforme en todo el tubo.

Curado del hormigón

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

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

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

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

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

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

2.17.3. ESPESORES Y RECUBRIMIENTOS

■ Espesor y recubrimiento interior

La tabla siguiente indica el espesor mínimo teórico de la pared del tubo y el espesor mínimo teórico del revestimiento interior para cada diámetro.

► Espesor mínimo teórico $t_{mín}$

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

dn/d_i	$t_{mín}$ (mm)	$t_{imín}$ (mm)
500	55	20
600	60	20
700	65	20
800	70	20
900	75	20
1000	80	20
1100	85	25
1200	95	25
1300	105	25
1400	110	25
1500	115	25
1600	125	25
1800	140	30
2000	155	40
2200	170	40
2400	185	45
2500	195	45
2600	200	45
2800	215	45

dn/d_i	$t_{min.} \text{ (mm)}$	$t_{imin.} \text{ (mm)}$
3000	220	45
3200	230	45
3500	250	50

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

❏ Recubrimiento exterior

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

- 1,25 veces el tamaño máximo del árido o:
 - 15 mm para los tubos de $d_i < 800$ mm
 - 20 mm para los tubos de $d_i > 800$ mm

2.17.4. TOLERANCIAS

❏ Diámetro interior del tubo

d_i	Tolerancia media mm	Tolerancia del valor individual mm
$d_i \leq 500$	$\pm \frac{20 d_i}{1000}$	$\pm \frac{40 d_i}{1000}$
$500 < d_i < 1200$	$\pm \left(6 + \frac{5 d_i}{1000} \right)$	$\pm \left(12 + \frac{d_i}{100} \right)$
$d_i \geq 1200$	± 12	± 24

❏ Espesor de la pared del tubo

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

❏ Ovalización del tubo en la zona de junta

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

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

- 0,5% del diámetro nominal.
- 5 mm.

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

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

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

TOLERANCIAS SOBRE LAS LONGITUDES DESARROLLADAS EN MM				
Todos los diámetros	Boquilla hembra		Boquilla macho	
		+8,5	-1,5	+1,5

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

TOLERANCIAS RESPECTO AL DIÁMETRO NOMINAL DE LA BOQUILLA EN MM PARA JUNTA SOLDADA				
d_i	Boquilla hembra		Boquilla macho	
≤ 1500	+7	-3	+3	-7
> 1500	+10	-5	+5	-10

Dimensiones de la camisa de chapa y de la jaula de armaduras

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

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

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

Longitud

Se seguirán los criterios siguientes:

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

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

Juntas de moldes

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

Alambres de pretensar y de armar

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

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

Tensión de zunchado

La tensión media será al menos igual a la tensión de cálculo. Las fluctuaciones normales de tensión, no variarán con relación a la media en más del 10%, y no más del 5% de las

espiras podrán tener fluctuaciones instantáneas que excedan de la desviación permitida del 10%.

Rectitud de generatrices

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

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

Ortogonalidad de extremos

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

2.17.5. CALCULO MECÁNICO DE LA TUBERÍA

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

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

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

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

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

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

El empuje lateral será de tipo activo.

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

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

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

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

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

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

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

- una combinación de la presión máxima de diseño (MDP) y de las cargas fijas.

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

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

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

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

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

2.17.6. PIEZAS ESPECIALES

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

Especificaciones técnicas

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

- Chapa: según UNE-EN 10025
- Acero corrugado: B-500 S o B-500 SD
- Resistencia Característica Hormigón: > 35 MPa.

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

Fabricación

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

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

Control de calidad

Se hará entrega de un albarán con la identificación de la pieza s/ plano con cada pieza

Relación de soldadores, con copia del Certificado de homologación

Certificados de calidad de los materiales empleados:

Chapa:

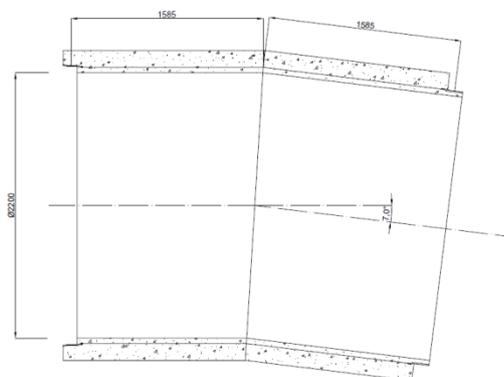
- Certificado de calidad de los análisis químicos.
- Resultados de los ensayos mecánicos según UNE-EN 10025.
- Material de soldadura:
- Certificado de ensayos, con los análisis químicos, características mecánicas, nº de lote y de fabricación.
- Acero corrugado y mallas para armaduras:
- Documentación correspondiente al Mercado CE de los productos de construcción s/ Reglamento Europeo de Productos de Construcción (UE) 305/2011.
- Certificados de ensayos por colada.
- Áridos:
- Certificado de conformidad CE emitido por organismo acreditado.
- Declaración de conformidad CE emitido por el fabricante.
- Cemento:
- Certificado de AENOR del producto.
- Certificado de evaluación estadística de la producción.

Con cada pieza

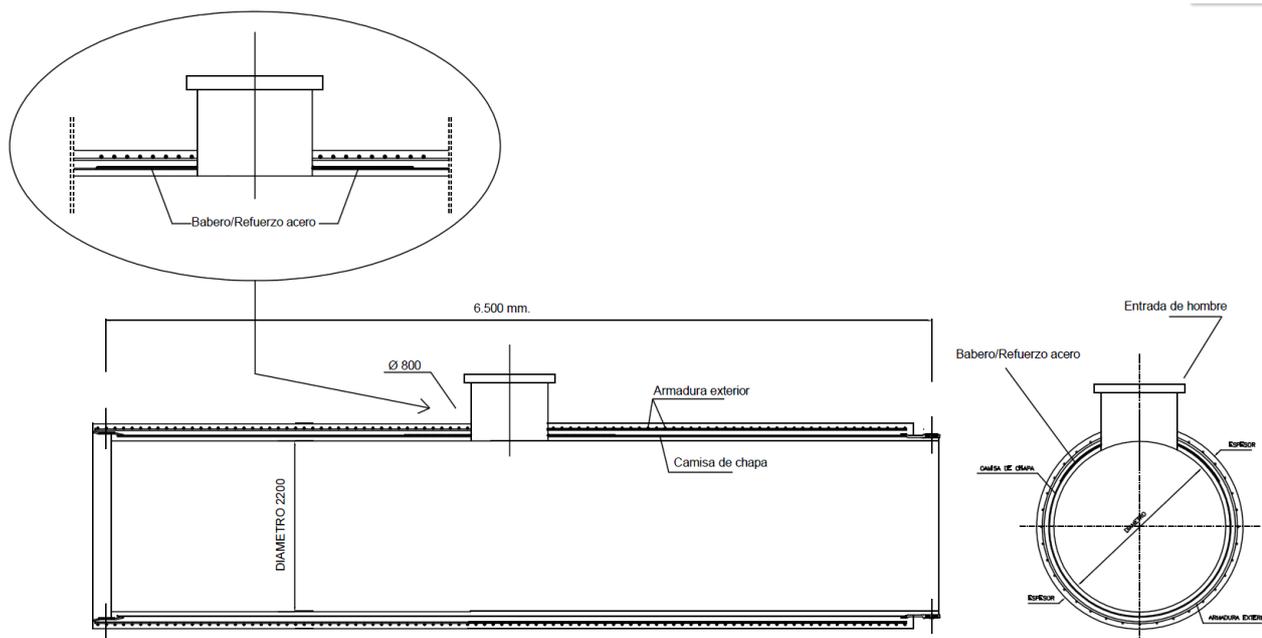
- Resistencia a 7 días del hormigón.
- Resistencia característica del hormigón.
- Certificados de sistema de gestión de calidad ISO 9001 del proveedor de piezas.
- Certificados de sistema de gestión de calidad ISO 9001 de los suministradores de materiales (si se dispone): cementos, áridos, chapa, acero corrugado para armaduras, material de soldadura.
- Trazabilidad de la chapa, y aceros corrugados con las piezas fabricadas con estos materiales.

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

► Detalle de codo de 7°



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



2.17.7. CONTROL DE MATERIALES

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

Cemento

La periodicidad de los ensayos será la siguiente:

- Al comenzar el hormigonado de una serie de tubos, que no presente la debida continuidad con otra anterior, bien sea por:
 - Comienzo de la fabricación.
 - Cambio del suministrador del cemento o de las condiciones de suministro.
 - Cambio del tipo, clase o categoría del cemento.

- Durante la fabricación:
 - Bimensualmente, si se consumen menos de 1.000 t por mes.
 - Mensualmente, si se consumen más de 1.000 t por mes.

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

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

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

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

De acuerdo con la RC-03, por cada lote de cemento suministrado se conserva una muestra preventiva de cemento al menos durante 100 días.

En caso de no disponer del sello de calidad, en los ensayos se determinarán, los valores de pérdida de calcinación, residuo insoluble, contenido de sulfatos, contenido de cloruros, principio y fin de fraguado, estabilidad de volumen, resistencia a compresión; y sus

resultados satisfarán los límites fijados para el tipo, clase y categoría del cemento ensayado, en la citada Instrucción para la recepción de cementos vigente. Si el cemento dispone del sello de calidad será suficiente con el Certificado de Ensayos emitido por el fabricante proveedor.

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

Agua

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

Áridos

La periodicidad en los ensayos será la siguiente:

- Al comenzar el hormigonado de una serie de tubos, que no presente la debida continuidad con otra anterior, bien sea por:
 - Comienzo de la fabricación, si no se poseen antecedentes.
 - Cambio de la procedencia de los áridos, si no se poseen antecedentes.
 - Sospecha de variación en sus características.

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

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

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

Aditivos

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

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

Control del hormigón

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

Control de la armadura pasiva y activa

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

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

Control de la chapa de acero

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

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

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

Control del material para juntas

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

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

equivalente. En caso de no disponer de sello de calidad se procederá, al menos una vez al año, a la realización de los ensayos necesarios para comprobar las características exigidas.

2.17.8. CONTROL DE LA FABRICACIÓN

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

Control de las camisas de chapa

Los controles que se efectúan son los siguientes:

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

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

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

Control de las jaulas de armadura pasivas

Los controles que deberán efectuarse serán los siguientes:

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

Control del hormigonado

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

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

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

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

Control de acabado

Se revisará el aspecto del tubo, debiendo ser reparadas todas aquellas fisuras de anchura superior a 0,3 mm.

2.17.9. TRANSPORTE Y MANIPULACIÓN

Transporte

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

Los tubos se transportan sobre unas cunas de madera que garantizan la inmovilidad transversal y longitudinal de la carga, así como la adecuada sujeción de los tubos apilados, que no estarán directamente en contacto entre sí, sino a través de elementos elásticos, como madera, gomas o sogas.

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

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

El acopio de los tubos en obra se hará en posición horizontal, sujetos mediante calzos de madera, salvo que se disponga de alguna solera rígida que garantice el acopio vertical en las debidas condiciones de seguridad.

Durante su permanencia en la obra, antes del tapado de las zanjas, los tubos deberán quedar protegidos de acciones o elementos que puedan dañarles.

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

Zanjas para alojamiento de tuberías

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

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

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

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

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

Para terrenos estables se recomienda el talud 1H/1V en la zona donde se alojará el tubo.

+ Montaje de tubos:

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

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

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

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

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

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

- En terrenos de gran resistencia, tales como los rocosos, cualquiera que sea el tipo de junta, puede disponerse cama de grava, gravilla o arena con un espesor de 20 centímetros, para los tubos estas características.
- En terrenos de tipo granular, cualquiera que sea el tipo de junta, puede usarse como cama el propio fondo de la zanja bien escarificado o el terreno de la excavación debidamente seleccionado.
- En terrenos normales, puede adoptarse cama granular para los tubos de junta elástica y cama de hormigón para los tubos de junta rígida.

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

Para la ejecución de la cama de hormigón se extenderá una solera de hormigón pobre, de 0.10 a 0.15 m de espesor, según los diámetros de los tubos, sobre el fondo de la zanja, y sobre esta solera se situarán los tubos, convenientemente calzados, de forma que la distancia entre su generatriz inferior y la solera sea al menos de 0.15 m.

Posteriormente, sobre la solera antes citada, se extenderá un hormigón en masa cuya resistencia de Proyecto no sea inferior a 10 MPa, hasta alcanzar el ángulo de la cama de apoyo que se fije en Proyecto, que normalmente será de 120° . Las camas se interrumpirán en un espacio de 0,60 m, como mínimo, centrado con las juntas, para hacer posible la ejecución de éstas. Los tubos se bajarán al fondo de la zanja con los elementos adecuados, según el peso y longitud del tubo. Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua.

- Los terrenos malos, como los deslizantes, los constituidos por arcillas expansivas con humedad variable, los de previsible desaparición por estar en márgenes de ríos, y otros análogos, se tratarán con disposiciones adecuadas a cada caso, si bien el criterio general deberá ser evitarlos.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Juntas

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

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

Juntas elastoméricas

Los tipos de juntas flexibles utilizadas en tuberías de hormigón son con alojamiento.

Las juntas están constituidas por dos boquillas, con alojamiento, donde la estanqueidad se consigue mediante un anillo elástico de goma tal, que garantice su estanqueidad durante el tiempo correspondiente a la vida previsible de la tubería con la necesaria fiabilidad.

La junta con alojamiento es tórica, y se coloca en el alojamiento previsto para ella.

La calidad de la junta debe acompañar al tubo de hormigón durante su vida de servicio, por lo que la elasticidad de la goma es primordial, y se comprueba con el test de relajación de esfuerzos a compresión.

En el momento de su montaje presentarán una superficie suave, exenta de fisuras, poros, burbujas o rebabas.

Las superficies del tubo en contacto con el anillo estarán limpias y exentas de cualquier defecto superficial, que puedan afectar a la estanquidad o dañar al anillo.

Durante el montaje de la junta elástica, se efectuará el encaje correcto del anillo y se comprobará que los paramentos verticales de los extremos macho y hembra están debidamente separados, para poder absorber los posibles movimientos de la junta, considerados en el Proyecto, sin entrar en contacto ni desenchufarse. Asimismo, no debe agotarse en esta operación toda la deformación posible de la junta, para poder absorber eventuales asientos diferenciales posteriores; pero se respetarán los límites indicados en Proyecto.

Juntas rígidas

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

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

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

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

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

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

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

Dosificación Manguito interior

Cemento: 350 Kg/m³

Arena 1-4: 1800 Kg/m³

Agua aditivo: 130 l/m³ de agua y 65 l/m³ de Sika-latex o similar

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

Dosificación Manguito exterior

Ídem dosificación anterior salvo Cemento: 300 Kg/m³

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

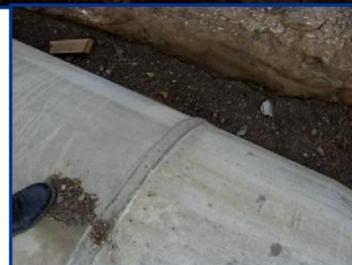
RECOMENDACIONES DE MONTAJE

2º JUNTA SOLDADA (II)



Se puede dejar el plástico o hacerlo con encofrados flexibles.

El interior se hace con llana.



❏ Relleno de zanjas

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

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

El relleno de las zanjas se realizará primeramente con material seleccionado y se colocará a continuación de la cama de material granular. Deberá tener las características contempladas en el cálculo del tubo, será adecuado, compactable y no contendrá grandes piedras, guijarros, material helado u otro material desaconsejable como tierra vegetal, madera, escombros, etcétera.

Al rellenar la zanja se deben distinguir dos zonas: hasta la clave del tubo y por encima de la clave. La primera debe rellenarse de forma compensada para evitar desplazamiento de los tubos, en tongadas de 30 cm como máximo, debiendo compactarse con medios ligeros, generalmente pisonos o ranas.

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

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

El relleno con material seleccionado por encima de la clave se realizará en tongadas de espesor máximos de 20 cm compactada con medios ligeros sobre el tubo hasta alcanzar un recubrimiento de un 30 cm.

El resto del relleno de las zanjas hasta el nivel del terreno desbrozado se realizará con material procedente de la excavación y no será necesario compactar con medios mecánicos, excepto para recubrimientos sobre la tubería mayores a 3 metros, donde se deben ejecutar en tongadas de 25 cm como máximo, debiendo compactarse con medios ligeros.

Compactación

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

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

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

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

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

2.17.10. PRUEBAS DE ESTANQUIDAD DE LOS TUBOS EN FÁBRICA

⊞ Frecuencia del ensayo

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

⊞ Presión de Prueba en Fábrica (PP)

La presión de prueba será:

- Para tubos de diámetro nominal menor o igual de 1.200 mm el mayor de los dos valores siguientes:
 - La presión máxima de diseño (MDP) más 0,2 MPa.
 - 1,2 veces la presión máxima de diseño (MDP).

- Para tubos de diámetro nominal mayor de 1.200 mm el mayor de los dos valores siguientes:
 - La presión máxima de diseño (MDP) más 0,1 MPa.
 - 1,2 veces la presión máxima de diseño (MDP).

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

2.17.11. ENSAYO DE LAS CONDUCCIONES EN OBRA

■ Especificaciones generales

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

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

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

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

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

■ Prueba de presión

▶ Operaciones preliminares

- Relleno y anclaje

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

del tramo de prueba no debe ser retirado hasta que la conducción no haya sido despresurizada.

- Selección y llenado del tramo de prueba

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

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

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

Todo escombros y cuerpo extraño debe ser retirado de la conducción antes de la prueba. El tramo de prueba debe llenarse con agua. Para conducciones de agua potable debe utilizarse agua potable en la prueba de presión, salvo especificación contraria del proyectista.

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

► Presión de Prueba

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

- Golpe de ariete calculado
- $STP = MDP_c + 0,1 \text{ MPa}$
- Golpe de ariete no calculado
- $STP = MDP_a \times 1,5$ ó $STP = MDP_a + 0,5 \text{ MPa}$

El menor de los dos valores.

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

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

► **Procedimiento de ensayo**

- Especificaciones generales

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

- Prueba preliminar
- Prueba de purga
- Prueba principal de presión

- Prueba preliminar

La prueba preliminar tiene por objeto:

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

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

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

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

- Prueba de purga

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

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

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

- Prueba principal de presión

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

Se admiten dos métodos de prueba básicos:

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

El director de obra debe especificar el método a utilizar.

- Método de prueba de pérdida de agua

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

a) Medida del volumen evacuado.

Incrementar la presión regularmente hasta que se alcance la presión de prueba de la red (STP). Mantener STP mediante bombeo, si es necesario, durante un período no inferior a una hora.

Desconectar la bomba y no permitir que entre más agua en la conducción durante un período de prueba de una hora o durante un intervalo de tiempo más largo, si así lo especifica el director de obra.

Al final de este período medir la presión reducida y proceder a recuperar STP bombeando. Medir la pérdida, evacuando agua hasta que la anterior presión reducida se alcance nuevamente.

b) Medida del volumen bombeado.

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

Mantener la presión de prueba de la red STP como mínimo durante una hora, o más, si el proyectista lo especifica.

Utilizando un dispositivo apropiado, medir y anotar la cantidad de agua que es necesario bombear para mantener la presión de prueba de la red.

El proyectista debe especificar el método a utilizar.

La pérdida de agua aceptable, al finalizar la primera hora de la prueba, no debe exceder el valor calculado utilizando la siguiente fórmula:

$$\Delta V_{\max} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta p \left(\frac{1}{E_w} + \frac{d_i}{e \cdot E_R} \right) \quad (59.2.3.4.2-1)$$

ΔV_{\max} es la pérdida de agua admisible, en litros;

V es el volumen del tramo de conducción en prueba en litros;

Δp es la caída de presión admisible definida anteriormente, en kilopascales;

E_w es el módulo de deformación del agua, en kilopascales;

d_i es el diámetro interior del tubo, en metros;

e es el espesor de la pared del tubo, en metros;

E_R es el módulo de deformación de la pared del tubo, en kilopascales;

1,2 es un factor de corrección (por ejemplo, para el aire residual) durante la prueba principal de presión.

- Método de prueba de pérdida o caída de presión

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

La duración de la prueba de caída de presión debe ser de 1 hora o de mayor duración si así lo especifica el proyectista. Durante la prueba, la caída de presión, debe presentar una tendencia regresiva y al finalizar la primera hora no debe exceder los 20 kPa para tubos de hormigón con camisa de chapa acero.

► Examen de resultados de la prueba

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

► Prueba general de la red

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

► Anotación de resultados de la prueba

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

2.18. TUBERÍAS DE HORMIGÓN POSTESADO CON CAMISA DE CHAPA Y JUNTAS ELÁSTICAS

2.18.1. DEFINICIONES

Los tubos de hormigón armado con camisa de chapa están formados por una pared de hormigón que contiene una camisa cilíndrica de chapa, que le confiere estanqueidad, siendo parte de la armadura resistente, normalmente situada más próxima al paramento interior, y una armadura transversal, dispuesta en una o varias capas, bien enrollada sobre la camisa o rigidizada mediante soldadura con otra longitudinal.

► Tubo de hormigón postesado con camisa de chapa

Es el formado por un núcleo de hormigón que contiene una camisa cilíndrica de chapa, que le confiere estanqueidad, un alambre de acero de alta resistencia que se enrolla helicoidalmente alrededor del núcleo, a una tensión previamente fijada, que se designa "tensión de zunchado", y una capa exterior, de espesor y naturaleza variables, cuya misión principal es la protección del alambre. El núcleo zunchado, sin el revestimiento exterior, se denomina primario.

► Presión de diseño, *DP* (Design Pressure)

Presión máxima de funcionamiento (en régimen permanente) de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones, pero excluyendo el golpe de ariete.

► Presión máxima de diseño, *MDP* (Maximum Design Pressure)

Presión máxima de funcionamiento de la red o la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones e incluyendo golpe de ariete; se designa *MDPa*, cuando se fije previamente el golpe de ariete admitido; y *MDPc* cuando el golpe de ariete sea calculado.

► **Presión de prueba de red, STP (System Test Pressure)**

Presión hidrostática aplicada a una conducción recientemente instalada de forma que se asegure su integridad y estanqueidad. La presión de prueba de la red se calcula a partir de la presión máxima de diseño (MDP).

► **Presión de prueba en fábrica, PP**

Presión hidráulica aplicada, durante un periodo de tiempo relativamente breve, a un tubo con el fin de verificar su integridad, su estanqueidad y/o su concepción.

► **Presión de funcionamiento, OP (Operating Pressure)**

Presión interna que aparece en un instante dado en un punto determinado de la red de abastecimiento de agua.

► **Presión de servicio, SP (Service Pressure)**

Presión interna en el punto de conexión a la instalación del consumidor, con caudal nulo en acometida.

► **Presión de funcionamiento admisible, PFA**

Presión hidrostática máxima que un componente es capaz de soportar de forma permanente en servicio.

► **Presión máxima admisible, PMA**

Presión máxima, incluido golpe de ariete, que un componente es capaz de soportar en servicio.

► **Presión de prueba en obra admisible, PEA (Pression d'Épreuve Admissible sur Chantier/Allowable Site Test Pressure)**

Presión hidrostática máxima que un componente recién instalado en obra es capaz de soportar, durante un periodo de tiempo relativamente corto, con objeto de asegurar la integridad y la estanqueidad de la conducción.

La altura de tierras sobre la generatriz superior del tubo será de mínimo 0,30 metros y hasta 3 metros en zanjas con relleno sin compactar, para profundidades mayores será necesario compactar el terreno en la zona de los riñones de la tubería. Para el caso especial de paso debajo de la carretera irán colocados dentro de otra tubería de protección.

De manera general, los materiales utilizados, el procedimiento de fabricación, los cálculos constructivos, la manipulación, el transporte hasta pie de obra y las pruebas tanto en

fábrica como en obra, deberán cumplir la "Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado" de septiembre de 2007 y las normas UNE-EN 639:1995, UNE-EN 641:1995 y UNE-EN 642:1995.

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

Sistemas de unión

El sistema fundamental de unión de la tubería será enchufe - campana mediante junta elástica doble en todos los diámetros a instalar.

Para el caso especial de uniones con piezas especiales de acero como tés, codos, carretes de anclaje de válvulas y carretes lisos, se utilizarán uniones soldadas.

Piezas especiales

Las piezas especiales tales como codos, derivaciones a ventosa, derivaciones a desagüe y entronque a válvulas deberán cumplir las especificaciones incluidas en el apartado 2.18.7 *PIEZAS ESPECIALES*.

2.18.2. MATERIALES

Cemento

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

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

En los casos en que el contenido de sulfatos, expresado en SO₄ exceda de 600 mg/l en el agua, o de 3.000 mg/kg en el terreno, habrá que recurrir a los cementos resistentes a los sulfatos que, en el vigente Pliego Generales para la recepción de cementos, se designan como cementos SR.

Si el contenido de sulfatos expresado en SO₄ exceden de 6.000 mg/L en el agua o de 12.000 mg/kg en el terreno, es indispensable aplicar sobre el tubo una protección adicional a base de una pintura bituminosa tipo brea-epoxi con un consumo de 0,3 kg/m².

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

Cualquier tipo de cemento que se emplee deberá tener un contenido de aluminato tricálcico ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) del clinker inferior al 8%.

Áridos

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

El árido empleado en la fabricación del hormigón de los tubos cumple las condiciones exigidas en el vigente Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de Junio).

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

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

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

Agua

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

Cuando no se posean antecedentes, o en caso de duda, el agua deberá ser analizada, y cumplirá las condiciones exigidas en el vigente Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de Junio).

Se prohíbe el empleo de agua de mar.

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

Hormigones y morteros

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

Los hormigones y morteros de los tubos de hormigón armado o postesado cumplen las condiciones exigidas en el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de Junio).

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

MÁXIMO CONTENIDO DE IÓN CLORO EN EL HORMIGÓN	
Tipo de hormigón	% de ion cloro sobre la masa de cemento
Tubos de hormigón armado	≤ 0,4 %
Tubos de hormigón postesado	≤ 0,2 %

Se emplearán dosificaciones de cemento ajustadas a lo expuesto en las normas UNE-EN 641:1995 y UNE-EN 642:1995. La resistencia característica a compresión del hormigón a veintiocho días, en probeta UNE cilíndrica de 15 x 30, no deberá ser inferior a 35 N/mm².

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

Chapa de acero para las camisas

Pueden emplearse para la fabricación de camisas de los tubos, como mínimo, las chapas definidas como tipo S-235 JR en la norma UNE-EN 10025-1:2006. La consideración en el cálculo de un límite elástico del acero superior a 210 MPa deberá justificarse debidamente.

A continuación, se transcriben las características definidas en la citada norma del acero S-235 JR.

COMPOSICIÓN QUÍMICA							
Designación	% C max para espesor en mm		Mn %	Si %	P %	S %	N %
	≤16	>16≤40					
S 235 JR	0,210	0,250	1,500	-	0,055	0,055	0,011

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

■ Armaduras pasivas

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

En la armadura principal (transversal) se utilizarán barras o alambres corrugados.

En la armadura auxiliar (longitudinal) se utilizarán aceros lisos.

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

■ Armaduras activas o postensado

Los alambres de postesado, cumplirán la normativa vigente (UNE 36094, e Instrucción de Hormigón Estructural).

Los fabricantes facilitarán los valores de las características físicas, químicas y mecánicas que se les solicite, así como los de la relajación a mil horas, a temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$, para tensiones iniciales del 60 y 80% de la carga unitaria máxima f_{max} , garantizada. La carga de rotura del alambre será mayor o igual a 18.000 kg/cm^2 .

Además, por las características específicas de este tipo de elementos, se incrementarán las exigencias de ductilidad. Así:

- El número de doblados-desdoblados que soportará el alambre en la prueba de doblado alternativo, no será inferior a 7.
- El alargamiento bajo carga máxima, con $L_0 = 100 \text{ mm}$ no será inferior al 5%
- Se recomienda utilizar alambres de postesado de diámetros 5, 6, y 7 mm.

■ Aditivos

Cumplirán las especificaciones del Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de Junio)

■ Materiales elastoméricos para juntas

Cuando el caucho sea utilizado para juntas de conducciones de agua potable, no contendrá sustancias capaces de alterar las propiedades organolépticas del agua, ni sustancias

tóxicas extraíbles y cumplirá la normativa vigente de materiales en contacto con agua potable.

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

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

Pinturas

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

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

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

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

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

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

Pintura de cabezales

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

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

Finalmente, se aplicará la pintura de terminación o acabado que deberá ser una pintura epoxi adecuada para contacto con alimentos sin disolvente. Se aplicará un mínimo de dos o tres capas, según sea necesario hasta alcanzar un espesor total mínimo de 120 micras. La función de estas capas es rellenar el sistema aportando espesor y al mismo tiempo, proteger contra las agresiones externas.

2.18.3. FABRICACIÓN

Tipos de fabricación

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

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

En cualquier caso, se adoptarán las medidas necesarias para conseguir que las disposiciones constructivas y los procesos de ejecución se ajusten, en todo, a lo indicado en el Proyecto.

Moldes

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

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

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

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

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

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

Camisas de chapa

Las camisas de chapa, cuando se empleen en la fabricación de los tubos, tendrán un espesor mínimo de 1,5 mm, serán cilíndricas, con soldaduras transversales y longitudinales o bien helicoidales, hechas a tope o por solapo, con una resistencia a tracción mayor o

igual a la de la chapa de acero. Se recomienda que el número de soldaduras de la camisa sea el menor posible.

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

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

Jaulas de armadura pasiva

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Colocación y tesado de armaduras activas

Las armaduras activas transversales son armaduras postesadas, arrolladas helicoidalmente alrededor de un núcleo de hormigón con camisa de chapa.

El diámetro del alambre no será menor de 5 mm. La separación libre entre las espiras será uniforme, y no será menor que el diámetro del alambre ó 6 mm, la más restrictiva de ambas condiciones, para las espiras de una misma capa de la armadura.

La separación máxima inter-ejes de las espiras, será de 50 mm. Para los tubos zunchados sobre la camisa de chapa con alambre de 6 mm o más, el inter-eje máximo entre espiras será de 25 mm.

Los empalmes y anclajes se efectuarán de modo que no resulten modificadas las características del alambre, en especial su resistencia.

El sistema de postesado transversal deberá garantizar la tensión de zunchado de forma sensiblemente constante, permitir su medición y detectar las eventuales variaciones de la tensión que superen las tolerancias establecidas.

No se procederá al tesado de las armaduras postesadas hasta que el hormigón haya alcanzado las resistencias de Proyecto fijadas para estas operaciones.

Hormigonado

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

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

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

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

La compactación por vibración será uniforme en todo el tubo.

Curado del hormigón

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

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

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

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

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

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

2.18.4. ESPESORES Y RECUBRIMIENTOS

⊞ Espesor y recubrimiento interior

La tabla siguiente indica el espesor mínimo teórico de la pared del tubo y el espesor mínimo teórico del revestimiento interior para cada diámetro.

▶ Espesor mínimo teórico $t_{mín}$

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

dn/d_i	$t_{mín.}$ (mm)	$t_{i mún.}$ (mm)
500	55	20
600	60	20
700	65	20
800	70	20
900	75	20
1000	80	20
1100	85	25
1200	95	25
1300	105	25
1400	110	25
1500	115	25
1600	125	25
1800	140	30
2000	155	40
2200	170	40
2400	185	45
2500	195	45
2600	200	45
2800	215	45
3000	220	45
3200	230	45
3500	250	50

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

⊞ Recubrimiento exterior

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

- 1,25 veces el tamaño máximo del árido o:
 - 15 mm para los tubos de $d_i < 800$ mm
 - 20 mm para los tubos de $d_i > 800$ mm

2.18.5. TOLERANCIAS

Diámetro interior del tubo

di	Tolerancia media mm	Tolerancia del valor individual mm
$d_i \leq 500$	$\pm \frac{20 d_i}{1000}$	$\pm \frac{40 d_i}{1000}$
$500 < d_i < 1200$	$\pm \left(6 + \frac{5 d_i}{1000} \right)$	$\pm \left(12 + \frac{d_i}{100} \right)$
$d_i \geq 1200$	± 12	± 24

Espesor de la pared del tubo

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

Ovalización del tubo en la zona de junta

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

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

- 0,5% del diámetro nominal.
- 5 mm.

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

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

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

TOLERANCIAS SOBRE LAS LONGITUDES DESARROLLADAS EN MM				
Todos los diámetros	Boquilla hembra		Boquilla macho	
		+8,5	-1,5	+1,5

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

TOLERANCIAS RESPECTO AL DIÁMETRO NOMINAL DE LA BOQUILLA EN MM PARA JUNTA SOLDADA				
d_i	Boquilla hembra		Boquilla macho	
≤ 1500	+7	-3	+3	-7
> 1500	+10	-5	+5	-10

❏ Dimensiones de la camisa de chapa y de la jaula de armaduras

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

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

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

❏ Longitud

Se seguirán los criterios siguientes:

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

tolerancia (\pm) especificada por el fabricante para el caso de tendido recto y para el caso de deflexión angular.

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

Juntas de moldes

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

Alambres de pretensar y de armar

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

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

Tensión de zunchado

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

Rectitud de generatrices

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

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

Ortogonalidad de extremos

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

2.18.6. CALCULO MECÁNICO DE LA TUBERÍA

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

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

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

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

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

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

El empuje lateral será de tipo activo.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.18.7. PIEZAS ESPECIALES

Las piezas especiales tales como codos, derivaciones a ventosa, derivaciones, salidas a desagüe y entronque a válvulas podrán ser fabricadas en HACC o en calderería de acero.

En el caso de que se fabriquen en hormigón armado con camisa de chapa deberán cumplir las especificaciones incluidas a continuación:

❏ Especificaciones técnicas

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

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

En el caso de que se fabriquen en calderería de acero deberán cumplir las especificaciones incluidas en el apartado correspondiente del presente Pliego.

❏ Fabricación

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

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

❏ Control de calidad

Se hará entrega de un albarán con la identificación de las pieza/s del plano con cada pieza.

Relación de soldadores, con copia del Certificado de homologación.

Certificados de calidad de los materiales empleados:

▶ **Chapa**

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

▶ **Material de soldadura**

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

▶ **Acero corrugado y mallas para armaduras**

- Documentación correspondiente al Mercado CE de los productos de construcción s/ Reglamento (UE) nº 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011.
- Certificados de ensayos por colada.

▶ **Áridos**

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

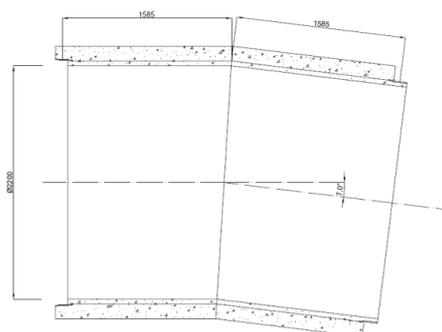
▶ **Cemento**

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

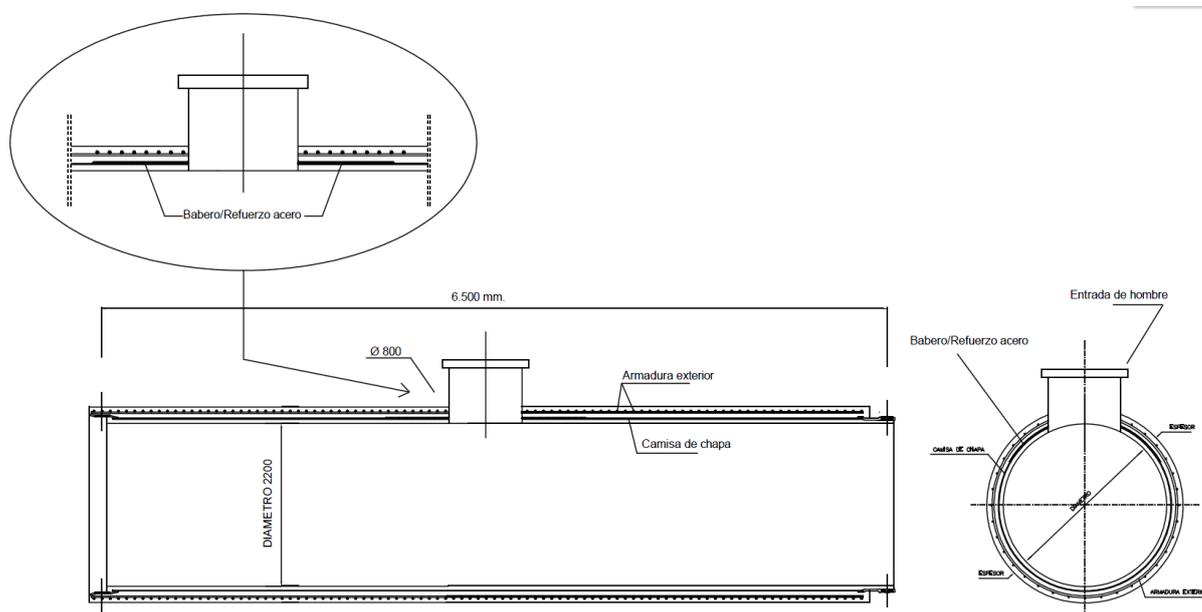
▶ **Con cada pieza**

- Resistencia a 7 días del hormigón.
- Resistencia característica del hormigón.
- Certificados de sistema de gestión de calidad ISO 9001 del proveedor de piezas.
- Certificados de sistema de gestión de calidad ISO 9001 de los suministradores de materiales (si se dispone): cementos, áridos, chapa, acero corrugado para armaduras, material de soldadura.
- Trazabilidad de la chapa, y aceros corrugados con las piezas fabricadas con estos materiales.
- Resultados de los PPI y PE especificados en el apartado de Fabricación Máximo 15 días después del suministro de la pieza.

Detalle de codo:



Detalle de salida de ventosa (entrada de hombre):



2.18.8. CONTROL DE MATERIALES

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

■ Cemento

La periodicidad de los ensayos será la siguiente:

- Al comenzar el hormigonado de una serie de tubos, que no presente la debida continuidad con otra anterior, bien sea por:
 - Comienzo de la fabricación.
 - Cambio del suministrador del cemento o de las condiciones de suministro.

- Cambio del tipo, clase o categoría del cemento.
- Durante la fabricación:
 - Bimensualmente, si se consumen menos de 1.000 t por mes.
 - Mensualmente, si se consumen más de 1.000 t por mes.

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

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

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

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

De acuerdo con la RC-03, por cada lote de cemento suministrado se conserva una muestra preventiva de cemento al menos durante 100 días.

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

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

Agua

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

Áridos

La periodicidad en los ensayos será la siguiente:

- Al comenzar el hormigonado de una serie de tubos, que no presente la debida continuidad con otra anterior, bien sea por:
 - Comienzo de la fabricación, si no se poseen antecedentes.
 - Cambio de la procedencia de los áridos, si no se poseen antecedentes.
 - Sospecha de variación en sus características.
- Durante la fabricación:
 - Semestralmente; si bien mensualmente se comprobarán las granulometrías, los finos y el equivalente de arena.

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

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

Aditivos

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

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

Control del hormigón

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

Control de la armadura pasiva y activa

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

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

■ Control de la chapa de acero

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

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

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

■ Control del material para juntas

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

Se recomienda utilizar juntas con distintivo de Conformidad, AENOR o cualquier otro sello de calidad homologado en un país miembro de la UE que tenga un nivel de seguridad equivalente. En caso de no disponer de sello de calidad se procederá, al menos una vez al año, a la realización de los ensayos necesarios para comprobar las características exigidas.

2.18.9. CONTROL DE LA FABRICACIÓN

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

■ Control de las camisas de chapa

Los controles que se efectúan son los siguientes:

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

Los eventuales poros serán reparados y la camisa se probará nuevamente hasta que no se observe ninguna fuga. No se permitirá el calafateo.

- Prueba mediante productos detectores de poros.

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

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

Control de las jaulas de armaduras pasivas

Los controles que deberán efectuarse serán los siguientes:

- Comprobación del diámetro de las espiras y generatrices, así como de su separación.
- Comprobación del diámetro y longitud de la jaula.
- Comprobación de la indeformabilidad de la jaula.

En las soldaduras no existirán dos puntos contiguos libres, bien sea sobre espira o sobre generatriz; y se comprobará que no hay en las soldaduras pérdidas de material que disminuyan el diámetro de las espiras.

Control del tesado de las armaduras activas

Se controlarán las operaciones de tesado de las armaduras activas. Los controles que deberán efectuarse serán los siguientes:

- Comprobación del diámetro de los alambres y distancia entre ellos.
- Comprobación de la tensión del alambre.
- Comprobación de que el hormigón ha alcanzado la resistencia exigida para el tesado de la armadura postesada.

Control del hormigonado

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

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

También se comprobará la geometría del tubo, para asegurarse de que su diámetro interior, espesor, ovalización en zonas de junta, excentricidades de camisa y/o de

armaduras, longitud y las juntas de los moldes, cumplen las prescripciones fijadas, con las tolerancias establecidas.

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

Control de acabado

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

2.18.10. TRANSPORTE Y MANIPULACIÓN

Transporte

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

Los tubos se transportan sobre unas cunas de madera que garantizan la inmovilidad transversal y longitudinal de la carga, así como la adecuada sujeción de los tubos apilados, que no estarán directamente en contacto entre sí, sino a través de elementos elásticos, como madera, gomas o sogas.

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

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

El acopio de los tubos en obra se hará en posición horizontal, sujetos mediante calzos de madera, salvo que se disponga de alguna solera rígida que garantice el acopio vertical en las debidas condiciones de seguridad.

Durante su permanencia en la obra, antes del tapado de las zanjas, los tubos deberán quedar protegidos de acciones o elementos que puedan dañarles.

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

Zanjas para alojamiento de tuberías

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

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

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

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

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

Para terrenos estables se recomienda el talud 1H/1V en la zona donde se alojará el tubo.

Montaje de tubos

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

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

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

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

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

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

- En terrenos de gran resistencia, tales como los rocosos, cualquiera que sea el tipo de junta, puede disponerse cama de grava, gravilla o arena con un espesor de 20 centímetros, para los tubos de hormigón postesado con camisa de chapa de diámetros 1200, 1100, 1000 y 900 mm.
- En terrenos de tipo granular, cualquiera que sea el tipo de junta, puede usarse como cama el propio fondo de la zanja bien escarificado o el terreno de la excavación debidamente seleccionado.

Como orientación de lo que se entiende por terreno granular, puede citarse lo que se indica en la norma AWWAC-150-71 que define el material granular por la siguiente curva granulométrica:

Tamaño del tamiz	% que pasa
3/4"	100
2"	90
3/8"	40-70
N1 4	0-15
N1 8	0-5

- En terrenos normales, puede adoptarse cama granular para los tubos de junta elástica y cama de hormigón para los tubos de junta rígida.

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

Para la ejecución de la cama de hormigón se extenderá una solera de hormigón pobre, de 0.10 a 0.15 m de espesor, según los diámetros de los tubos, sobre el fondo de la zanja, y sobre esta solera se situarán los tubos, convenientemente calzados, de forma que la distancia entre su generatriz inferior y la solera sea al menos de 0.15 m.

Posteriormente, sobre la solera antes citada, se extenderá un hormigón en masa cuya resistencia de Proyecto no sea inferior a 10 MPa, hasta alcanzar el ángulo de la cama de apoyo que se fije en Proyecto, que normalmente será de 120°. Las camas se interrumpirán en un espacio de 0,60 m, como mínimo, centrado con las juntas, para hacer posible la ejecución de éstas. Los tubos se bajarán al fondo de la zanja con los elementos adecuados, según el peso y longitud del tubo. Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua.

- Los terrenos malos, como los deslizantes, los constituidos por arcillas expansivas con humedad variable, los de previsible desaparición por estar en márgenes de ríos, y otros análogos, se tratarán con disposiciones adecuadas a cada caso, si bien el criterio general deberá ser evitarlos.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Juntas

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

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

Juntas elastoméricas

Los tipos de juntas flexibles utilizadas en tuberías de hormigón son con alojamiento.

Las juntas están constituidas por dos boquillas, con alojamiento, donde la estanqueidad se consigue mediante un anillo elástico de goma tal, que garantice su estanqueidad durante el tiempo correspondiente a la vida previsible de la tubería con la necesaria fiabilidad.

La junta con alojamiento es tórica, y se coloca en el alojamiento previsto para ella.

La calidad de la junta debe acompañar al tubo de hormigón durante su vida de servicio, por lo que la elasticidad de la goma es primordial, y se comprueba con el test de relajación de esfuerzos a compresión.

En el momento de su montaje presentarán una superficie suave, exenta de fisuras, poros, burbujas o rebabas.

Las superficies del tubo en contacto con el anillo estarán limpias y exentas de cualquier defecto superficial, que puedan afectar a la estanquidad o dañar al anillo.

Durante el montaje de la junta elástica, se efectuará el encaje correcto del anillo y se comprobará que los paramentos verticales de los extremos macho y hembra están debidamente separados, para poder absorber los posibles movimientos de la junta, considerados en el Proyecto, sin entrar en contacto ni desenchufarse. Asimismo, no debe agotarse en esta operación toda la deformación posible de la junta, para poder absorber eventuales asientos diferenciales posteriores; pero se respetarán los límites indicados en proyecto.

Juntas rígidas

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

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

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

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

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

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

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

Dosificación Manguito interior

Cemento: 350 kg/m³

Arena 1-4: 1800 kg/m³

Agua aditivo: 130 l/m³ de agua y 65 l/m³ de emulsión adhesiva para mortero o lechada de cemento.

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

Dosificación Manguito exterior

Ídem dosificación anterior salvo cemento: 300 kg/m³

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

RECOMENDACIONES DE MONTAJE

2º JUNTA SOLDADA (II)



Se puede dejar el plástico o hacerlo con encofrados flexibles.

El interior se hace con llana.



+ Relleno de zanjas

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

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

El relleno de las zanjas se realizará primeramente con material seleccionado y se colocará a continuación de la cama del material granular hasta alcanzar un espesor de 30 cm por encima de la generatriz superior del tubo. Deberá tener las características contempladas en el cálculo del tubo, será adecuado, compactable y no contendrá grandes piedras, guijarros, material helado u otro material desaconsejable como tierra vegetal, madera, escombros, etcétera.

Al rellenar la zanja se deben distinguir dos zonas: hasta la clave del tubo y por encima de la clave. La primera debe rellenarse de forma compensada para evitar desplazamiento de los tubos, en tongadas de 30 cm como máximo, debiendo compactarse con medios ligeros, generalmente pisones o ranas.

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

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

El relleno con material seleccionado por encima de la clave se realizará en tongadas de espesor máximos de 20 cm compactada con medios ligeros sobre el tubo hasta alcanzar un recubrimiento de un 30 cm.

El resto del relleno de las zanjas hasta el nivel del terreno desbrozado se realizará con material procedente de la excavación y no será necesario compactar con medios mecánicos, excepto para recubrimientos sobre la tubería mayores a 3 metros, donde se deben ejecutar en tongadas de 25 cm como máximo, debiendo compactarse con medios ligeros.

+ Compactación

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

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

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

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

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

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

2.18.11. PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD DE LOS TUBOS EN FÁBRICA

Frecuencia del ensayo

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

► Presión de Prueba en Fábrica (PP)

La presión de prueba será:

- Para tubos de diámetro nominal menor o igual de 1.200 mm el mayor de los dos valores siguientes:
 - La presión máxima de diseño (MDP) más 0,2 MPa.
 - 1,2 veces la presión máxima de diseño (MDP).
- Para tubos de diámetro nominal mayor de 1.200 mm el mayor de los dos valores siguientes:

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

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

2.18.12. ENSAYOS DE LAS CONDUCCIONES EN OBRA

Especificaciones generales

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

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

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

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

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

Prueba de presión

Operaciones preliminares

- Relleno y anclaje

Previo a la realización de la prueba de presión, las tuberías deben, donde sea adecuado, cubrirse con materiales de relleno, de forma que se eviten cambios en las condiciones del

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

- Selección y llenado del tramo de prueba

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

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

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

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

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

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

► Presión de Prueba

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

- Golpe de ariete calculado

$$STP = MDP_c + 0,1 \text{ MPa}$$

- Golpe de ariete no calculado

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

El menor de los dos valores.

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

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

► Procedimiento de ensayo

- Especificaciones generales

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

- Prueba preliminar.
- Prueba de purga.
- Prueba principal de presión.

- Prueba preliminar

La prueba preliminar tiene por objeto:

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

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

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

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

- Prueba de purga

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

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

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

- Prueba principal de presión

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

Se admiten dos métodos de prueba básicos:

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

El Director de Obra debe especificar el método a utilizar.

- Método de prueba de pérdida de agua

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

a) Medida del volumen evacuado

Incrementar la presión regularmente hasta que se alcance la presión de prueba de la red (STP). Mantener STP mediante bombeo, si es necesario, durante un período no inferior a una hora.

Desconectar la bomba y no permitir que entre más agua en la conducción durante un período de prueba de una hora o durante un intervalo de tiempo más largo, si así lo especifica el director de obra.

Al final de este período medir la presión reducida y proceder a recuperar STP bombeando. Medir la pérdida, evacuando agua hasta que la anterior presión reducida se alcance nuevamente.

b) Medida del volumen bombeado.

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

Mantener la presión de prueba de la red STP como mínimo durante una hora, o más, si el proyectista lo especifica.

Utilizando un dispositivo apropiado, medir y anotar la cantidad de agua que es necesario bombear para mantener la presión de prueba de la red.

El proyectista debe especificar el método a utilizar.

La pérdida de agua aceptable, al finalizar la primera hora de la prueba, no debe exceder el valor calculado utilizando la siguiente fórmula:

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

ΔV_{\max} es la pérdida de agua admisible, en litros;

V es el volumen del tramo de conducción en prueba en litros;

Δp es la caída de presión admisible definida anteriormente, en kilopascales;

E_w es el módulo de deformación del agua, en kilopascales;

d_i es el diámetro interior del tubo, en metros;

e es el espesor de la pared del tubo, en metros;

E_R es el módulo de deformación de la pared del tubo, en kilopascales;

1,2 es un factor de corrección (por ejemplo, para el aire residual) durante la prueba principal de presión.

- Método de prueba de pérdida o caída de presión

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

La duración de la prueba de caída de presión debe ser de 1 hora o de mayor duración si así lo especifica el proyectista. Durante la prueba, la caída de presión, debe presentar

una tendencia regresiva y al finalizar la primera hora no debe exceder los 20 kPa para tubos de hormigón con camisa de chapa acero.

► **Examen de resultados de la prueba**

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

► **Prueba general de la red**

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

► **Anotación de resultados de la prueba**

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

2.19. TUBERÍAS METÁLICAS PARA RANURAR

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

▣ **Diseño**

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

▣ **Tubería**

Acero al carbono-manganeso tipo S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1:2006.

Espesores conforme DIN 2440 (serie media):

Díámetro nominal	Díámetro exterior	Espesor	Peso teórico
(Pulgadas)	(mm)	(mm)	(kg/m)
2	60,3	3,6	5,1
3	88,9	4	8,47
4	114,3	4,5	12,1
6	165,1	5	19,2

🔲 Revestido de la tubería galvanizada

Galvanizado en caliente realizado conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2023 de espesor medio superior a 120 micras y espesor mínimo conforme lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2023.

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

- Tubería galvanizada

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

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

- Tubería en negro

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

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

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

2.19.1. UNIONES DE INSTALACIÓN Y UNIONES DE REPARACIÓN

En el caso de que durante la ejecución de la obra sea necesario el empleo de uniones de instalación de un solo cierre y/o uniones de reparación de doble cierre, se emplearán aquellas cuyo fabricante posea Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado y cuyas calidades de los materiales sean las especificadas a continuación:

2.19.2. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Diseño

- Bajo peso.
- Un sólo punto de cierre en uniones de instalación.
- Doble cierre en uniones de reparación.
- Absorción de desviaciones angulares, movimientos axiales, deformaciones radiales, superficies rugosas y vibraciones.
- La presión sobre el labio de la junta de estanqueidad es mayor cuando aumenta la presión interna de la línea.
- Soportar una presión de prueba de 1,5 veces la presión de trabajo.

Carcasa, ejes y acero interior

Acero inoxidable AISI 304 L.

Tornillería

Acero inoxidable AISI 304.

Manguito de estanqueidad

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

2.19.3. CONTROL DE CALIDAD

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

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar

documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

2.19.4. MARCADO

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

- Diámetro nominal.
- Diámetro exterior a colocar a cada lado de la unión.
- Presión de trabajo.
- Presión de ensayo.
- Par de apriete necesario.
- Identificación del fabricante.

2.20. TUBERÍAS ACERO HELICOSOLDADO

2.20.1. CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

Las especificaciones técnicas de los sistemas de canalizaciones en acero helicoidal se adecuarán a lo recogido en las Normas, UNE-EN 10224 “Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano”. Cumplirá, a su vez, con la normativa UNE-EN 805 “Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes”.

Como normas generales serán de aplicación, la UNE-EN ISO 3183:2020 para aceros para tubería y la Norma DIN 1626 Hoja 2 para el proceso de fabricación de los tubos de acero soldados.

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

Tuberías

Acero al carbono tipo S-275-JR (calidad acero según UNE-EN 10025) con soldadura helicoidal y extremo abocardado cilíndrico (según norma AWWA C200/05) con junta termoresistente, fabricados según Norma Europea conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006:2020.

Tipo de acero	Límite elástico (Valores Mínimos)	
	Kp/mm2	Mpa
UNE/EN 10025/2006 S 275 JR	28	275

Las dimensiones y masas de los tubos cumplirán la norma UNE-EN 10220:2004.

Díámetro exterior (mm)	Espesor de chapa (mm)
762	6,4
610	8
508	6,4
358	6

Unión soldada con electrodo celulósico rellenando la costura mediante un sistema de pasadas múltiples y finalizando de peinado o métodos similar.

Revestido:

El revestimiento interiormente con poliuretano o similar según AWWA C-222 y exteriormente con polietileno multicapa o similar de al menos 3 mm, con tolerancia menor de - 1 mm en el cordón de soldadura, incluyendo tratamiento previo de imprimación anticorrosivo extruido en caliente (DIN 30670/91), previa preparación de las superficies a grado SA 1/2.

Marcado

Marcado de tubo según norma y trazabilidad.

Suministro

Podrá ser suministrado en tubos de 6 m, 8 m, 13,5 m o 16 m, en función del replanteo y del juicio técnico de la Dirección Facultativa.

Certificado de producto

Norma fabricación AWWA y revestimiento interior según norma AWWA C200/05.

2.20.2. CONTROL DE CALIDAD

El fabricante deberá poseer Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204 de la tubería, garantizando el material conforme con la legislación vigente.

El fabricante aportará a la empresa ejecutora en el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales para realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

Revestido

El revestido de epoxi, cumplirá con la norma UNE-EN 10289.

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 en el presente pliego.

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.

Comprobación del Espesor

Se comprobará el espesor del revestido en los 3 elementos completos o en las 3 probetas, con un medidor de corriente de Foucault conforme lo indicado en la norma UNE-EN ISO 2808:2020, comprobando que en todos los casos el espesor medio es superior al especificado en el apartado correspondiente del presente pliego.

Adherencia

Se comprobará la adherencia en los 3 elementos completos o en las 3 probetas, por el método del corte por enrejado según la norma UNE-EN ISO 2409:2021. La clasificación obtenida será tipo 0 ó 1 según la tabla 1 de la norma UNE-EN ISO 2409:2021.

Soldaduras

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 9712:2023 o equivalente a un nivel apropiado, en el sector industrial pertinente y vigente.

El fabricante avisará, con un mínimo de 10 días de antelación, el momento en el que estén realizadas todas las soldaduras, sin tratar ni revestir, para que la empresa pueda realizar el control de calidad de las soldaduras. Dicho control de calidad se realizará mediante un examen visual, líquidos penetrantes o radiografía, según dictamine la Dirección de Obra, a través de un Laboratorio debidamente autorizado.

▶ **Examen visual**

Se realizará en el 100% de las soldaduras, conforme a la norma UNE-EN 17637:2017, el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2014 o UNE-EN 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 UNE-EN 3452-1:2022, el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2014 o UNE-EN ISO 10042:2018 será el B, el nivel de aceptación según la norma UNE-EN 23277:2015 será el 2X.

2.20.3. IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

Los tubos vendrán marcados según la UNE-EN 10224, donde cada tubo y accesorio debe marcarse de manera legible mediante estarcido u otro procedimiento de marcado indeleble, con la siguiente información en la secuencia indicada:

- Nombre de fabricante o marca de identificación.
- Numero de la norma europea, UNE-EN 10224.
- Designación simbólica del acero.
- En caso de inspección específica: la marca del inspector.
- Un número de identificación, que permita la correlación del producto o unidad de suministro con los documentos relacionados.
- Cuando se especifique el tipo de tubo, soldado o sin soldadura, la letra S (sin soldadura) o la letra W (soldado).
- El marcado sobre el tubo no debe comenzar a más de 300 mm de uno de los extremos.
- El fabricante deberá suministrar información adicional sobre la presión de prueba (kg/cm^2) y el peso del tubo (kg/m).

2.20.4. EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

Se reducirá al máximo el período de almacenamiento para preservar los tubos de la intemperie.

Los lugares de acopio se establecerán de manera que los desplazamientos de la tubería dentro de la obra sean lo más reducidos posibles, reuniendo las siguientes condiciones:

- Estar nivelado.
- Estar exento de objetos duros y cortantes.
- La altura de la pila no debe exceder de 1,50 m.
- Asegurar la aireación para evitar la deformación de los tubos por acumulación de calor.

El número de pisos que puede almacenarse dependerá del tipo de acero utilizado, así como del espesor. Se consultará con el fabricante el número máximo de pisos, así como su disposición, evitando la deformación de los tubos y la mayor estabilidad de las cargas. Si no se dan estas indicaciones se seguirá lo expuesto en la API 5LW:1997.

La carga y la descarga se realizarán de modo que la tubería no sufra golpes, ni raspaduras en el revestimiento, quedando perfectamente inmovilizada sobre la caja de los camiones, para que durante el transporte no se puedan producir daños.

La descarga se realizará de manera que no deslice ningún tubo sobre los otros, depositándolo sin brusquedades y sin que ruede sobre el suelo, quedando en el acopio apoyado en toda su longitud. Cuando la descarga se realice por medios mecánicos, estarán protegidos con goma los elementos de suspensión que vayan a estar en contacto con la tubería. El empleo de cables requerirá, asimismo, el uso de una protección que impida también el contacto directo con la tubería.

Se adoptarán las medidas de seguridad oportunas para que el personal no corra riesgo de accidentarse, siendo de aplicación lo establecido en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

El transporte de los tubos se realizará de manera que no sufran movimientos en la caja del camión, empleando cuñas de materiales adecuados como la madera, y extremando las precauciones en su manipulación hasta su emplazamiento definitivo. El tubo no sobresaldrá en ningún caso más de 0,5 m del camión que realiza el transporte.

2.21. TUBERÍA Y PIEZAS METÁLICAS

Los materiales que se contemplan en este capítulo se corresponden con las conducciones metálicas de agua; colectores existentes en la estación de bombeo, tubería metálica de la red, piezas especiales metálicas en la propia estación de bombeo y en la red, y el resto de elementos metálicos tubulares para conducción de agua que puedan aparecer en el proyecto.

2.21.1. NORMAS DEL PRODUCTO

La tubería metálica seguirá la norma UNE-EN 10224:2003 “Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano”.

No se contempla una norma exclusiva que recoja las piezas metálicas para tuberías a presión, pero los materiales cumplirán con la UNE-EN 10224:2003 y cada una de las normas particulares descritas en el presente pliego.

Respecto a las dimensiones de las piezas, aunque no existe en España una normativa específica sobre las dimensiones para el diseño y fabricación de accesorios comunes de acero en tuberías, puede seguirse de la AWWA (American Water Works Association), la normativa C208-01 “Standard Dimensions for Fabricated Steel Water Pipe Fittings” donde se señala para diámetros nominales desde 6” hasta 144”, medidas para tes, cruces, tes con reducción, tes laterales con reducción, reducciones concéntricas y excéntricas, codos y salidas tangenciales. En todo caso esta norma es una guía dimensional y no establece espesor de paredes, capacidad de presión de trabajo, diseño de tipos de unión ni tolerancia en dimensiones de accesorios. Respecto a los espesores a emplear en la calderería, éste será variable según el diámetro de la pieza.

2.21.2. CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

Las calidades de los materiales que se oferten deben ser de igual o superior a lo especificado a continuación:

❏ Tubería de acero helicosoldada

- Acero al carbono-manganeso tipo S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1:2006.
- Las dimensiones seguirán la norma UNE-EN 10224:2003 y la DIN 2448.
- Para el presente proyecto se establecen como espesores mínimos, siempre que no se contradiga con las especificaciones de la UNE-EN 10224:2003:

DIÁMETRO NOMINAL (mm)	ESPESOR (mm)
DN = 300	6,40
DN = 400	7,10
DN = 500	7,10
DN = 600	7,90
DN = 800	8,70

❏ Chapas

Acero estructural al carbono-manganeso S-235-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2:2006:2020.

❏ Revestido

- Tubería galvanizada:

Los colectores y todas las piezas especiales metálicas instaladas dentro de la estación de bombeo irán revestidos en galvanizado en caliente según AISI/SAE 1008, 1010, 1015.

Las piezas zincadas deben ser maquinadas, dobladas, soldadas, o sometidas a cualquier proceso que pueda afectar la continuidad o uniformidad de la capa protectora, antes del zincado y no posteriormente a él. Si lo anterior no fuese posible los daños al revestimiento deben ser adecuadamente reparados: preparación mecánica de la superficie por abrasivos, aplicación de fondo zinc rich, pintura. En este caso la dirección de obra se reserva el derecho de aprobación de estos procedimientos.

Galvanizado en caliente realizado conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2023 “Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2023)” ó bien a las ASTM A123 y ASTM A153. El espesor medio superior a 120 micras y espesor mínimo conforme lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2023

En caso de realizarse cualquier tipo de mecanizado posterior al galvanizado como puede ser el ranurado, deberá garantizarse la protección de la zona mecanizada, así como la integridad de la zona circundante a la misma del tubo (serán inadmisibles tubos en los que en el galvanizado aparezcan resquebrajamientos).

2.21.3. CONTROL DE CALIDAD

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

En el caso de que el fabricante realice un control de calidad del revestido similar a lo especificado a continuación y que posea Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204 de la tubería, garantizando el material conforme con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales metálicos ni del revestido, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará, con el primer envío 3 probetas de 20 cm de longitud, para la realización de los ensayos oportunos por parte de la empresa ejecutora.

■ Revestido

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 en el presente pliego.

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.

■ Galvanizado

En cuanto a la galvanización en caliente, en el caso de que el suministro del material se acompañe de un certificado de garantía del galvanizador, específico para la obra y firmado por persona física, la dirección facultativa podrá eximir de la realización de los correspondientes ensayos. La realización de ensayos, en su caso, se efectuará mediante los procedimientos establecidos en las normas nacionales e internacionales, UNE-EN-ISO 1461:2023 o bien la ASTM A123 y ASTM A153.

Espesor

En las normas UNE-EN-ISO 1461:2023, ASTM A123 y ASTM A153 se especifica los valores medios mínimos admisibles de espesor de los recubrimientos galvanizados en función del espesor del material de base, se establece como espesor mínimo 120 micras.

La medida de los espesores se realizará por el procedimiento electromagnético indicado en la norma UNE-EN-ISO 1461:2023 o ASTM E376.

Adherencia

La capa de aleación de zinc debe presentar firme adherencia al material base.

Los métodos utilizados para el análisis son:

- Método de martillo basculante según norma ASTM A 123 7.4.2 y ASTM A 153 8.4.2.
- Método de cuchillo normalizado según ASTM A 123 7.4.1 y ASTM A 153 8.4.1

Aspecto superficial o visual

La pieza o tubería se hará inspección visual y se observará que esté libre de rebabas, gotas punzantes y adherencias superficiales de cenizas u otros restos.

Pintado Epoxi

- Espesor

Se comprobará el espesor del revestido en los 3 elementos completos o en las 3 probetas, con un medidor de corriente de Foucault conforme lo indicado en la norma UNE-EN ISO 2808:2020, comprobando que en todos los casos el espesor medio es superior al especificado en el apartado correspondiente del presente pliego.

- Adherencia

Se comprobará la adherencia en los 3 elementos completos o en las 3 probetas, por el método del corte por enrejado según la norma UNE-EN ISO 2409:2021. La clasificación obtenida será tipo 0 ó 1 según la tabla 1 de la norma UNE-EN ISO 2409:2021.

- Corrosión

Se comprobará la adherencia en los 3 elementos completos o en las 3 probetas, por el método del corte por enrejado según la norma UNE-EN ISO 2409:2021 La clasificación obtenida será tipo 0 ó 1 según la tabla 1 de la norma UNE-EN ISO 2409:2021.

2.21.4. SOLDADURAS

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 9712:2023 o equivalente a un nivel apropiado, en el sector industrial pertinente y vigente.

El fabricante avisará, con un mínimo de 10 días de antelación, el momento en el que estén realizadas todas las soldaduras, sin tratar ni revestir, para que la empresa ejecutora pueda realizar el control de calidad de las soldaduras. Dicho control de calidad se realizará mediante un examen visual, líquidos penetrantes o radiografía, según dictamine la Dirección de Obra, 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. El nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2014 o UNE-EN ISO 10042:2018 será el B, el nivel de aceptación será el B.
- Excepto en los colectores y la estructura metálica que se ensayarán el 30% de las soldaduras.

Examen mediante líquidos penetrantes

- Se realizará en el 10% de las soldaduras conforme a la norma UNE-EN 3452-1:2022. El nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2014 o UNE-EN ISO 10042:2018 será el B. El nivel de aceptación según la norma UNE-EN 23277:2015 será el 2X.
- Excepto en los colectores y estructura metálica que se ensayarán el 30% de las soldaduras.

Examen mediante radiografía

- Penetración de las radiografías completa mediante baqueo. Se seleccionará al azar por la Dirección de Obra, el 10% de las piezas fabricadas, o del 25% de los cordones de soldadura, realizados según la Norma UNE-EN ISO 17636:2023.
- Además de las pruebas ya especificadas, las piezas especiales metálicas cumplirán lo especificado en el pliego en cuanto a uniones (juntas elásticas, bridas, ranurados), garras, longitudes mínimas y marcado.

2.21.5. IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

La tubería vendrá identificada mediante el diámetro nominal, en pulgadas o en “mm” y el espesor de la pared según la DIN 2448.

Todas las piezas especiales metálicas se marcarán de manera visible, indeleble e inequívoca de forma tal que se pueda garantizar la trazabilidad de cada una de ellas.

2.21.6. EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

En el transporte ha de prestarse especial atención para que el revestimiento no resulte dañado con arañazos o golpes y se preserve la integridad de los bordes y juntas evitando abolladuras.

En conducciones de diámetros mayores de 800 mm es importante prever la ovalización que provoca su propio peso disponiendo perfiles interiores en cruz, de esta manera se consigue que las juntas puedan ejecutarse correctamente.

El número de pisos que puede almacenarse dependerá del tipo de acero utilizado, así como del espesor, se consultará con el fabricante el número máximo de pisos, así como su disposición.

La carga y la descarga se realizarán de modo que la tubería no sufra golpes, ni raspaduras en el revestimiento, quedando perfectamente inmovilizada sobre la caja de los camiones, para que durante el transporte no se puedan producir daños.

La descarga se realizará de manera que no deslice ningún tubo sobre los otros, depositándolo sin brusquedades y sin que ruede sobre el suelo, quedando en el acopio apoyado en toda su longitud. Cuando la descarga se realice por medios mecánicos, estarán protegidos con goma los elementos de suspensión que vayan a estar en contacto con la tubería. El empleo de cables requerirá, asimismo, el uso de una protección que impida también el contacto directo con la tubería.

Se adoptarán las medidas de seguridad oportunas para que el personal no corra riesgo de accidentarse, siendo de aplicación lo establecido en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

El transporte de los tubos en el interior de la obra se realizará de manera que no sufran movimientos en la caja del camión, empleando cuñas de materiales adecuados como la madera, y extremando las precauciones en su manipulación hasta su emplazamiento definitivo. El tubo no sobresaldrá en ningún caso más de 0,5 m del camión que realiza el transporte.

El fabricante deberá embalar y/o proteger las piezas metálicas contra posibles daños mecánicos durante su manipulación, transporte y almacenaje, de forma tal que garantice el perfecto estado de las piezas en el momento de su montaje.

En los acopios, las piezas no se colocarán directamente unas sobre otras, debiendo separarse mediante palets de madera. Asimismo, las piezas no deben desembalarse del protector de plástico hasta su colocación en su ubicación definitiva.

En los transportes en camión, se evitará el riesgo de contacto directo entre las piezas mediante la colocación de separadores de madera (palets) o goma (ruedas).

2.22. TUBERÍAS, RACORES Y ACCESORIOS DE FUNDICIÓN DÚCTIL

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

2.22.1. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES

Normativa

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

- **UNE-EN 545:2011:** Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.
- **UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:99/2002/2006:** Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.
- **UNE-EN 1092-2:1998:** Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 2: Bridas de fundición.
- **UNE-EN 14901-1:2015+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.
- **UNE-EN 805:2000:** Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes.
- **Directiva (UE) 2020/2184** del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2020 relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano.
- **UNE-EN 197-1:2011:** Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.
- **UNE-EN ISO 9001:2015:** Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos (ISO 9001:2015).

- **UNE-EN ISO 14001:2015:** Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso (ISO 14001:2015).

2.22.2. DEFINICIONES

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

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

Fundición dúctil

Fundición utilizada para los tubos, racores y accesorios, en los que el grafito está presente esencialmente bajo forma esferoidal.

Tubo

Pieza moldeada de sección interior uniforme, de eje rectilíneo, que posee extremos de enchufe, lisos o a bridas, exceptuándose las piezas brida-enchufe, brida-liso y los manguitos que se clasifican como racores.

Racor

Pieza moldeada diferente de un tubo, que permite una derivación (ramal) de la tubería, un cambio de dirección o de sección interior. Además, las piezas brida-enchufe, brida-liso y los manguitos también se clasifican como racores.

Accesorio

Cualquier pieza moldeada/fabricada diferente de un tubo o un racor con destino a su empleo en una tubería de fundición dúctil y que incluye:

- Prensaestopas y bulones para uniones mecánicas flexibles.
- Prensaestopas, bulones y anillos de acerrojado (retención) para uniones flexibles acerrojadas (auto-retenidas).
- Collarines de tuberías para conexiones de servicio.
- Bridas orientables y bridas incorporadas por soldeo o roscado.
- Adaptadores de bridas para su uso con tubos y accesorios de fundición dúctil.
- Manguitos para su uso con tubos y accesorios de fundición dúctil.

Brida

Extremo de un tubo, racor o accesorio perpendicular al eje, con orificios para tornillos distribuidos uniformemente en círculo.

Caña

Extremo macho de un tubo o racor.

Extremo liso

Máxima profundidad de enchufado de la caña más 50 mm.

Enchufe

Extremo abocardado (hembra) de un componente que permite la unión con la caña del componente contiguo.

Junta de estanquidad

Elemento de estanquidad de una unión.

Unión

Ensamblaje de los extremos de dos componentes en los que se utiliza una junta para asegurar la estanquidad.

Unión flexible

Unión que permite una desviación angular significativa, tanto durante como después de la instalación, y que admite una ligera excentricidad del eje.

Unión flexible automática

Unión flexible que se monta empujando la caña de un componente a través de la junta de estanquidad situada en el enchufe del componente contiguo.

Unión flexible mecánica

Unión flexible en la cual se obtiene la estanqueidad mediante la aplicación de una presión sobre la junta por medios mecánicos, por ejemplo, mediante un prensaestopas.

Unión flexible acerrojada

Unión flexible en la cual se incluye un medio para evitar la separación de la unión ensamblada.

Unión embridada

Unión de dos extremos con bridas.

Diámetro nominal (DN)

Designación dimensional alfanumérica para los elementos de un sistema de canalización, que se utiliza como referencia y que se compone de las letras DN seguidas por un número entero adimensional que está ligado indirectamente a las dimensiones reales, en milímetros, del diámetro interior o del diámetro exterior de los extremos.

Presión nominal (PN)

Designación alfanumérica relativa a una combinación de características mecánicas y dimensionales de un elemento de un sistema de canalización que se utiliza como referencia y que se compone de las letras PN seguidas por un número adimensional.

Presión de ensayo de estanquidad

Presión aplicada a un componente en curso de fabricación para asegurar su estanquidad.

Presión de funcionamiento admisible (PFA)

Presión hidrostática máxima que un componente puede resistir de forma permanente en servicio.

Clase de presión C

Designación alfanumérica de una familia de componentes, incluyendo sus uniones, relativa a sus presiones de operación verificadas por todos los ensayos de prestaciones descritos en esta norma, que incluye la letra C seguida de un número adimensional igual a la PFA máxima en bar de la familia de componentes.

Presión máxima admisible (PMA)

Presión máxima que se da ocasionalmente, incluido el golpe de ariete, que un componente puede soportar en servicio.

Presión de ensayo admisible (PEA)

Presión hidrostática máxima que un componente recién instalado es capaz de soportar durante un periodo de tiempo relativamente corto, con objeto de asegurar la integridad y la estanquidad de la conducción.

Esta presión de ensayo es diferente de la presión de ensayo en red (STP), ligada a la presión de diseño de la canalización y cuyo objeto es asegurar su integridad y estanqueidad.

Rigidez diametral de un tubo

Característica de un tubo que le permite resistir la ovalización bajo carga después de la instalación.

Ensayo de prestaciones

Ensayo de verificación del diseño, que se realiza una vez y que debe repetirse tras un cambio en el diseño.

Longitud útil

Longitud en la que aumenta una canalización cuando se instala un tubo o racor adicional. Para los tubos y racores con enchufe, la longitud útil L_E es igual a la longitud total (OL) menos la profundidad máxima de enchufado de la caña (X) tal como se indica en los catálogos de fabricantes. Para los tubos y racores con bridas, la longitud útil es igual a la longitud total.

Longitud normalizada

Longitud del tubo y del cuerpo del racor o derivación, tal como se especifica en la norma UNE-EN 545:2011.

Para los tubos y racores con enchufe, la longitud normalizada L_U (l_U para derivaciones) es igual a la longitud total (OL) menos la profundidad de enchufado de la caña (X) tal como se indica en los catálogos de los fabricantes. Para los tubos y racores con bridas, la longitud normalizada L (l para derivaciones) es igual a la longitud total.

Desviación

Tolerancia entre la longitud de diseño y la longitud normalizada de un tubo o de un racor.

❏ Ovalidad

Defecto de redondez de la sección de un tubo; es igual a:

$$100 \left(\frac{A_1 - A_2}{A_1 + A_2} \right)$$

donde:

A_1 = Diámetro mayor de la sección, en milímetros;

A_2 = Diámetro menor de la sección, en milímetros;

❏ Espesor mínimo de un tubo

Espesor mínimo en cualquier punto de un tubo usado en el cálculo de su PFA y clase de presión.

❏ Espesor para el cálculo de la rigidez de un tubo

Espesor basado en el espesor mínimo de un tubo y el DN usado en el cálculo de la rigidez diametral del tubo.

2.22.3. PRESIONES

❏ Presión máxima de funcionamiento (PFA)

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

$$PFA = \frac{20 \cdot e \cdot R_t}{C \cdot D} \quad (1)$$

PFA = Presión de funcionamiento admisible. C = Coeficiente de seguridad = 3.

e = Espesor mínimo de la pared del tubo. D = Diámetro medio = Dext - e.

Rt = Resistencia mín. a la tracción = 420 MPa. Dext = Diámetro exterior.

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

▣ Presión máxima admisible (PMA)

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

$$PMA = 1,2 \cdot PFA$$

La forma de cálculo de esta presión es igual que la expresión (1), pero utilizando un coeficiente de seguridad $C = 2,5$.

▣ Presión de ensayo admisible (PEA)

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

$$PEA = PMA + 5 \text{ bar}$$

▣ Tablas de presiones

TUBOS CON JUNTA ESTÁNDAR

DN (mm)	Clase	e _n (mm)	PFA (bar)	PMA (bar)	PEA (bar)
150	40	4,5	40	48	53
200	40	4,7	40	48	53
250	40	5,5	40	48	53
300	40	6,2	40	48	53
350	30	6,4	30	36	41
400	30	6,5	30	36	41
450	30	6,9	30	36	41
500	30	7,5	30	36	41
600	30	8,7	30	36	41
700	25	8,8	25	30	35
800	25	9,6	25	30	35
900	25	10,6	25	30	35
1000	25	11,6	25	30	35

ACCESORIOS CON JUNTA MECÁNICA

DN (mm)	PFA (bar)	PMA (bar)	PEA (bar)
150 - 300	40	48	53
350 - 1000	25	30	35

TABLA DE PRESIONES: ACCESORIOS CON UNIÓN A BRIDAS

DN	PN 10			PN 16			PN 25		
	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA
	bar			bar			bar		
150	Ver PN 16			16	20	25	25	30	35
200 - 1000	10	12	17	16	20	25	25	30	35

✚ Pérdidas de carga (cálculo hidráulico)

▶ Coeficiente de rugosidad

Los revestimientos interiores de mortero de cemento centrifugado tendrán una superficie lisa y regular de coeficiente de rugosidad equivalente de valor $K = 0,03$ mm.

La tubería de fundición dúctil instalada, incluyendo codos, tes, reducciones e irregularidades del perfil de la canalización (mala alineación), no deberá sobrepasar un coeficiente de rugosidad equivalente de $K = 0,1$ mm. En el caso de grandes canalizaciones que constan de un escaso número de uniones por kilómetro, K puede ser ligeramente inferior: $0,06$ a $0,08$ mm.

Tubo solo	Red completa
$K = 0,03$ mm	$K = 0,1$ mm

Las pérdidas de carga debidas a la rugosidad de la superficie del tubo y a los puntos singulares (empalmes, uniones, etc.) son en general menores que las debidas al rozamiento propio interior del fluido (20 % como máximo para un valor de $K = 0,1$ mm).

Las pérdidas de carga debidas a la superficie del tubo son inferiores a las provocadas por perturbaciones locales (5 a 7 % contra 10 a 13 %). Un cambio en el valor inicial de K entre 0 y $0,03$ mm tiene muy poca importancia; sin embargo, es esencial que el valor inicial de K permanezca constante en el tiempo, gracias al revestimiento de mortero de cemento.

► **Fórmulas para el cálculo**

COLEBROOK-WHITE:
$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \text{Log} \left[\frac{K}{3,71 \cdot D} + \frac{2,51}{R^\circ} \cdot \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \right]$$

De donde

$$R^\circ = \frac{V \cdot D}{\nu} \quad (\text{Número de Reynolds})$$

K = Rugosidad de la superficie.

λ = coeficiente de pérdida de carga.

V = velocidad.

ν = Viscosidad cinemática a la temperatura de funcionamiento.

D = Diámetro interior.

$$\frac{2,51}{R^\circ} \cdot \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \quad (\text{Pérdidas de carga debidas al rozamiento intrínseco del fluido}).$$

$$\frac{K}{3,71 \cdot D} \quad (\text{Pérdidas de carga causadas por el rozamiento del fluido contra la pared del tubo}).$$

DARCY:
$$J = \frac{\lambda \cdot V^2}{2 \cdot g \cdot D}$$
 Pérdidas de carga en conducciones llenas, en función del caudal y de la velocidad.

2.22.4. CONTROLES Y ENSAYOS

▣ Generalidades

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

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

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

▣ Control de materiales

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

▣ Control de fabricación

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

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

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

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

DN (mm)	150- 300	350- 600	700- 1000
Presión (bar)	40	30	25

- Estanqueidad en racores y accesorios: la presión neumática interna de ensayo será como mínimo de 1 bar durante 15 segundos. La prueba consiste en mantener la pieza con aire presurizado y comprobar la estanquidad con un producto jabonoso.
- Masa por superficie del revestimiento de zinc.
- Espesor del revestimiento de pintura de tubos, racores y accesorios.
- Espesor del revestimiento de cemento.
- Resistencia a compresión del revestimiento de mortero de cemento.

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

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

✚ Ensayo de las conducciones en obra

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso estará provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Irá colocada en el punto más bajo de la tubería a ensayar y estará provista al menos de un manómetro de precisión no inferior a 0,02 N/mm². La medición del volumen de agua debe realizarse con una precisión no menor de litro.

En cualquier caso, pero especialmente en los de altas presiones, durante la realización de la prueba de la tubería instalada, se tomarán las medidas de seguridad necesarias para que en caso de fallo de la tubería no se produzcan daños a las personas y que los materiales sean los mínimos posibles. A estos efectos debe ponerse en conocimiento del personal que pudiera ser afectado que se está realizando una prueba, no debiendo permitirse el acceso al tramo que se esté ensayando, ni trabajar en tramos cercanos. En este sentido, los manómetros se colocarán de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

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

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

► Etapa preliminar

Se comienza por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba. Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo en prueba, para así facilitar la salida de aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se debería hacer aún más lentamente, para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto es conveniente colocar un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado de la forma debida. Una vez llena de agua, la tubería se debe mantener en esta situación 24 horas.

A continuación, se aumenta la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar un valor comprendido entre la presión de prueba ($STP = MDP + 0,1$) y la presión máxima de diseño (MDP), de forma que el incremento de presión no supere $0,1 \text{ N/mm}^2$ por minuto.

Esta presión debe mantenerse entre dichos límites durante un tiempo razonable (que lo debería fijar el proyecto correspondiente o la DO a la vista de las circunstancias particulares de cada caso) para lograr los objetivos de esta etapa preliminar, para lo cual, si es necesario, habrá que suministrar, bombeando, cantidades adicionales de agua. Durante este periodo de tiempo no debe haber pérdidas apreciables de agua, ni movimientos aparentes de la tubería. En caso contrario, debería procederse a la despresurización de la misma, a la reparación de los fallos que haya dado lugar y a la repetición del ensayo.

► Etapa principal o de puesta en carga

Una vez superada la etapa preliminar, se aumenta de nuevo de forma constante la presión hidráulica interior hasta alcanzar el valor de STP , de forma tal que el incremento de presión no supere $0,1 \text{ N/mm}^2$ por minuto. Una vez alcanzado dicho valor se desconecta el sistema de bombeo, no admitiéndose la entrada de agua, durante al menos 1 hora. Al final de este periodo el descenso de presión obtenido debe ser inferior a $0,02 \text{ N/mm}^2$.

A continuación, se aumenta la presión en el tramo a ensayar hasta alcanzar de nuevo el valor de STP , suministrando para ello cantidades adicionales de agua y midiendo el volumen final suministrado, debiendo ser éste inferior al dado por la siguiente expresión:

$$\Delta V_{\text{máx}} = 1,2 \times V_x \Delta p_x \left[\frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \times E} \right]$$

$\Delta V_{\text{máx}}$ pérdida admisible (litros)

V	volumen del tramo a probar (litros)
Δp	caída admisible de presión durante la prueba (0,02 N/mm ²)
E _w	módulo de compresibilidad del agua (2.100 N/mm ²)
E	módulo de elasticidad de FD (N/mm ²)
ID	diámetro interior del tubo (mm)
E	espesor nominal del tubo (mm)
1,2	factor de corrección que tiene en cuenta, entre otros aspectos, el efecto del aire residual existente en la tubería.

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 racor) para así proceder a repetir esta etapa principal hasta superarla con éxito.

En determinadas situaciones, tales como los ramales de las redes de distribución de pequeño diámetro o escasa longitud, puede admitirse que en esta etapa principal se realice únicamente la comprobación de que el descenso de presión producido durante la misma es inferior a los valores admisibles antes indicados.

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

2.22.5. INSTALACIÓN

Cálculo mecánico

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

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

DN (mm)	Clase	Rigidez diametral mínima (kN/m ²)	Ovalización admisible del tubo en servicio (%)
150	C40	160,0	2,05
200	C40	78,0	2,65
250	C40	74,0	2,75
300	C40	68,0	2,90
350	C30	46,0	3,10
400	C30	34,0	3,20
450	C30	28,0	3,30
500	C30	27,0	3,40
600	C30	26,0	3,60
700	C25	17,0	3,80
800	C25	15,0	4,00
900	C25	15,0	4,00
1000	C25	14,5	4,00

❏ Transporte a obra

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

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

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

❏ Suministro y almacenamiento

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

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

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

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

Manipulación

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

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

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

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

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

Zanjas

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

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

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

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

Colocación

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

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

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

En el caso de que la Dirección de Obra admita colocar la tubería mediante el empuje de la cabeza del tubo sobre un tablón, la máquina que empuje será de una potencia tal que permita el desplazamiento del tubo de manera lenta y suave hasta realizar el enchufe, sin golpes ni tirones, y sin rebasar en ningún caso la marca de profundidad máxima de enchufe identificado en la caña del tubo.

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

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

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

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

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

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

Anclajes de racores

Los anclajes se realizarán con hormigón armado tipo HA-25/sp/40 sulforresistente y malla de Ø16-20mm. Tanto el hormigón como el acero a emplear en los mismos tendrán que cumplir en todos los casos el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio) y las especificaciones del hormigón y del acero contempladas en los apartados correspondientes del presente Proyecto.

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

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

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

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

En aquellas situaciones en las que pueda ser aconsejable por tipo de terreno, estación del año (riesgo de heladas durante el fraguado), tipo y tamaño de racor, rendimientos de encofrado y hormigonado, etc., se podrá optar a criterio del Director de Obra por la utilización de tubos con uniones acerrojadas para evitar macizos de anclaje de hormigón

armado, indicando el suministrador de la tubería la longitud y número de uniones acerrojadas en cada caso, en función de las características mecánicas de la unión acerrojada, los condicionantes del terreno y la profundidad de la tubería enterrada. Las dos últimas serán facilitadas por el Contratista al suministrador. Al final de la obra será obligatorio que el Contratista presente a la Dirección de Obra un dossier con todas las juntas acerrojadas empleadas.

2.23. UNIONES DE INSTALACIÓN Y UNIONES DE REPARACIÓN

En el caso de que durante la ejecución de la obra sea necesario el empleo de uniones de instalación de un solo cierre y/o uniones de reparación de doble cierre, se emplearán aquellas cuyo fabricante posea Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado y cuyas calidades de los materiales sean las especificadas a continuación:

2.23.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Diseño

- Bajo peso.
- Un sólo punto de cierre en uniones de instalación.
- Doble cierre en uniones de reparación.
- Absorción de desviaciones angulares, movimientos axiales, deformaciones radiales, superficies rugosas y vibraciones.
- La presión sobre el labio de la junta de estanqueidad es mayor cuando aumenta la presión interna de la línea.
- Soportar una presión de prueba de 1,5 veces la presión de trabajo.

Carcasa, ejes y acero interior

Acero inoxidable AISI 304 L.

Tornillería

Acero inoxidable AISI 304.

Manguito de estanqueidad

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

2.23.2. CONTROL DE CALIDAD

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

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

2.23.3. MARCADO

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

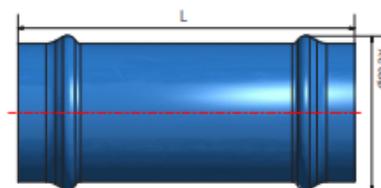
- Diámetro nominal.
- Diámetro exterior a colocar a cada lado de la unión.
- Presión de trabajo.
- Presión de ensayo.
- Par de apriete necesario.
- Identificación del fabricante.

2.24. UNIONES DE REPARACIONES EN PVC-O

En el caso de que durante la ejecución de la obra sea necesario el empleo de uniones de reparación de tuberías de PVC-O se emplearán manguitos pasantes del mismo material y timbraje que la tubería a reparar suministradas por la misma casa comercial que suministra la tubería principal.

Manguito pasante

DN	PN	Referencia	ømax	L (mm)	Z (mm)	Peso (Kg)
110	10/16	F110MR16B	140	420	-	0,83
125	10/16	F125MR16B	155	455	-	1,17
140	10/16	F140MR16B	175	465	-	1,54
160	10/16	F160MR16B	200	490	-	1,91
200	10/16	F200MR16B	245	530	-	3,41
225	10/16	F225MR16B	270	580	-	4,87
250	10/16	F250MR16B	305	620	-	6,06
315	10/16	F315MR16B	375	715	-	11,34
400	10/16	F400MR16B	475	820	-	21,12

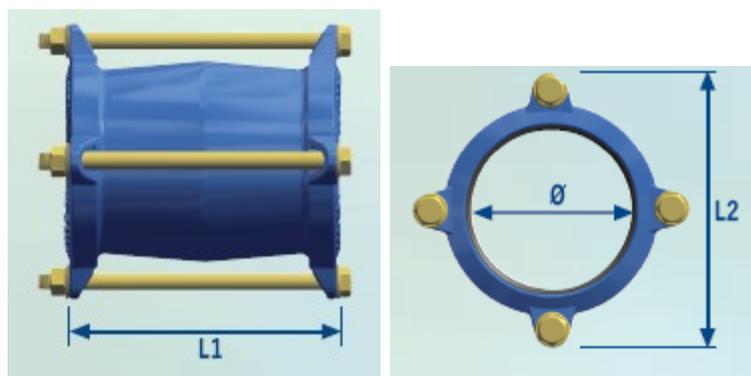


Los accesorios de PVC-O con embocaduras integradas deben ser conformes con el apartado 7.4 de la Norma EN 17176-2:2019.

2.25. UNIONES DE GIBAULT

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

❏ Dimensiones máximas y número de tornillos mínimos



Ø (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	Número de tornillos
63	142	137	2
75	146	149	2
90	146	164	4
110	166	184	4
125	166	199	4
140	166	214	4
160	206	234	4
180	206	254	4
200	208	274	4
250	232	341	6
315	232	406	6
400	234	495	8
500	234	596	10

❏ Cuerpo

Fundición nodular EN-JS1050 (EN-GJS 400-17, GGG-50), conforme la norma UNE-EN 1563:2019.

❏ Tornillos

Acero bicromatado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015.

❏ Tuercas

Acero bicromatado de calidad 8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015.

Juntas

EPDM conforme la norma UNE-EN 681-1.

Revestido

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

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

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

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

2.26. TOMA DE ASPIRACIÓN

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

2.26.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Chapas

Acero estructural al carbono-manganeso S-235-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2: 2006:2020.

Tubos

Acero al carbono S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2: 2006:2020 y UNE-EN 10255:2005+A1:2008. Las dimensiones y masas de los tubos cumplirán la norma UNE-EN 10220:2004.

Revestido

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

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

2.26.2. CONTROL DE CALIDAD

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

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

2.27. BANDAS DE NEOPRENO CON TACOS PARA HINCA

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

Diseño

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

■ Especificaciones técnicas

- Peso específico: 1,31 g/cm³.
- Dureza de indentación: 70 Shore A conforme la norma ASTM D2240.
- Carga de rotura: 7 MPa conforme la norma ASTM D412.
- Alargamiento a la rotura: 300 % conforme la norma ASTM D412.
- Desgarro: 20 N/mm.
- Temperatura de trabajo: -40 a 120°C.
- Envejecimiento térmico por aire caliente conforme la norma ASTM D573:
 - Inc. Dureza: 5 Shore A.
 - Inc. Carga: -15%.
 - Inc. Alargamiento: -40%.
- Deformación remanente a 70°C durante 22 horas: <= 20% conforme la norma ASTM D395.
- Resistencia al ozono 200 ppm, 8°C durante 48 horas: estiramiento del 20% conforme la norma ASTM D1149.
- Resistencia al ozono excelente.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad ISO 9001 y aporte la documentación necesaria para garantizar el cumplimiento del presente pliego, no será necesario realizar un control de calidad de las bandas de neopreno, será suficiente con aportar dicha documentación. En caso contrario el fabricante aportará con el primer envío 3 probetas de tamaño suficiente o 3 elementos completos de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

2.28. SEPARADORES DE TUBERÍAS PARA HINCA

En las hincas con tuberías de PVC o PE se colocarán cada 3 metros separadores de polipropileno o polietileno.



✚ Especificaciones técnicas

- Resistente a los rayos ultravioletas
- Resistencia a la compresión: 3.000 psi.
- Resistencia al impacto: 0,8 julios/cm.
- Resistencia dieléctrica: 800 volts/mil. min
- Temperatura de trabajo: -30 a 100°C.
- Color: negro

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad ISO 9001 y aporte la documentación necesaria para garantizar el cumplimiento del presente pliego, no será necesario realizar un control de calidad de los separadores, será suficiente con aportar dicha documentación. En caso contrario el fabricante aportará con el primer envío 3 probetas de tamaño suficiente o 3 elementos completos de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

2.29. SOLDADURA EN PIEZAS METÁLICAS

El fabricante poseerá Certificado de cualificación del Procedimiento de Soldadura y certificados de cualificación de los Soldadores en vigor, emitidos por Organismo Autorizado según la norma UNE-EN ISO 9712:2023 o equivalente a un nivel apropiado, en el sector industrial pertinente y vigente.

El fabricante avisará, con un mínimo de 10 días de antelación, el momento en el que estén realizadas todas las soldaduras, sin tratar ni revestir, para que la empresa ejecutora pueda realizar el control de calidad de las soldaduras. Dicho control de calidad se realizará mediante un examen visual y líquidos penetrantes a través de un Laboratorio debidamente autorizado.

- Examen visual: se realizará en el 10% de las soldaduras, conforme a la norma UNE-EN 17637:2017, el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2014 o UNE-EN ISO 10042:2018 será el B, el nivel de aceptación será el B. Excepto en los colectores y la estructura metálica de la Estación de Bombeo que se ensayarán el 30% de las soldaduras.
- Examen mediante líquidos penetrantes: se realizará en el 10% de las soldaduras conforme a la norma UNE-EN 3452-1:2022 el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2014 o UNE-EN ISO 10042:2018 será el B, el nivel de aceptación según la norma UNE-EN ISO 23277:2015 será el 2X. Excepto en los colectores y la estructura metálica de la Estación de Bombeo que se ensayarán el 30% de las soldaduras.

2.30. REVESTIDO EN PIEZAS METÁLICAS

Los tratamientos utilizados para el revestido en piezas metálicas, tanto para la protección contra la oxidación, como las destinadas a las capas de terminación, serán de características y marca de primera calidad, así como suministradas por fabricantes de reconocida garantía.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente, que recoja los ensayos descritos a continuación y sus tolerancias, no será necesario realizar los ensayos del revestido, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará como mínimo con cada envío 3 probetas de 15x15cm de cada tipo de pieza o tres piezas completas para realizar en los ensayos que se exponen a continuación por parte del Contratista.

Comprobación del espesor

Se comprobará el espesor del revestido en los 3 elementos completos o en las 3 probetas, con un medidor de corriente de Foucault conforme lo indicado en la norma UNE-EN ISO 2808:2020 comprobando que en todos los casos el espesor medio es superior al especificado en el apartado correspondiente del presente pliego.

Adherencia

Se comprobará la adherencia en los 3 elementos completos o en las 3 probetas, por el método del corte por enrejado según la norma UNE-EN ISO 2409:2021 La clasificación obtenida será tipo 0 ó 1 según la tabla 1 de la norma UNE-EN ISO 2409:2021.

Corrosión

Se ensayarán 1 de los elemento completo o 1 de las probetas, en cámara de niebla salina según la norma UNE-EN ISO 9227:2023 durante al menos 168 h. Una vez transcurrido este tiempo no presentarán defectos evaluados de acuerdo con las normas UNE-EN ISO 4628-2:2016 a UNE-EN ISO 4628-5:2023 diferentes a la clasificación 0 ó 1.

2.31. RANURADO EN PIEZAS METÁLICAS

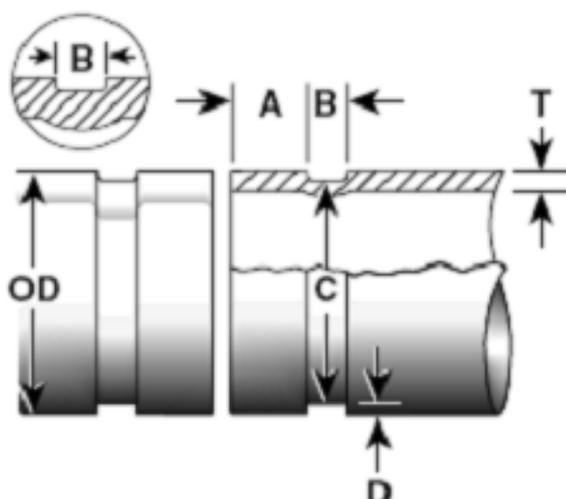
El ranurado sea por laminación o por mecanizado, se realizará, en cualquier caso, antes de realizar el revestido correspondiente, excepto en el caso de emplear en la fabricación de las mismas, tubo galvanizado. En este último caso, deberá de garantizarse la protección de la zona mecanizada, así como la integridad de la zona circundante a la misma del tubo. Serán inadmisibles tubos en los que en el galvanizado aparezcan resquebrajamientos.

Las piezas especiales metálicas de la red de riego que tengan que ser ranuradas, sólo se podrán ranurar mediante laminación, no se aceptarán piezas especiales realizadas mediante mecanizado.

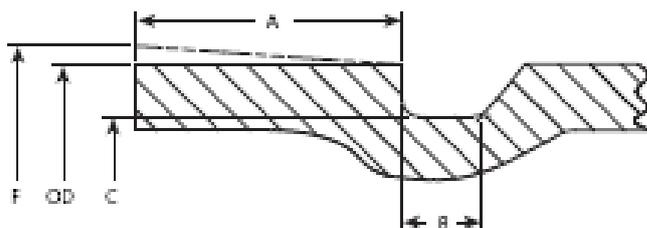
2.31.1. RANURADO REALIZADO POR LAMINACIÓN

El ranurado de las piezas especiales realizado por laminación, es decir, ranurado realizado sin pérdida de material, cumplirá lo especificado a continuación.

Como mínimo se comprobará el ranurado de 3 piezas metálicas de cada tipo de pieza, entendiendo por tipo de pieza: diámetro, presión y codo, reducción, té, carrete etc...



D.E. (mm)		Dimensiones (mm)							
Básico	Tolerancia		Asiento de la Junta A +- 0.76	Anchura de la Junta B +- 0.76	Diámetro de la ranura C		Prof. de ranura D	Mín. espesor de pared T	Máx. diám. ensanch
	+	-			Básico	Tolerancia			
60,3	0,61	0,61	15,88	8,74	57,15	-0,38	1,60	1,65	63,0
88,9	0,89	0,89	15,88	8,74	84,94	-0,46	1,98	2,11	91,4
108,0	1,04	0,79	15,88	8,74	103,73	-0,51	2,11	2,11	110,5
114,3	1,14	0,79	15,88	8,74	110,08	-0,51	2,11	2,11	116,8
127,0	1,27	0,79	15,88	8,74	122,78	-0,51	2,11	2,41	129,5
133,0	1,34	0,79	15,88	8,74	129,13	-0,51	2,11	2,77	135,9
139,7	1,42	0,79	15,88	8,74	135,48	-0,51	2,11	2,77	142,2
141,3	1,42	0,79	15,88	8,74	137,03	-0,56	2,13	2,77	143,8
152,4	1,42	0,79	15,88	8,74	148,06	-0,56	2,16	2,77	154,9
159,0	1,60	0,79	15,88	8,74	153,21	-0,56	2,16	2,77	161,3
165,1	1,60	0,79	15,88	8,74	160,78	-0,56	2,16	2,77	167,6
168,3	1,60	0,79	15,88	8,74	163,96	-0,56	2,16	2,77	170,9
203,2	1,60	0,79	19,05	11,91	198,53	-0,64	2,34	2,77	207,5
219,1	1,60	0,79	19,05	11,91	214,40	-0,64	2,34	2,77	223,5
254,0	1,60	0,79	19,05	11,91	249,23	-0,69	2,39	3,40	258,3
273,0	1,60	0,79	19,05	11,91	268,28	-0,69	2,39	3,40	277,4
304,8	1,60	0,79	19,05	11,91	299,24	-0,76	2,77	3,96	309,1
323,9	1,60	0,79	19,05	11,91	318,29	-0,76	2,77	3,96	328,2

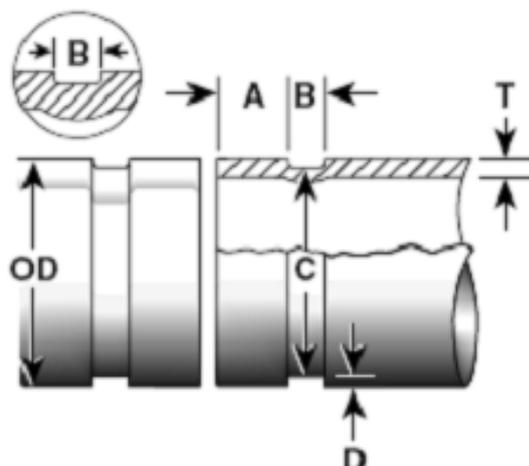


TAMAÑO TUBO EN " [mm]	"OD" DIÁMETRO EXTERIOR		"A" ASIENTO DE LA JUNTA	"B" ANCHO, ALOJAMIENTO (Esquinas teóricas)	"C" DIÁMETRO ZONA DE ALOJAMIENTO		Espesor de pared (mm)	
	MAX	MIN			MAX	MIN		"F"
14 [355,6]	14.094 [358,0]	13.969 [354,8]			13.500 [342,9]	13.455 [341,8]	14.23 [361,4]	5,6-12,7
16 [406,4]	16.064 [408,8]	15.969 [405,6]	1500 (1531 - 1437)	455 (460 - 450)	15.500 [393,7]	15.455 [392,6]	16.23 [412,2]	6,35-12,7
18 [457,0]	18.094 [459,6]	17.969 [456,4]			17.500 [444,5]	17.455 [443,4]	18.23 [463,0]	6,35-12,7
20 [508,0]	20.094 [510,4]	19.969 [507,2]	[38,10 (38,9 - 36,5)]	[11,6 (11,7 - 11,4)]	19.500 [495,3]	19.455 [494,2]	20.23 [513,8]	6,35-12,7
24 [610,0]	24.094 [612,0]	23.969 [608,8]			23.500 [596,9]	23.455 [595,8]	24.23 [615,4]	6,35-12,7
26 [660,0]	24.094 [662,8]	25.969 [659,6]			25.430 [645,9]	25.370 [644,4]	26.30 [668,0]	9,53-12,7
28 [711,0]	28.094 [713,6]	27.969 [710,4]	1750 (1781 - 1687)	535 (540 - 530)	27.430 [696,7]	27.370 [695,2]	28.30 [718,8]	9,53-12,7
30 [762,0]	30.094 [764,4]	29.969 [761,2]			29.430 [747,5]	29.370 [746,0]	30.30 [769,6]	9,53-12,7
32 [813,0]	32.094 [815,2]	31.969 [812,0]	[44,5 (45,2 - 42,8)]	[13,6 (13,7 - 13,5)]	31.430 [798,3]	31.370 [796,8]	32.30 [820,4]	9,53-12,7
36 [914,0]	36.094 [916,8]	35.969 [913,6]			35.430 [899,9]	35.370 [898,4]	36.30 [922,0]	9,53-12,7
40 [1016,0]	40.094 [1018,4]	39.969 [1015,2]			39.375 [1000,1]	39.315 [998,6]	40.30 [1023,6]	9,53-12,7
42 [1067,0]	42.094 [1069,2]	41.969 [1066,0]	2000 (2031 - 1937)		41.375 [1050,9]	41.315 [1049,4]	42.30 [1074,4]	9,53-12,7
46 [1068,0]	46.094 [1170,8]	45.969 [1167,6]			45.375 [1152,5]	45.315 [1151,0]	46.30 [1176,0]	12,7
48 [1219,0]	48.094 [1221,6]	47.969 [1218,4]	[50,8 (51,6 - 49,2)]	562 (567 - 557) [14,3 (14,4 - 14,1)]	47.375 [1203,3]	47.315 [1201,8]	48.30 [1226,8]	12,7
54 [1372,0]	54.094 [1374,0]	53.969 [1370,8]			53.375 [1355,7]	53.315 [1354,2]	54.30 [1379,2]	12,7
56 [1422,0]	56.094 [1424,8]	55.969 [1421,6]	2500 (2531 - 2437)		55.375 [1406,5]	55.315 [1405,0]	56.30 [1430,0]	12,7
60 [1524,0]	60.094 [1526,4]	59.969 [1523,2]	[63,5 (64,3 - 61,9)]		59.375 [1508,1]	59.315 [1506,6]	60.30 [1531,6]	12,7

2.31.2. RANURADO REALIZADO POR MECANIZADO

El ranurado de las piezas especiales realizado por mecanizado, es decir, ranurado realizado con pérdida de material, cumplirá lo especificado a continuación.

Como mínimo se comprobará el ranurado de 3 piezas metálicas de cada tipo de pieza, entendiéndose por tipo de pieza: diámetro, presión y codo, reducción, té, carrete etc.



D.E. (mm)			Dimensiones (mm)						
Básico	Tolerancia		Asiento de la Junta A ± 0.76	Anchura de la Junta B ± 0.76	Diámetro de la ranura C		Prof. de ranura D	Mín. espesor de pared T	
	+	-			Básico	Tolerancia			
60,3	0,61	0,61	15,88	7,95	57,15	-0,38	1,60	3,91	
88,9	0,89	0,79	15,88	7,95	84,94	-0,46	1,98	4,78	
114,3	1,14	0,79	15,88	9,53	110,08	-0,51	2,11	5,16	
127,0	1,27	0,79	15,88	9,53	122,78	-0,51	2,11	5,16	
139,7	1,42	0,79	15,88	9,53	135,48	-0,51	2,11	5,16	
141,3	1,42	0,79	15,88	9,53	137,03	-0,51	2,13	5,16	
152,4	1,42	0,79	15,88	9,53	148,08	-0,56	2,16	5,56	
165,1	1,60	0,79	15,88	9,53	160,78	-0,56	2,16	5,56	
168,3	1,60	0,79	15,88	9,53	163,96	-0,56	2,16	5,56	
203,2	1,60	0,79	19,05	11,13	198,53	-0,56	2,34	6,05	
219,1	1,60	0,79	19,05	11,13	214,40	-0,64	2,34	6,05	
254,0	1,60	0,79	19,05	12,70	249,23	-0,64	2,39	6,35	
273,0	1,60	0,79	19,05	12,70	268,28	-0,69	2,39	6,35	
304,8	1,60	0,79	19,05	12,70	299,24	-0,69	2,77	7,09	
323,9	1,60	0,79	19,05	12,70	318,29	-0,76	2,77	7,09	

TAMAÑO TUBO EN PULGAS [mm]	“OD” DIÁMETRO EXTERIOR		“A” ASIENTO DE LA JUNTA	“B” ANCHO, ALOJAMIENTO (Esquinas teóricas)	“C” DIÁMETRO ZONA DE ALOJAMIENTO		“F”	Espesor de pared (mm)
	MAX	MIN			MAX	MIN		
14 [355,6]	14.094 [358,0]	13.969 [354,8]			13.500 [342,9]	13.455 [341,8]	0	5,6-12,7
16 [406,4]	16.064 [408,8]	15.969 [405,6]	1500 (1531 1437)	455 (460 - 450)	15.500 [393,7]	15.455 [392,6]	0	6,35- 12,7
18 [457,0]	18.094 [459,6]	17.969 [456,4]			17.500 [444,5]	17.455 [443,4]	0	6,35- 12,7
20 [508,0]	20.094 [510,4]	19.969 [507,2]	[38,10 (38,9 36,5)]	[11,6 (11,7 - 11,4)]	19.500 [495,3]	19.455 [494,2]	0	6,35- 12,7
24 [610,0]	24.094 [612,0]	23.969 [608,8]			23.500 [596,9]	23.455 [595,8]	0	6,35- 12,7
26 [660,0]	24.094 [662,8]	25.969 [659,6]			25.430 [645,9]	25.370 [644,4]	0	9,53
28 [711,0]	28.094 [713,6]	27.969 [710,4]	1750 (1781 1687)	535 (540 - 530)	27.430 [696,7]	27.370 [695,2]	0	9,53
30 [762,0]	30.094 [764,4]	29.969 [761,2]			29.430 [747,5]	29.370 [746,0]	0	9,53
32 [813,0]	32.094 [815,2]	31.969 [812,0]	[44,5 (45,2 42,8)]	[13,6 (13,7 - 13,5)]	31.430 [798,3]	31.370 [796,8]	0	9,53
36 [914,0]	36.094 [916,8]	35.969 [913,6]			35.430 [899,9]	35.370 [898,4]	0	9,53
40 [1016,0]	40.094 [1018,4]	39.969 [1015,2]			39.375 [1000,1]	39.315 [998,6]	0	9,53
42 [1067,0]	42.094 [1069,2]	41.969 [1066,0]	2000 (2031 1937)		41.375 [1050,9]	41.315 [1049,4]	0	9,53
46 [1068,0]	46.094 [1170,8]	45.969 [1167,6]		562 (567 - 557)	45.375 [1152,5]	45.315 [1151,0]	0	12,7
48 [1219,0]	48.094 [1221,6]	47.969 [1218,4]	[50,8 (51,6 49,2)]	[14,3 (14,4 - 14,1)]	47.375 [1203,3]	47.315 [1201,8]	0	12,7
54 [1372,0]	54.094 [1374,0]	53.969 [1370,8]	2500 (2531 2437)		53.375 [1355,7]	53.315 [1354,2]	0	12,7
56 [1422,0]	56.094 [1424,8]	55.969 [1421,6]			55.375 [1406,5]	55.315 [1405,0]	0	12,7
60 [1524,0]	60.094 [1526,4]	59.969 [1523,2]	[63,5 (64,3 61,9)]		59.375 [1508,1]	59.315 [1506,6]	0	12,7

2.32. TORNILLERÍA

Toda la tornillería a emplear en la obra objeto del presente proyecto, excepto la que se describe específicamente en otros apartados del presente pliego, cumplirá lo especificado a continuación.

🔩 Tornillos

- Acero zincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015.
- Los tornillos serán de cabeza hexagonal y rosca parcial conforme la norma UNE-EN ISO 4014:2023.

Tuercas

- Acero zincado de calidad 8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-2:2023.
- Las tuercas serán hexagonales conforme la norma UNE-EN ISO 4033:2013.

Arandelas

- Acero zincado de calidad A conforme la norma UNE-EN ISO 887:2000.
- Las arandelas serán planas conforme la norma UNE-EN ISO 7089:2000.

Varillas roscadas

Acero zincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según la norma UNE-EN 10204:2006, de todos los tipos de tornillos, tuercas, arandelas y varillas roscadas conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar un control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará con el primer envío 3 unidades completas de cada tipo de elemento suministrado del que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

Marcado

Todos los tornillos, arandelas, tuercas y varillas roscadas irán marcadas de forma duradera e indeleble con la calidad indicada para cada uno de ellos en el presente pliego.

2.33. PIEZAS DE CALDERERÍA METÁLICA

2.33.1. DEFINICIÓN

Producto obtenido por laminación en caliente en tren continuo, semicontinuo o reversible hasta un espesor prefijado. Presenta la superficie generalmente recubierta de una ligera capa de óxido que se elimina por medio de un decapado con una solución ácida, también se puede conseguir mediante medios mecánicos tales como el granallado.

Las chapas así obtenidas podrán ser utilizadas en calderería, y para la fabricación de recipientes o depósitos sometidos a presión y resistentes al calor.

2.33.2. CALIDAD DE LOS MATERIALES

▣ Chapas

Acero estructural al carbono-manganeso S-235-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2: 2006:2020.

▣ Tubos

Acero al carbono S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2: 2006:2020 y UNE-EN 10255:2005+A1:2008. Las dimensiones y masas de los tubos cumplirán la norma UNE-EN 10220:2004.

▣ Bridas

Acero al carbono S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2: 2006:2020. Las dimensiones de las bridas cumplirán la norma UNE 1092-1: 2019.

▣ Juntas de estanqueidad

Dureza IHRD 60 conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:99/2002/2006.

▣ Revestido

- Todas las piezas especiales incluidas las garras de las reducciones y de los carretes de anclaje de las válvulas estarán revestidas tal y como se indica a continuación.
- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.
- Polimerizado en horno a 200 °C.
- Pintado: una capa de pintura en polvo epoxi-poliéster, con espesor mínimo de 120 micras y una segunda capa de pintura en polvo con espesor mínimo de 80 micras en color azul RAL 5017 para las piezas de calderería de la Estación de Bombeo y en RAL 5012 para el resto de piezas. El espesor final medio no será inferior a 200 micras.
- Polimerizado en horno a 210 °C.

2.33.3. NORMATIVA

- **API 5L: 2000:** Especificación para tubería de línea de acero sin costura o soldada.
- **AWWA Manual M11:** Dimensiones y diseño de las piezas.
- **Código ASME, sección IX:** Procedimiento de soldadura.
- **DIN 931, DIN 933, DIN 975, DIN 934 y DIN 125:** Tornillería.
- **DIN 2448:** Dimensiones de tubos de acero sin soldar.
- **DIN 2458** Dimensiones de tubos de acero soldados.
- **DIN 2502:** Bridas planas PN-16.

- **DIN 2503:** Bridas planas PN-25.
- **DIN 2527:** Bridas ciegas.
- **DIN 2573:** Bridas planas PN-6.
- **DIN 2576:** Bridas planas PN-10.
- **DIN 2605:** Codos de acero sin soldadura.
- **DIN 2633:** Bridas con cuello PN-16.
- **DIN 2634:** Bridas con cuello PN-25.
- **UNE-EN ISO 3452-1:2022:** Aplicación de líquidos penetrantes.
- **UNE-EN ISO 1461:2023:** Recubrimiento galvanizado en caliente.
- **UNE-EN ISO 8501-1:2008:** Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos afines. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados y de sustratos de acero después de decapados totalmente de recubrimientos anteriores (Granallados).
- **UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:99/2002/2006:** Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanqueidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje.
- **UNE-EN 805:2000:** Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes. (Prueba de tubería instalada).
- **UNE-EN 5817:2014, B-C-D:** Soldeo. Uniones soldadas por fusión en acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones (Inspección visual de soldaduras).
- **UNE-EN 10025-1:2006:** Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 1: Condiciones técnicas generales de suministro (Aceros estructurales).
- **UNE-EN 10092-1:2005:** Barras planas de acero laminadas en caliente para muelles. Parte 1: Barras planas. Dimensiones y tolerancias dimensionales y de forma (Bridas). Equivalencia DIN 2501.
- **UNE-EN 10217:2019:** Tubos de acero soldados para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 1: Tubos de acero no aleado con características especificadas a temperatura ambiente.
- **UNE-EN 10224:2003:** Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro.
- **UNE-EN 10253-1:2000:** Accesorios soldables a tope. Parte 1: Aceros al carbono para usos generales y sin inspección específica (Codos). Equivalencia DIN 2605.
- **UNE-EN 10253-1:2000:** Accesorios soldables a tope. Parte 1: Aceros al carbono para usos generales y sin inspección específica (Reducciones). Equivalencia DIN2616.
- **UNE-EN 10255:2005+A1:2008 Tipo L2:** Tubos de acero no aleados adecuados para la soldadura y el roscado. Condiciones técnicas de suministro.
- **UNE-EN ISO 10675-2:2022:** Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Parte 2: Ensayo radiográfico de uniones soldadas en aluminio y aleaciones de aluminio. Niveles de aceptación (Aplicación en radiografías).

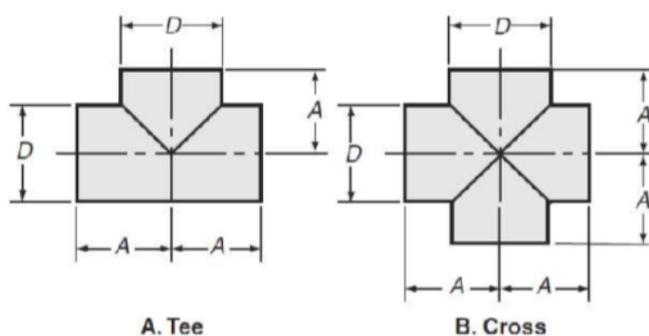
- **UNE-EN-ISO 1461:2023:** Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo (Recubrimiento galvanizado en caliente).
- **UNE-EN-ISO 2178:2017:** Recubrimientos metálicos no magnéticos sobre metal base magnético. Medida del espesor del recubrimiento. Método magnético (Medición no destructiva de recubrimientos metálicos).
- **UNE-EN-ISO 2409:2021:** Pinturas y barnices. Ensayo de corte por enrejado (Determinación de la adherencia del recubrimiento).
- **UNE-EN-ISO 2808:2020:** Determinación de espesores de película de pintura.
- **UNE-EN-ISO 3452-1 con Acceptance criterias s/UNE-EN-ISO 23277:** Ensayo por líquidos penetrantes en soldaduras. Equivalencia ASME Code, Div.1 Ed.2017. ASME V, Article 6 and 24. Acceptance criterias ASME VIII Div.1, Appendix 7 and 8.
- **UNE-EN-ISO 4624:2016 / UNE-EN-ISO 16276-1:2008:** Ensayo de control de adherencia por tracción o pull off.
- **UNE-EN-ISO 6520-1:2009:** Soldeo y técnicas afines. Clasificación de las imperfecciones geométricas en los materiales metálicos. Parte 1: Soldeo por fusión (Aplicación en radiografías).
- **UNE-EN-ISO 8501-1:2008:** Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte 1: Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados después de eliminar totalmente los recubrimientos anteriores (Chorroado de superficies mediante granalla de acero).
- **UNE-EN-ISO 8503-1:2012:** Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos afines. Características de rugosidad de los sustratos de acero chorroados. Parte 1: Especificaciones y definiciones relativas a las muestras ISO de comparación táctil-visual para la evaluación de superficies preparadas mediante proyección de agentes abrasivos (Rugosidad de la superficie granallada / rugotest).
- **UNE-EN ISO 12944-1:2018:** Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 1: Introducción general (Aplicación de recubrimientos).
- **UNE-EN-ISO 15609-1:2020:** Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Especificación del procedimiento de soldeo. Parte 1: Soldeo por arco. (Procedimiento de soldadura). Equivalencia: **ASME Sección IX**.
- **UNE-EN-ISO 17636-1:2023 con Acceptance criterias s/UNE-EN-ISO 10675-1:2022:** Ensayo radiográfico de soldaduras. Equivalencia ASME Code, Div.1 Ed.2017 ASME V, Article 2. Acceptance criterias ASME VIII Div.1.

2.33.4. DISEÑO

Para diámetro nominal de la tubería mayor a DN 1000 deberá haber una boca de hombre cada 500 metros a concretar con la Dirección de Obra (preferiblemente en ventosas), incluidas en el precio de la tubería.

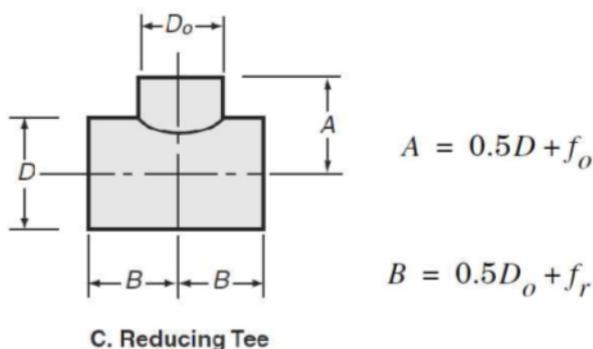
Para realizar el diseño de las piezas de acero se seguirá lo establecido en el Awwa Manual M11. En dicho Manual las piezas básicas más comunes se establecen de la siguiente manera:

TES y CRUCES



$$A = 0.5D + f$$

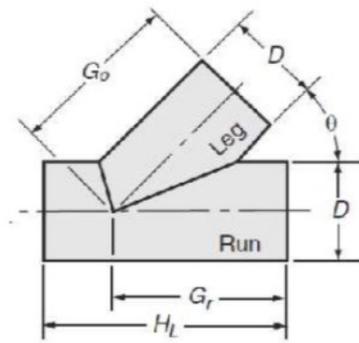
TES y CRUCES REDUCIDAS



$$A = 0.5D + f_o$$

$$B = 0.5D_o + f_r$$

TES LATERALES



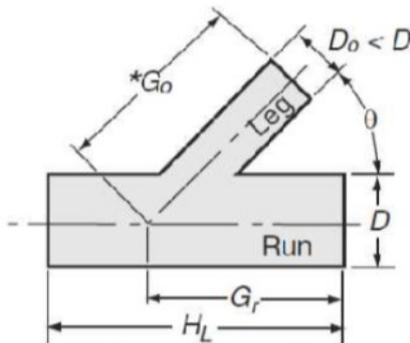
D. Case I Lateral—
Equal Diameters

$$G_o^* = \left(\frac{D}{2 \tan (\theta/2)} \right) + 2f_o$$

$$G_r = \left(\frac{D}{2 \tan (\theta/2)} \right) + 2f_r$$

$$H_L^* = \left(\frac{D}{\sin \theta} \right) + 3f$$

TES LATERALES REDUCIDAS



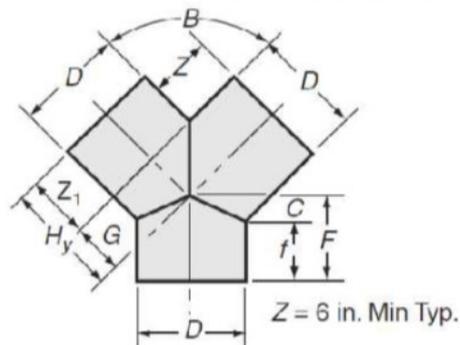
D. Case II Lateral—
Unequal Diameters

$$G_r = \frac{D}{2 \tan \theta} + \frac{D_o}{2 \sin \theta} + 2f_r$$

$$H_L = G_r + f_r$$

$$G_o = \frac{D}{2 \sin \theta} + \frac{D_o}{2 \tan \theta} + 2f_o$$

DERIVACION EN Y



E. 90° Wye

$$Z_1 = \frac{f}{\sin \theta/2}$$

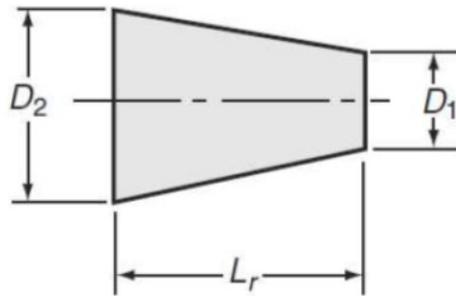
$$C = \frac{\left(\frac{0.5D}{\cos \theta/2} - 0.50 \right)}{\tan \theta/2}$$

$$G = \frac{0.5D}{\tan \theta/2}$$

$$F = C + f$$

$$H_y = Z_1 + G$$

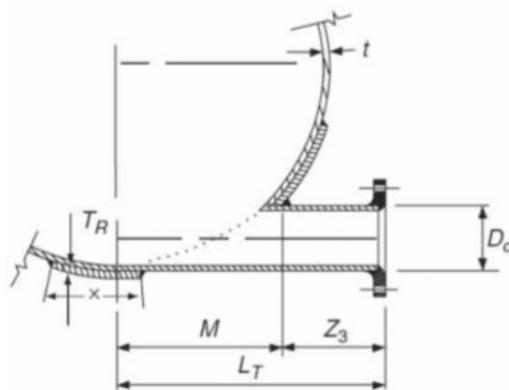
REDUCCIONES



$$L_r = 4(D_2 - D_1)$$

F. Reducer

SALIDAS TANGENCIALES



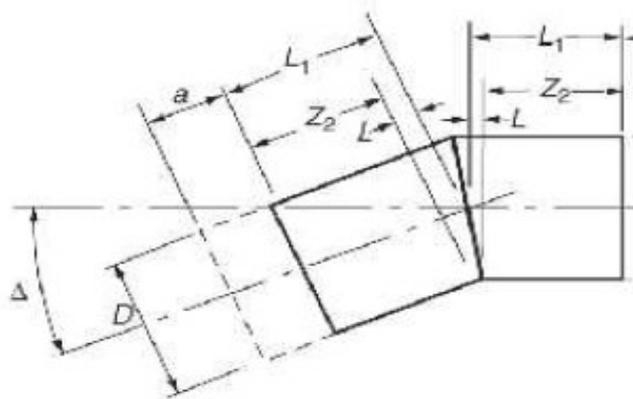
$$\alpha = \arccos \left(\frac{0.5D - D_o}{0.5D + t + T_r} \right)$$

$$M = (0.5D + t + T_r) \sin \alpha$$

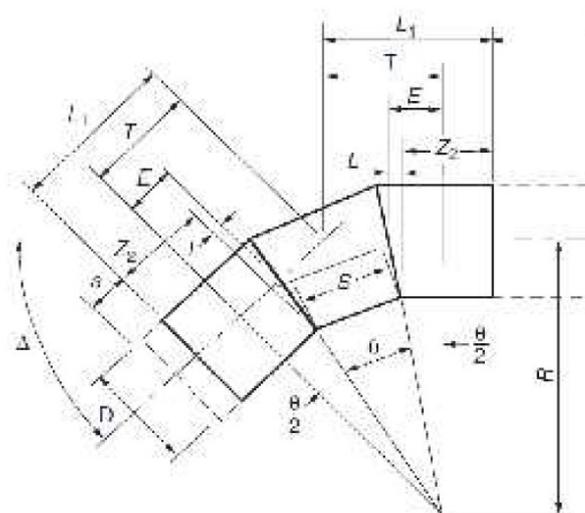
$$Z_3 = \frac{f}{\sin \alpha}$$

$$L_t = M + Z_3$$

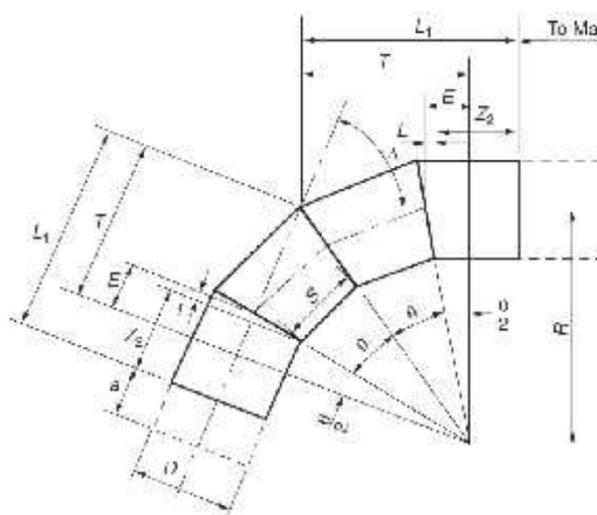
CODOS 0 a 22,5°



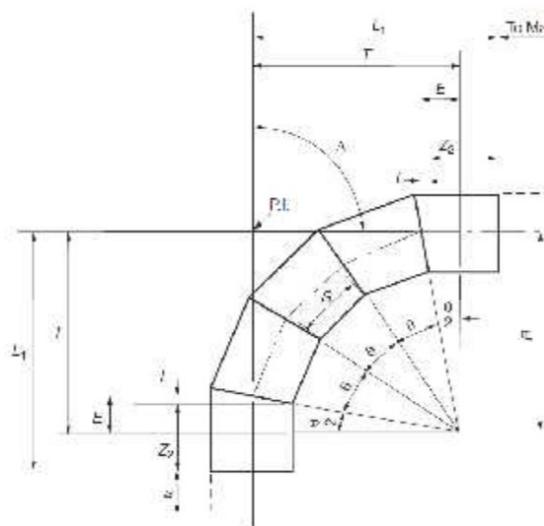
CODOS 22,5 a 45°



CODOS 45 a 67,5°



CODOS 67,5 a 90º



Dimensiones para codos			
Dimensión	R=2.5D	Radius R* R=1.5D	R=D
S	4D tan $\theta/2$	2D tan $\theta/2$	D tan $\theta/2$
L	0.5D tan $\theta/2$	0.5D tan $\theta/2$	0.5D tan $\theta/2$
T	2.5D tan $\Delta/2$	1.5D tan $\Delta/2$	D tan $\Delta/2$
E	2.5D tan $\theta/2$	1.5D tan $\theta/2$	D tan $\theta/2$
Z ₂	f, Tabla 1	f, Tabla 1	f, Tabla 1

En todos los diseños de las piezas especiales, tanto en las piezas más comunes descritas en este apartado, como en otras con diseños más particulares, las diseños indicadas en el Awwa Manual M11 se supeditan a unas dimensiones mínimas, debiéndose garantizar en todo caso la correcta instalación de las piezas en obra (embocaduras de tubos, conexión de elementos, soldaduras con tubos de HPCC, etc.) así como la correcta ejecución de anclajes de hormigón armado especificados en el plano y anejo correspondiente (dimensiones de anclajes, embocaduras de tubos libres, espacio suficiente para encofrar, atornillar bridas, soldar tubería de HPCC, etc.).

- La longitud mínima de las tés y cruces será 1 m.
- En los codos, la longitud mínima de cada brazo será 0,7 m.
- La longitud mínima de los carretes de válvulas de anclaje y de desmontaje será 1,5 m.
- La longitud mínima de las reducciones será:
 - Zona reducida: longitud mínima = 0,3 m.
 - Longitud mínima total de la reducción:

- Cuando el diámetro mayor de la reducción es 160 mm = 75 cm.
- Cuando el diámetro mayor de la reducción es 200 mm = 1,25 m.
- Cuando el diámetro mayor de la reducción es 250 mm = 1,25 m.
- Cuando el diámetro mayor de la reducción es 315 mm = 1,50 m.
- Cuando el diámetro mayor de la reducción es 400mm = 1,75 m.

■ Garras

Todas las reducciones y los carretes de anclaje de las válvulas tendrán garras cuya disposición, colocación y número de garras cumplirán lo especificado en los siguientes esquemas.

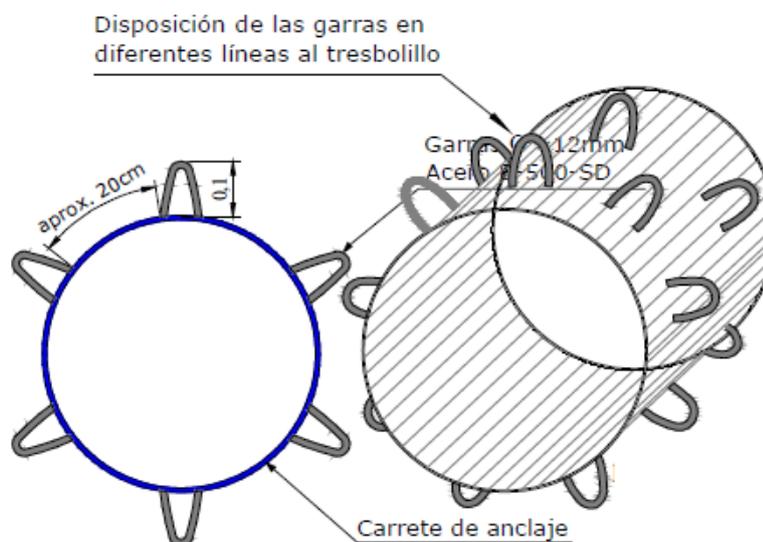
Todas las garras estarán fabricadas con acero corrugado tipo B-500-SD de DN 12 mm y cumplirán el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio).

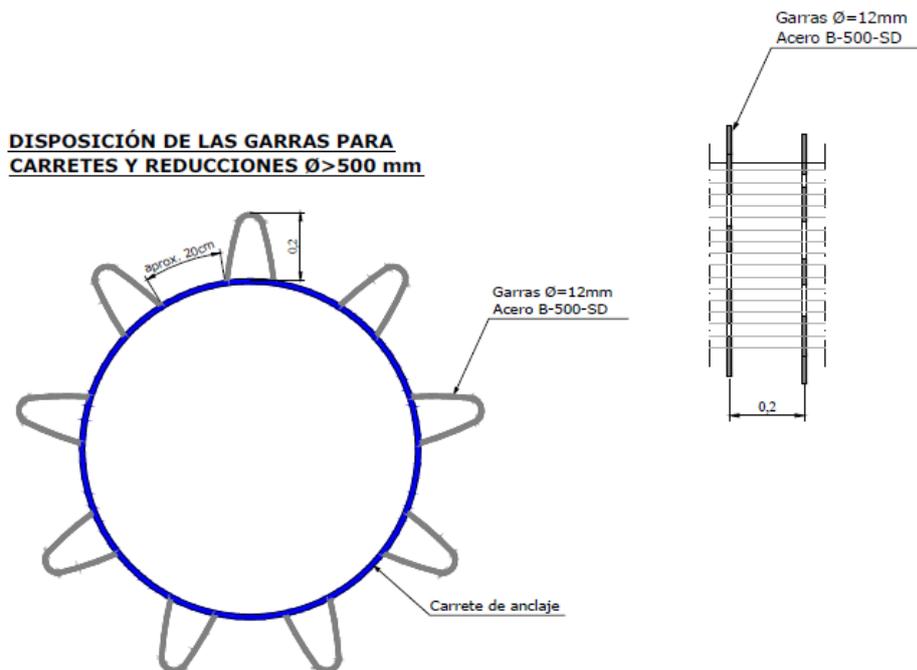
En las piezas especiales de DN menor o igual a 500 mm se colocará como mínimo una fila de garras con 6 garras.

En las piezas especiales de DN mayor de 500 mm y menor de 800 mm se colocará como mínimo una fila de garras con 9 garras.

En las piezas especiales de DN mayor de 800 mm se colocará como mínimo dos filas de garras, cada una de ellas con 9 garras.

DISPOSICIÓN DE LAS GARRAS PARA CARRETES Y REDUCCIONES $\varnothing \leq 500$ mm





En el resto de piezas especiales de calderería que precisen de anclaje de hormigón armado, se colocará al menos una fila de 6 garras para piezas DN menor o igual a 500 mm o de 9 garras para piezas DN mayor a 500 mm.

Definición de piezas

Previo a la fabricación de una pieza especial, el Contratista realizará el diseño de la misma que será revisado y aprobado por la Dirección Facultativa. No se admitirán piezas especiales que no hayan seguido el siguiente procedimiento:

- El Contratista presentará a la Dirección Facultativa el diseño de cada pieza mediante planos individuales, debidamente escalados, en planta y alzado, con la localización de la pieza (ramal, pk...) y las características del material utilizado para la fabricación de la misma.
- La Dirección Facultativa revisará los planos y procederá a su aprobación si procede. En caso de no aprobación, la Dirección Facultativa especificará sobre el mismo plano las modificaciones a realizar en el diseño para que sea rectificado y presentado nuevamente (llamado versión 2 del anterior). El plazo mínimo de revisión de cada entrega de los planos o correcciones de los mismos será de diez días hábiles.
- La Dirección Facultativa notificará al Contratista el plano aprobado, con fecha, firma y visto bueno.
- El Contratista realizará el pedido de la pieza especial según plano aprobado por la Dirección Facultativa.

2.33.5. FABRICACIÓN

▣ Tuberías de acero sin soldadura

El tipo de acero será el que se detalla en la siguiente tabla:

UNE-EN 10025:2006	Resistencia mín. a la tracción R_m (N/mm ²)		Límite elástico mínimo Le_{min} (N/mm ²)	
	$e \leq 3$	$3 < e < 40$	$e \leq 16$	$16 < e < 40$
S 235 JR	360 a 510	340 a 470	235	225

La fecha de fabricación de los tubos no será superior a dos meses desde la firma del contrato, pudiendo la D.O. modificar a su criterio esta fecha.

Los tubos se fabricarán en acero y vendrán definidos por el tipo de acero, el diámetro exterior (mm) y el espesor (mm). El fabricante deberá suministrar información adicional sobre la presión de prueba (kg/cm²) y el peso del tubo (kg/m).

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

- CERTIFICADO DE MATERIALES, que incluirá lo siguiente:
 - Tipo de acero.
 - Número de colada.
 - Composición química.
 - Características mecánicas.
 - Peso.
- CERTIFICADO DE FABRICACIÓN, que incluirá lo siguiente:
 - Certificación pruebas de presión interior.
 - Certificado de soldaduras según las normas del Pliego.
- LISTADO DE EMBARQUE (PACKING-LIST), que incluirá lo siguiente para cada tubo:
 - Longitud de cada tubo.
 - Peso del tubo desnudo.
 - Peso del tubo con tratamiento anticorrosión.
 - Espesor del tubo.

✚ Tuberías de acero helicoidal

El tipo de acero será el que se detalla en la siguiente tabla:

UNE-EN 10025	Resistencia mín. a la tracción R_m (N/mm ²)		Límite elástico mínimo Le_{min} (N/mm ²)	
	$e \leq 3$	$3 < e < 40$	$e \leq 16$	$16 < e < 40$
S 235 JR	360 a 510	340 a 470	235	225

La fecha de fabricación de los tubos no será superior a dos meses desde la firma del contrato, pudiendo la D.O. modificar a su criterio esta fecha.

Los tubos se fabricarán en acero y vendrán definidos por el tipo de acero, el diámetro exterior (mm) y el espesor (mm). El fabricante deberá suministrar información adicional sobre la presión de prueba (kg/cm²) y el peso del tubo (kg/m).

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

- CERTIFICADO DE MATERIALES, que incluirá lo siguiente:
 - Tipo de acero.
 - Número de colada.
 - Composición química.
 - Características mecánicas.
 - Peso.
- CERTIFICADO DE FABRICACIÓN, que incluirá lo siguiente:
 - Certificación pruebas de presión interior.
 - Certificado de soldaduras según las normas del Pliego.
- LISTADO DE EMBARQUE (PACKING-LIST), que incluirá lo siguiente para cada tubo:
 - Longitud de cada tubo.
 - Peso del tubo desnudo.
 - Peso del tubo con tratamiento anticorrosión.
 - Espesor del tubo.

Bridas

Las bridas seguirán lo establecido en la Norma UNE-EN 1092-1 (equivalentes a las normas DIN2501):

- Material: Acero Carbono S235JR
- Los tipos de bridas serán los siguientes:
 - Bidas Planas - Tipo 01
 - Bidas Ciegas - Tipo 05
 - Bidas Locas- Tipo 04
 - Bidas con cuello para Soldar - Tipo 11
 - Brida con Cuello para acoplar y soldar - Tipo 12
 - Brida con cuello Roscada - Tipo 13
- Las caras de las bridas serán las siguientes:
 - Tipo A - Cara plana (presión del cierre en toda la zona de la junta)
 - Tipo B - Cara con resalte (presión del cierre en la zona del resalte)

Piezas especiales

▶ Codos

El radio de Curvatura permitido para los codos será 3 veces el DN.

Se usan según Norma UNE-EN10253-1 (DIN2605) hasta DN500, para DN mayores se realizan codos mitrados.

Estarán fabricados en acero S235 JR.

▶ Reducciones

Se usan según Norma UNE-EN10253-1 (DIN2616) hasta DN300, para DN mayores se realizan partiendo de chapas cortadas y plegadas.

Estarán fabricados en acero S235 JR.

▶ General

Cada partida de piezas se acompañará con un dossier de fabricación, que incluirá:

- Fabricante que ha realizado la pieza
- Numero de pieza que indique la trazabilidad (soldaduras, granallado, recubrimientos, ...)
- Día, mes, año y hora de finalización de la pieza

- Planos de todas las piezas fabricadas.
- Certificados de calidad de materiales.
- Procedimientos de soldadura utilizados y soldador.
- Certificado de calidad del proceso de acabado, tanto galvanizado en caliente como pintura.
- Certificado de ensayos de inspección realizados.
- Marca de calidad (en su caso)

► Tornillería

Los tipos de tornillería permitida para la unión de las piezas serán los siguientes:

- Tornillo Hexagonal Rosca Parcial (Norma DIN931)
- Tornillo Hexagonal (Norma DIN933)
- Varilla Roscada (Norma DIN975)
- Tuerca Hexagonal (Norma DIN934)
- Arandela Plana (Norma DIN125)

Las calidades de la tornillería utilizada para todas las uniones serán la 6,8 y la 8,8. El tratamiento de la tornillería será el bicromatado.

► Juntas

Las juntas que se utilizarán para las uniones entre las diferentes piezas y/o tuberías serán las siguientes:

- Juntas de EPDM: de caucho planas (dureza es de 65 +/- 5 Shore según DIN2690)
- Juntas de NBR: de caucho planas (dureza es de 70 +/- 5 Shore según DIN2690)
- Juntas tipo “Klinger” o de cartón: fabricadas a partir de capas de fibras con NBR
- Juntas con alma metálica: de caucho EPDM / NBR con un aro metálico interior, que permiten realizar el cierre con un menor par de apriete.

2.33.6. DIMENSIONES

✚ Tuberías de acero sin soldadura

El diámetro exterior y espesor para todas las tuberías de este tipo y piezas especiales de calderería a intercalar en la red de tuberías, serán los detallados en la siguiente tabla donde se indican para cada diámetro nominal, su diámetro exterior y espesor en mm:

DN	Diámetro exterior (pulgadas)	Diámetro exterior (mm)	Espesor (mm) TUBOS Y PIEZAS
5	1/8"	10,20	1,60
8	1/4"	13,50	1,80
10	3/8"	17,20	1,80
15	1/2"	21,30	2,00
20	3/4"	26,90	2,30
25	1"	33,70	3,25
32	1 ¼"	42,40	3,25
40	1 ½"	48,30	3,25
50	2"	60,30	4,00
65	2 1/2"	76,10	4,00
80	3"	88,90	4,00
100	4"	114,30	4,00
125	5"	139,70	4,00
150	6"	168,30	4,50
175	7"	193,7,0	5,40
200	8"	219,10	6,30
250	10"	273,00	6,30
300	12"	323,00	6,30
350	14"	368,00	6,30
400	16"	419,00	6,30

Con unas tolerancias permitidas en la medida de los diámetros exteriores será de:

- Diámetros hasta 50 mm: +/- 0,50 mm
- De más de 50 mm: +/- 1,0%

Las tolerancias en espesores de pared admisibles son para el diámetro exterior nominal:

- Tubos con diámetro exterior de hasta 130 mm +/- 10,0%
- Tubos con diámetro exterior mayor a 130 mm y menor a 325 mm +/- 12,50%
- Tubos con diámetro exterior mayor a 325 mm y menor a 400 mm +/- 15,0%

Las medidas del diámetro exterior medio deben realizarse utilizando un circómetro en el que se lea directamente el diámetro en función de la longitud de la circunferencia, con una precisión mínima de 0,1 mm.

Para tubos con espesor de pared mayor o igual a 0,01 d, la diferencia de la forma circular no excederá del 1%, es decir, un ovalado máximo del 2%.

Los espesores de pared serán solicitados dentro del rango ofertado por el fabricante, siempre y cuando satisfagan lo prescrito en el documento de proyecto.

La longitud del tubo procedente de fábrica será generalmente de 4 a 7,50 m, debiendo ser el 90% de la cantidad de los tubos suministrados más largos que el 75% de la longitud de fabricación acordada, pero ningún tubo más corto que el 40% de la longitud de fabricación. La medida prescrita se cumplirá con una diferencia de ± 500 mm.

En los pesos de los tubos, que serán detallados por el fabricante, serán admisibles las siguientes diferencias: +12/-8 % para un tubo suelto o +10/-5 % para una carga de vagón de, por lo menos, 10 toneladas.

Tuberías de acero helicoidal

El diámetro exterior, conforme a la Normas API 5L:2000 y UNE-EN 10224, será alguno de los detallados en la siguiente tabla:

DIÁMETROS (mm)	
406,4	1.270,0
457,0	1.321,0
508,0	1.422,0
559,0	1.524,0
610,0	1.626,0
660,0	1.727,0
711,0	1.829,0
762,0	1.930,0
813,0	2.032,0
864,0	2.134,0
914,0	2.235,0
1.016,0	2.337,0
1.067,0	2.438,0
1.118,0	2.540,0
1.168,0	2.642,0
1.219,0	2.743,0

Con unas tolerancias permitidas de:

- $\pm (0,005d+1)$ mm, para diámetros exteriores entre 200 y 1000 mm.
- 6 mm, para diámetros exteriores superiores a 1000 mm.

Las medidas del diámetro exterior medio deben realizarse utilizando un circómetro en el que se lea directamente el diámetro en función de la longitud de la circunferencia, con una precisión mínima de 0,1 mm.

Para tubos con espesor de pared mayor o igual a 0,01 dext, la diferencia de la forma circular no excederá del 1%, es decir, un ovalado máximo del 2%.

Los espesores de pared serán solicitados dentro del rango ofertado por el fabricante, siempre y cuando cumplan como mínimo los espesores de pared especificados para las piezas especiales. Las tolerancias para los espesores de pared se adecuarán a lo detallado en la siguiente tabla:

D ext (mm)	Tolerancia (mm)
hasta 3 mm	+0,30-0,25
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 12 m, debiendo ser el 90% de la cantidad de los tubos suministrados más largos que el 75% de la longitud de fabricación acordada, pero ningún tubo más corto que el 40% de la longitud de fabricación. La medida prescrita se cumplirá con una diferencia de ± 500 mm.

En los pesos de los tubos, que serán detallados por el fabricante, serán admisibles las siguientes diferencias: +12/-8 % para un tubo suelto o +10/-5 % para una carga de vagón de, por lo menos, 10 toneladas.

■ Piezas especiales

UNE-EN 10025	Resistencia mín. a la tracción R_m (N/mm ²)		Límite elástico mínimo Le_{min} (N/mm ²)	
	$e \leq 3$	$3 < e < 40$	$e \leq 16$	$16 < e < 40$
S 235 JR	360 a 510	340 a 470	235	225

La utilización de cada tipo de acero en función de los diámetros y timbraje serán los siguientes:

- Acero S 235 JR: diámetros hasta 400 mm y en presiones de 6,10, 16 y 25 atm, siempre según DIN 2248 al igual que sus espesores fijados para esta norma en el capítulo de tuberías de acero sin soldadura.
- Acero S 235 JR: diámetros 406,4 mm a 2.032,0 en PN-6 atm. Con los siguientes espesores:
 - Diámetros 406,4 mm a 610 mm, espesor 6,40 mm.
 - Diámetros 711 mm a 1.016 mm, espesor 8,0 mm.
 - Diámetros 1.118 mm a 1.524 mm, espesor 10,0 mm.
 - Diámetros 1.626 mm a 2.032 mm, espesor 12,0 mm.

- Acero S 235 JR: diámetros 406,4 mm a 2.032,0 en PN-10 atm. Con los siguientes espesores:
 - Diámetros 406,4 mm a 610 mm, espesor 6,40 mm.
 - Diámetros 711 mm a 1.016 mm, espesor 8,0 mm.
 - Diámetros 1.118 mm a 1.524 mm, espesor 10,0 mm.
 - Diámetros 1.626 mm a 2.032 mm, espesor 12,0 mm.

- Acero S 235 JR: diámetros 406,4 mm a 1.219,0 en PN-16 atm. Con los siguientes espesores:
 - Diámetros 406,4 mm a 762 mm, espesor 6,30 mm.
 - Diámetros 813 mm a 914 mm, espesor 8,0 mm.
 - Diámetros 1.016 mm a 1.219 mm, espesor 10,0 mm.

- Acero S 275 JR: diámetros 1.270 mm a 1.626 en PN-16 atm. Con los siguientes espesores:
 - Diámetros 1.270 mm a 1.626 mm, espesor 12,7 mm.

- Acero S 235 JR: diámetros 406,4 mm a 914,0 en PN-20 atm. Con los siguientes espesores:
 - Diámetros 406,4 mm a 610 mm, espesor 6,30 mm.
 - Diámetros 660 mm a 914 mm, espesor 8,0 mm.

- Acero S 275 JR: diámetros 1.016 mm a 1.219,0 en PN-20 atm, espesor 10,0 mm.
- Acero S 355 J2 G4: diámetros 1.270 mm a 1.422 en PN-20 atm, espesor 12,7 mm.
- Acero X 60: diámetros 1.524 mm a 1.626 mm en PN-20 atm, espesor 12,7 mm.
- Acero S 275 JR: diámetros 406,4 mm a 914 mm en PN-25 atm. Con los siguientes espesores:
 - Diámetros 406,4 mm a 559 mm, espesor 6,30 mm.
 - Diámetros 610 mm a 762 mm, espesor 8,0 mm.
 - Diámetros 813 mm a 914 mm, espesor 10,0 mm.

- Acero S 355 J2 G4: diámetros 1.016 mm a 1.219 en PN-25 atm, espesor 10 mm.
- Acero S 355 J2 G4: diámetros 1.270 mm a 1.321 mm en PN-25 atm, espesor 12,7 mm.
- Acero X 60: diámetros 1.422 mm a 1.626 mm en PN-25 atm, espesor 12,7 mm.

En el caso de tuberías de acero helicosoldado y tuberías de acero sin soldadura, el tipo de acero y espesor que se empleará será el mismo que el de la tubería de acero.

UNE-EN 10025	Resistencia mín. a la tracción R_m (N/mm ²)		Límite elástico mínimo Le_{min} (N/mm ²)	
	$e \leq 3$	$3 < e < 40$	$e \leq 16$	$16 < e < 40$
S 235 JR G2	360 a 510	340 a 470	235	225

2.33.7. TRATAMIENTOS PARA LA PROTECCIÓN

Pintura en polvo

Se aplica tanto en las superficies interiores como exteriores de la pieza. Los pasos a realizar son:

- Granallado de las superficies, rugosidad (SA 2 ½).
- Calentamiento de las piezas en el horno a 200°C.
- Recubrimiento de polvo epoxi de 100-120 micras.
- Polimerizado instantáneo del Epoxy.
- Recubrimiento de polvo poliéster de 50-80 micras.
- Polimerizado final en horno a 210°C de Temperatura.

Líquido

Los pasos a seguir para la aplicación interior de las piezas de acero son:

- Granallado de las superficies, rugosidad (SA 2 ½).
- Recubrimiento de pintura epoxi alimentario sin disolventes de 300 micras de espesor de película seca.

El espesor total de la aplicación interior será de 300 micras.

Los pasos a seguir para la aplicación exterior de las piezas de acero son:

- Granallado de las superficies, rugosidad (SA 2 ½).
- Recubrimiento de pintura epoxi rico en zinc de 50 micras de espesor de película seca.
- Recubrimiento de epoxi poliamida de 100 micras de espesor de película seca.
- Recubrimiento de pintura poliuretano alifático de 50 micras de espesor de película seca. Color azul RAL 5015.

El espesor total de la aplicación exterior será de 300 micras.

Galvanizado

El tratamiento seguirá lo establecido en la norma UNE-EN ISO 1461:2023. Los pasos a realizar son los siguientes:

- Desengrase a 40°C.
- Baños de decapado.
- Baños de fluxado para facilitar la reacción hierro-zinc.
- Horno de secado 90 / 100°C.
- Galvanizado en baño de zinc fundido a 450°C.

El espesor total depende del espesor de las piezas de acero:

- Espesor inferior a 1,5 mm: 45 micras
- Espesores entre 1,5 mm. y 3 mm: 55 micras
- Espesores entre 3 mm. y 6 mm: 70 micras
- Espesores iguales o superiores a 6 mm: 85 micras

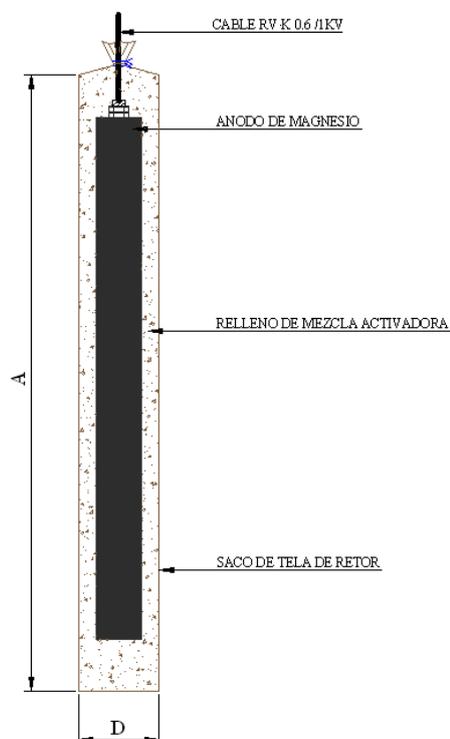
Encintado

Los pasos a seguir para realizar el encintado en la pieza de acero son los siguientes:

- Granallado de las superficies hasta conseguir una rugosidad (SA 2 ½) según Norma UNE-EN ISO 8501-1:2008, para eliminar polvo, óxido, grasa o cascarilla de laminación.
- Aplicación de pequeña capa de imprimación, a mano con brocha o rodillo.
- Sin esperar a que seque la imprimación, se enrolla espiralmente la cinta de color Negro y dimensiones 150 x 61 mm proporcionando una protección anticorrosiva a base de polietileno con un adhesivo de gomas butílicas de gran adherencia.
- Seguidamente y sobre la cinta, se enrollará en la misma dirección de color blanco (150 x 61 mm). Proporcionando protección mecánica altamente resistente al impacto.

2.33.8. ÁNODOS DE MAGNESIO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA

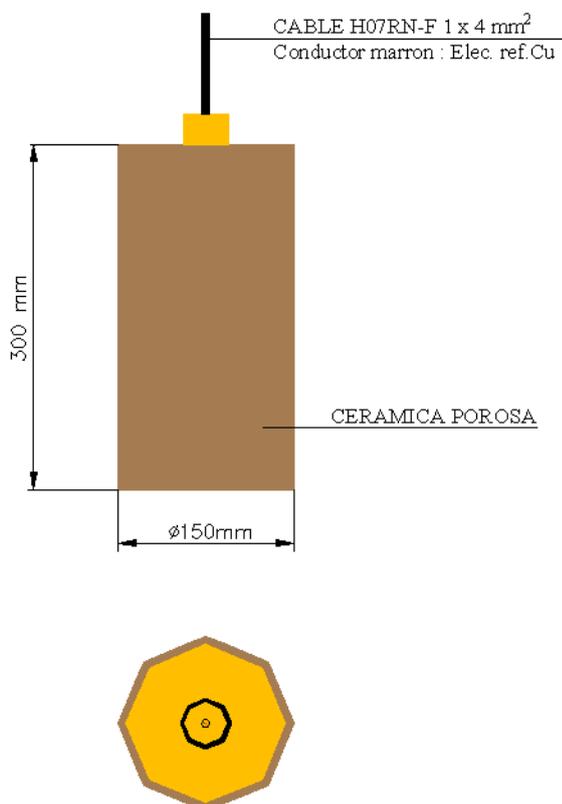
Los ánodos de magnesio para la protección catódica de las piezas especiales de calderería cumplirán las siguientes características:



A = 630 mm
D = 135 mm
Peso Neto = 4,1 Kg

2.33.9. ELECTRODO DE REFERENCIA PERMANENTE PARA LA PROTECCIÓN CATÓDICA

Los electrodos de referencia permanentes para la protección catódica de las piezas especiales de calderería cumplirán las siguientes características:



ELECTRODO PERMANENTE Cu/CuSO

2.33.10. ENSAYOS

❑ Tuberías de acero sin soldadura

En los métodos de ensayo para la prueba de estanqueidad se seguirá el apartado #6 de la Norma DIN 1626-2.

❑ Tuberías de acero helicoidal

En los métodos de ensayo para la prueba de estanqueidad se seguirá el apartado #6 de la Norma DIN 1626-2.

Soldaduras

En la fabricación de las piezas de acero se deben realizar inspecciones de las soldaduras. Los tipos de inspecciones a realizar son los siguientes

▶ Visual

Es un control no destructivo que controla la soldadura exteriormente, puede realizarse según UNE-EN ISO 17637, and Acceptance criterias s/ UNE-EN ISO 5817, class C, o también SEGÚN CODIGO ASME Code, Div.1 Ed.2017 ASME V, Article 9. Acceptance criterias ASME VIII Div.1.

Durante esta inspección se controla:

- Limpieza y repaso (verificar que no haya escoria ni huellas de herramientas).
- Perfil y dimensiones (superficie regular, ancho y aguas uniformes).
- Examen superficial, verificar ausencia de:
 - Grietas
 - Porosidad
 - Faltas de Fusión y Penetración
 - Mordeduras
 - Exceso de soldadura o de penetración
 - Empalmes Defectuosos
 - Soldadura Incompleta
 - Inclusiones

Para los criterios de aceptación de los defectos encontrados en las soldaduras se seguirá lo establecido en la Norma UNE-EN 5817, B.

▶ Líquidos penetrantes

La inspección por líquidos penetrantes, es un ensayo no destructivo que controla las soldaduras exteriormente. Se realizará según lo establecido en la Norma UNE-EN ISO 3452-1 con Acceptance criterias s/UNE-EN ISO 23277, ó también según CODIGO ASME Code, Div.1 Ed.2017. ASME V, Article 6 and 24. Acceptance criterias ASME VIII Div.1, Appendix 7 and 8

El ensayo de los líquidos penetrantes debe realizarlo personal cualificado que debe poseer el título necesario.

► Radiografías

La inspección por radiografías, es un ensayo no destructivo que controla las soldaduras permitiendo localizar defectos en el interior de la misma.

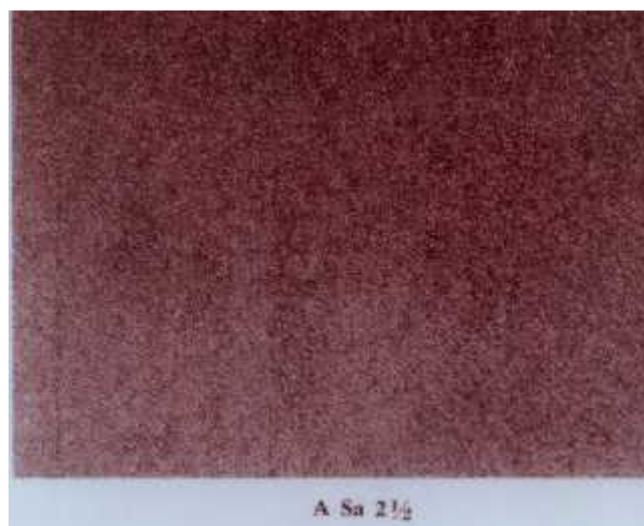
Las radiografías se realizarán según lo establecido en la norma UNE-EN ISO 17636-1. Acceptance criterias s/UNE-EN ISO 10675-1, ó también SEGÚN CODIGO ASME Code, Div.1 Ed.2017 ASME V, Article 2. Acceptance criterias ASME VIII Div.1.

Para realizar las radiografías el personal cualificado debe de contar con titulación para trabajar con equipos de rayos X.

El Director de Obra establecerá el tipo o tipos de inspecciones de soldaduras a realizar en las piezas de acero exigiendo la documentación necesaria del fabricante que lo acredite.

✚ Granallado

Se realiza el ensayo según la Norma UNE-EN ISO 8501-1. La prueba consistirá en realizar una inspección visual del granallado de las piezas, comprobando que queda una superficie libre de óxido. El aspecto que debe presentar la pieza según la Norma UNE-EN ISO 8501-1, para darle la conformidad es el que aparece en la siguiente foto:



✚ Rugosidad

Es un ensayo de Rugosidad de la Superficie que se realizará según Norma UNE-EN ISO 8503-1. Se realiza de manera manual con los ojos cerrados, es decir, se palpará la superficie de la pieza y luego las diferentes placas del RUGOTEST hasta encontrar una coincidencia.

Para la superficie de acero carbono para pintar se usa el RUGOTEST Nº 3.

■ Medición espesor

- Se realizará la medición según la Norma UNE-EN ISO 2808:2020.
- Inicialmente se realiza una inspección visual del estado de la pieza. Para ello se comprueba que el tratamiento tiene buen aspecto, es decir, que éste es homogéneo a lo largo de toda la pieza y que no tiene ningún defecto superficial como pueden ser la pintura agrietada, con goterones, etc.
- Antes de realizar las mediciones se comprueba que la pintura, está seca al tacto.
- Las mediciones se van a realizar utilizando un aparato de medición de micras. Los valores individuales entre el 80% y el 100% del espesor nominal de película seca son aceptables, siempre que la media global sea igual o superior al espesor nominal.

■ Adherencia

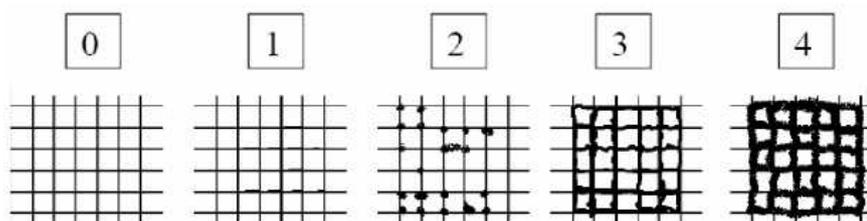
▶ Por rallado

Se realizará según la Norma UNE-EN ISO 2409. Para determinar la adhesión se utiliza el ensayo de corte por enrejado. Dicho ensayo conlleva el rayado de la superficie pintada, con un aparato de corte manual multicuchilla MODELO A-29, con peines intercambiables que varían en función de la separación que exista entre las seis cuchillas que los forman. La utilización de uno u otro es función del espesor del revestimiento de pintura.

- De 60 a 120 micras: 2 mm
- Más de 120 micras: 3 mm

Los pasos para realizar el ensayo de adherencia por rallado son:

- Posicionar el tipo de peine adecuado según la tabla anterior, en función de las micras de la pintura.
- Rayar la superficie pintada en dos sentidos perpendiculares (90°), de tal forma que quede el rayado en forma de cuadrícula.
- Se colocan tiras de cinta adhesiva hasta ocupar toda la zona rayada y seguidamente se levantará esa cinta.
- Se examinará cuidadosamente la parte cortada del revestimiento sometido a ensayo bajo una buena luz, a simple vista o con la ayuda de una lente.
- Se aceptarán aquellas probetas que se muestren en las categorías 0-1.



► **Por pull-off**

El ensayo se realizará según UNE-EN ISO 4624 y UNE-EN ISO 16276-1. Es un ensayo destructivo y por lo tanto se deberá de realizar en probeta.

Consiste en medir la fuerza a realizar para desprender el tratamiento de la probeta. Los valores necesarios para dar por apto un tratamiento dependerán de éste, como norma general para los tratamientos de varias capas deben igualar o superar los 3 MPa.

Los pasos para realizar el ensayo de adherencia por pull off son:

- Limpiar la superficie de la probeta.
- Pegar con pegamento de 2 componentes los Dollys.
- Tras el secado quitar el pegamento de alrededor de los Dollys.
- Colocar el pull off y girar la palanca. Conforme la palanca se gira el indicador calibrado ira cambiando y marcando la fuerza realizada por éste.
- Girar la palanca hasta que se levante el testigo o Dolly, el resultado será el que marque tras ese momento el aparato.

2.33.11. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

📦 Transporte

Se fijarán con correas enlonadas que mantendrán las piezas atadas a la caja del camión.

El piso y los laterales de la caja de los camiones han de estar exentos de protuberancias o cantos rígidos y agudos que puedan dañar a los tubos o accesorios.

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

Los tubos no tienen que sobresalir de la caja del camión por la parte posterior, más de un metro.

📦 Almacenamiento

Cada pieza será convenientemente recubierta mediante plástico de burbujas y calzada de tal forma que no sufra oscilaciones durante su transporte. Cuando se transporten varias de estas piezas en la caja del camión cada pieza deberá disponer de un distanciamiento libre de 20 cm ante cualquier otro objeto.

Se evitará que los accesorios sufran:

- Sacudidas
- Caídas desde el camión
- Arrastrados o rodarlos largas distancias

El tiempo de acopio será inferior a 1 mes en caso de que los accesorios acopiados estén a cubierto. De no estar bien protegido el acopio frente a condiciones externas no se permitirá una permanencia de almacenamiento mayor a dos semanas.

El lugar destinado para colocar las piezas debe estar nivelado y plano con el fin de evitar rodamientos, que podrían llegar a deteriorar los elementos y estar exento de objetos duros y cortantes.

Las juntas de las bridas utilizadas para la unión de piezas especiales deben ser almacenadas libres de cualquier deformación en un lugar fresco y seco, protegidas del contacto de aceites y sustancias perjudiciales y de la exposición directa a la luz solar y nunca podrán ser retiradas de su lugar de almacenaje hasta el momento de su colocación. Cuando las temperaturas ambientales sean bajo cero, las juntas deberán ser almacenadas a 10° C o más para facilitar su instalación.

Manipulación y montaje

Los recubrimientos deberán estar bien adheridos y recubrir uniformemente la totalidad de los contornos de las piezas especiales, constituyendo superficies lisas y regulares, exentas de defectos tales como cavidades o burbujas.

Las piezas antes de la aplicación de cualquier tipo de recubrimiento que se hiciera deberán estar secas y exentas de óxido, arena, escoria y otras posibles impurezas, debiendo efectuar una cuidadosa limpieza en caso de la existencia de algunos de estos componentes.

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

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

Todas las caldererías deberán incorporar pasamuros en todos los cruces con muros de arquetas para su correcta colocación.

✚ Ensayos y pruebas de recepción del producto

Cada partida o entrega de material irá acompañado de una hoja de ruta que especifique la naturaleza, número, tipo y referencia de las piezas que lo componen. Tendrá que hacerse con el ritmo y plazos señalados por el Director de Obra.

Las piezas y accesorios que hayan sufrido averías durante el transporte, o que presenten defectos no apreciados en la recepción en fábrica, serán rechazadas si el D.O lo considera oportuno.

El D.O, si lo cree conveniente, podrá ordenar en cualquiera momento la repetición de pruebas sobre las piezas ya ensayadas en fábrica. El contratista, avisado previamente por escrito, facilitará los medios necesarios para realizar estas pruebas, de las que se levantará acta, y los resultados obtenidos en estas prevalecerán sobre los de las primeras. Si los resultados de estas últimas pruebas fueran favorables, los gastos irán a cargo de la D.O.; de lo contrario corresponderá al contratista que habrá, además, de reemplazar los tubos, piezas, etc., previamente marcados como defectuosos procediendo a su retirada y sustitución en los plazos señalados por el D.O. de no realizarlo el contratista, lo hará la D.O. a cargo de éste.

Las piezas que no satisfagan las condiciones generales, así como las pruebas fijadas y las dimensiones y tolerancias definidas en este Pliego, serán rechazadas. Cuando una muestra no satisfaga una prueba se repetirá esta misma sobre dos muestras más del lote ensayado. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el lote ensayado, aceptándose si el resultado de ambas es bueno.

El contratista proporcionará todos los elementos precisos para efectuar estas pruebas, así como el personal necesario; el Director de Obra podrá mandar sustituir los manómetros o equipos medidores si lo estima conveniente.

✚ Instalación

El inicio de los trabajos de cada ramal de una red de distribución estará condicionado a la validación de la existencia de las piezas especiales de cada uno de estos en la obra. En caso que eso no sea así, el contratista informará a la Dirección de Obra para que ésta decida la conveniencia o no de iniciar el ramal.

Las piezas especiales de cada ramal deberán estar físicamente en la obra para proceder de forma continua al montaje de cada ramal, siendo este punto más crítico en el caso de conducciones de PRFV.

El contratista montará las piezas especiales de acuerdo con la disposición dada en los planos con las instrucciones del Ingeniero Director. El contratista suministrará todos los accesorios para las tuberías, mostradas o no en los planos, o pedidos o no en las especificaciones: bridas, anillos de refuerzo, varillas de anclaje, tensores, sistema de soporte para el montaje, etc. Asimismo, suministrará los elementos de montaje y soldadura.

Las piezas de calderería tendrán unas dimensiones tales que puedan conectar perfectamente con las tuberías que les correspondan.

Las soldaduras a realizar en obra, serán realizadas por soldadores cualificados y en base a las especificaciones de un pliego previamente aprobado por el Ingeniero Director.

Prueba de instalación

Las pruebas de instalación se realizarán de forma que nunca haya en obra más de 1500 m de tubería instalada sin probar, ni tampoco permanezca la tubería instalada más de quince días sin ser probada.

La prueba realizada una vez instalado un tramo se realizará según dicte la norma UNE-EN 805. Durante la prueba se revisarán todos los tubos, piezas especiales, válvulas y demás elementos comprobando su correcta instalación y que todas ellas permiten la circulación del fluido con el que se realizará la prueba. Durante dicha revisión se comprobará que el relleno parcial está exento de escombros de raíces y de cualquier material extraño que pueda causar problemas. Este relleno deberá dejar visible todas las juntas para comprobar que ninguna junta pierde agua.

Otras consideraciones (arquetas)

La distancia mínima de la generatriz inferior de la calderería de las arquetas a los suelos será de 30 cm.

La distancia mínima de la generatriz lateral de la calderería de las arquetas a los muros será de 60 cm.

En los pasos de conducciones a través de muros, estos se realizarán o bien directamente con la conducción, como por ejemplo en el caso de los tubos de HACE y HACCH, o con piezas especiales, renombradas pasa muros, como por ejemplo en el caso de los tubos de PRFV, FC, PVC, PEAD, etc. Estas piezas especiales tendrán como mínimo una longitud igual a la distancia entre las paredes externas de la arqueta más 1 metro, correspondiendo a los dos tramos de 50 cm a cada lado de la arqueta.

Toda calderería restará a una distancia mínima de 30 cm de los suelos, y a una distancia mínima de 60 cm de los muros verticales.

✚ Control, medición y abono de las obras

Todos los accesorios (codos, tés, colectores, manguitos, empalmes, piezas de ventosas, etc.) se medirán por unidades realmente instaladas y se abonarán por unidad en el caso de piezas estandarizadas y por Kg de acero para piezas no estandarizadas según especificaciones de proyecto o Dirección Facultativa, a los precios señalados para cada una en el Cuadro de Precios nº1, que incluyen la carga y transporte desde los lugares de acopio a los tajos, su colocación y los medios auxiliares, como juntas y tornillería bicromatada.

El precio incluye la unión con tuberías sea por junta elástica, tórica, embridada o de otro tipo, así como otros medios auxiliares para su colocación. En caso de que se precise el soldado de la pieza especial con una tubería de acero, los trabajos de soldado, controles de calidad, repintado, y demás medios auxiliares estarán incluidos en el precio.

Indistintamente podrán incluirse los precios de las piezas especiales como un porcentaje dentro de la unidad de obra de ml de tubería, esto se podrá efectuar así para las conducciones de PEAD.

En caso de producirse deterioros en el transporte o manipulación la pieza podrá ser rechazada y no abonada. Si la Dirección Facultativa ordena que la pieza sea reparada, el precio del abono será disminuido en un 50% del precio unitario.

No se efectuará la certificación de ninguna partida de accesorios hasta que su diseño esté aprobado por la Dirección Facultativa, estén correctamente montadas, acabadas y probadas.

Serán a cargo del Contratista, el diseño de las piezas especiales, los ensayos y pruebas obligatorias definidas, tanto los realizados en fábrica como al recibir los materiales en obra y pruebas hidráulicas.

2.33.12. CONTROL DE CALIDAD

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

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

El control de calidad del revestido, de las soldaduras y del ranurado se realizará conforme lo especificado en el presente pliego.

2.33.13. PASAMUROS METÁLICOS

Chapas

Acero estructural al carbono-manganeso S-235-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2: 2006:2020.

Revestido

- Todos los pasamuros metálicos estarán revestidos tanto el interior como los 4 bordes, tal y como se indica a continuación:
 - Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.
 - Polimerizado en horno a 200°C.
 - Pintado: una capa de pintura en polvo epoxi-poliéster, con espesor mínimo de 120 micras y una segunda capa de pintura en polvo con espesor mínimo de 80 micras. El espesor final medio no será inferior a 200 micras.
 - Polimerizado en horno a 210°C.

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

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

2.34. PIEZAS ESPECIALES DE PRFV

2.34.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Diseño

Las piezas especiales de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) podrán ser laminadas o fabricadas con tubos de PRFV, en ambos casos cumplirán todo lo especificado en la norma UNE-EN ISO 23856:2022 y se clasificarán según el diámetro nominal, serie, rigidez nominal, presión nominal y el tipo de unión.

El diámetro nominal, presión nominal y rigidez de las piezas especiales de PRFV será la especificada en los correspondientes planos y anejos.

Se denominan piezas especiales a aquellos elementos que se intercalan en la conducción para permitir realizar cambios de dirección, reducciones, derivaciones, cierres de vena líquida, etc.

En el caso de fabricarse las piezas especiales con tubos de PRFV, éstos cumplirán todo lo especificado en el presente pliego para tuberías de PRFV.

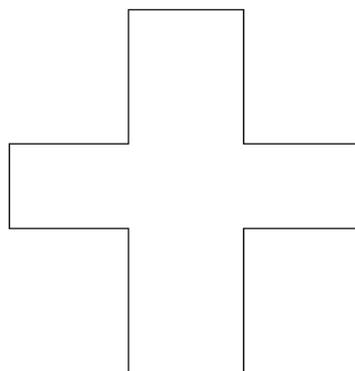
Todas las piezas especiales en todas sus salidas tendrán un tubo de aproximación que serán de 1,5 m de longitud y que cumplirá las especificaciones del presente pliego para tubos de PRFV.

Todas las reducciones se fabricarán mediante laminados superpuestos sobre moldes.

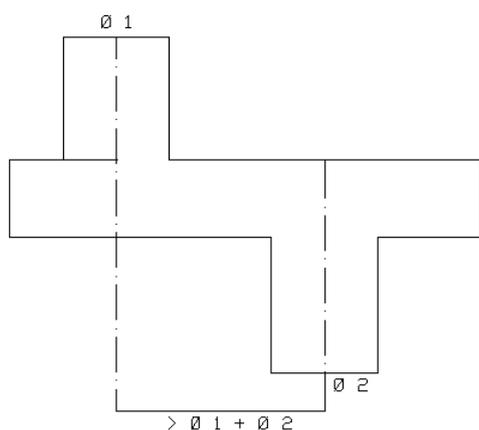
Todas las piezas especiales tipo Té se fabricarán con salidas a 90°. No se permitirá la colocación en obra de piezas tipo Té con salidas en ángulos diferentes a 90°. En el caso de ser necesario un ángulo diferente, la salida será de 90° y a continuación se colocará un codo de PRFV con el ángulo necesario, unido adecuadamente con el resto de la pieza.

Todas las piezas especiales tipo Té de ventosa tendrán la salida embrizada como mínimo del mismo diámetro que la salida de la propia ventosa.

Todas las piezas especiales tipo cruz, no se fabricarán con las salidas enfrentadas, es decir, no podrán ser de la forma que se indica en el siguiente esquema:



Las piezas especiales tipo cruz serán como se indica en el siguiente esquema y la distancia entre los ejes de las dos salidas verticales será como mínimo la suma del $\varnothing 1$ más el $\varnothing 2$.



Las piezas especiales de diámetro nominal menor o igual a 800 mm serán preferiblemente moldeadas. Las piezas especiales de diámetro nominal superior a 800 mm se fabricarán en todos los casos a partir de tubos de PRFV que cumplan lo especificado en el presente pliego para tuberías de PRFV.

Las piezas especiales se laminarán siempre exteriormente e interiormente cuando el proceso de fabricación así lo permita.

Elastómeros

Los materiales elastoméricos del componente de sellado deben ser conformes con la parte aplicable de la Norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:99/2002/2006.

Además de las juntas en los manguitos correspondientes, las piezas especiales de diámetro nominal menor o igual a 800 mm que tengan bridas, llevarán una junta en cada brida que cumplirá también las especificaciones de la norma UNE-EN ISO 23856:2022.

Injertos

Los injertos se realizarán con resinas y fibras que cumplan lo especificado en la norma UNE-EN ISO 23856:2022.

Las resinas utilizadas para soldaduras serán del tipo 6.006 con peróxido del 6 o similar.

Bridas

En aquellas piezas especiales que presenten bridas, el anillo de la brida y el cuello de la misma serán fabricados por molde, de una sola vez, como una única pieza. Las bridas cumplirán las especificaciones definidas en la norma UNE-EN ISO 23856:2022, así como las especificadas en la norma UNE-EN 1092-1:2019 y UNE-EN 1092-2:1998.

No se podrán colocar en obra piezas especiales cuyas bridas se hayan fabricado mediante la unión del anillo de la brida y el cuello de la misma.

2.34.2. CONTROL DE CALIDAD

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN ISO 23856:2022 para los diámetros, rigideces y presiones objeto del presente proyecto, así como las especificaciones definidas en el presente pliego, no será necesario realizar un control de calidad exhaustivo de las piezas especiales de PRFV, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001, en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y cumplirá el control de calidad que se expone a continuación así como todas las especificaciones contenidas en la norma UNE-EN ISO 23856:2022 y el fabricante aportará con el primer envío 3 unidades completas o 3 probetas de tamaño suficiente de cada tipo de pieza especial de la que no aporte el Certificado de Calidad de Producto correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego. Se entenderá por tipo de pieza especial diámetro, presión nominal, rigidez y que sea té, cruz, codo o reducción.

El control de calidad a realizar a las piezas especiales de PRFV cumplirá todo lo especificado en la norma UNE-EN ISO 23856:2022 y además cumplirá las especificaciones de aspecto, longitudes mínimas y marcado que se indican a continuación, así como las características geométricas (excepto la longitud), las características mecánicas y las uniones especificadas en el presente pliego para tuberías de PRFV.

Aspecto

Tanto la superficie interior como la exterior de todas las piezas especiales estarán libres de irregularidades que puedan afectar negativamente la capacidad de las piezas para cumplir los requisitos del presente pliego y de la norma UNE-EN ISO 23856:2022. Es decir, las piezas especiales de PRFV, en toda su longitud, no presentarán interior ni exteriormente ninguna de las siguientes irregularidades:

- Zonas reseca, resina insuficiente, resina no distribuida homogéneamente.
- Golpes
- Deslaminados ni laminados
- Coqueras
- Burbujas, cúmulos de arena, fibra y/o resina de más de 2 cm de diámetro ni de más de 1 cm de altura.
- Fresados muy rebajados en los extremos.
- Claridades (zonas sin arena).
- Zonas interiores levantadas o dañadas.
- Laminados exteriores para aumentar el diámetro exterior de las piezas especiales
- Injertos y laminados, tanto interiores como exteriores mal realizados o con elementos distintos de los especificados en la norma UNE-EN ISO 23856:2022.
- Superposición de laminados.

Los extremos de las piezas especiales deben ser perpendiculares a su eje longitudinal.

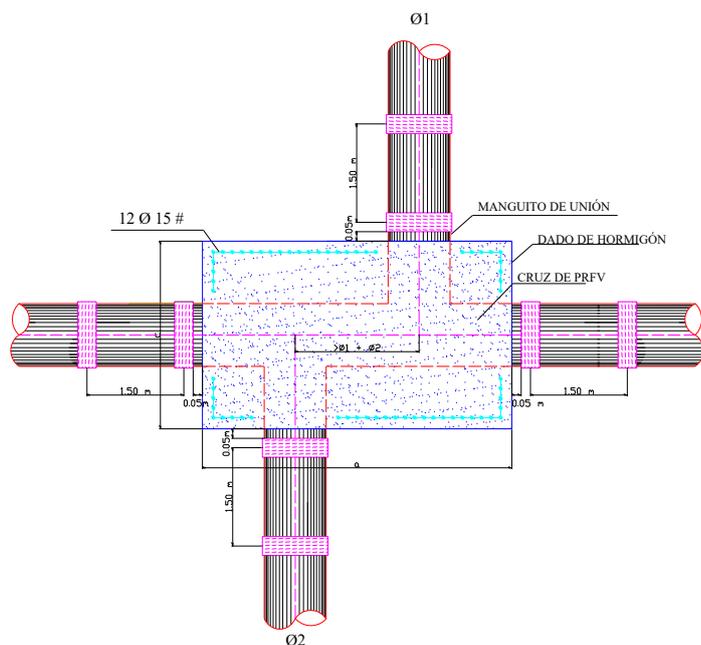
2.34.3. LONGITUDES MÍNIMAS

Las longitudes mínimas de las piezas especiales serán las que se indican en las siguientes tablas.

✚ Longitudes mínimas de tés y cruces

A todas las longitudes mínimas (c) hay que añadirle 10 cm para el correcto alojamiento del elemento de unión correspondiente.

D1	D2	PT 6 atm c(m)	PT 10 atm c(m)	PT 16 atm c(m)
1200	1200	2	3	5,75
	1000	2	3	4
	900	2	3	3,5
	800	2	1,75	3,5
	700	2	1,75	3,5
	600	1,5	1,75	1,75
	500	1,5	1,75	1,75
	450	1,5	1,75	1,75
1000	1000	2	2,25	4
	900	2	2,25	3
	800	2	2,25	3
	700	2	2,25	3
	600	2	2,25	2
	500	1,5	1,5	2
	450	1,5	1,5	2
800	800	2	2,3	3,5
	700	2	2,3	3,5
	600	2	1,8	3,5
	500	1,5	1,8	1,8
	450	1,5	1,8	1,8
700	700	1,8	2	3,5
	600	1,8	2	3,5
	500	1,5	1,5	1,8
	450	1,5	1,5	1,8
600	600	1,3	1,5	2,5
	500	1,3	1,5	2,5
	450	1,3	1,5	2,5
500	500	1	1	2
	450	1	1	2
450	450	1	1	1,8

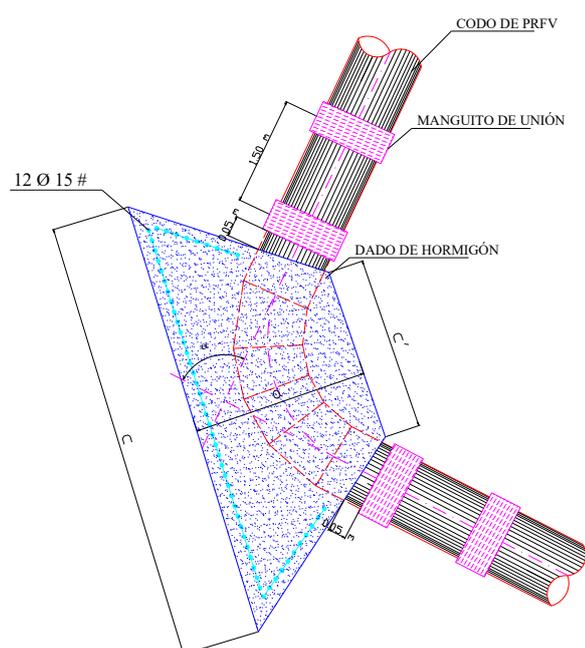


Nota: la tipología de unión a emplear no tiene porqué ser coincidente con la representada en el grafico superior.

⊞ Longitudes mínimas de los codos

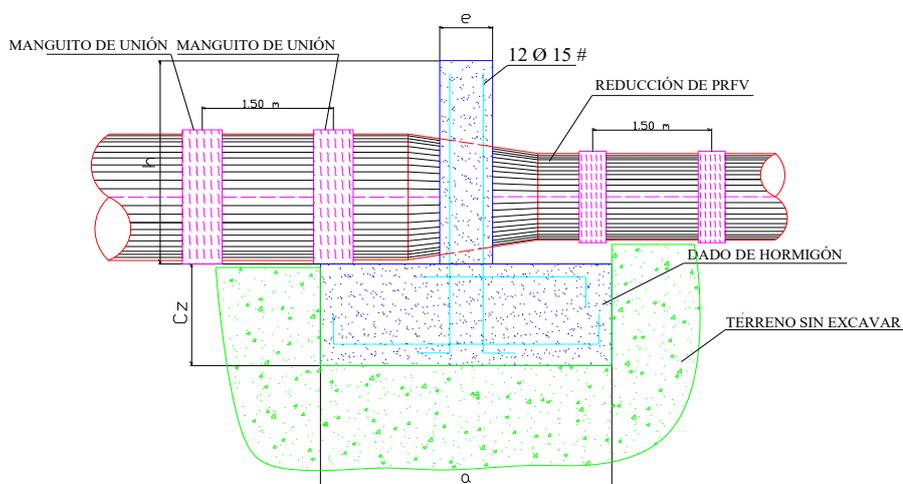
A todas las longitudes mínimas (L) hay que añadirle 10 cm para el correcto alojamiento del elemento de unión.

Los codos tendrán una longitud mínima del radio de curvatura R de 1,5 veces el diámetro nominal del tubo.



Ángulo ext.	135°	90°	45°
D1	L(m)	L(m)	L(m)
2200	1,35	1,35	1,35
2000	1,35	1,35	1,35
1800	1,35	1,35	1,35
1400	1,35	1,35	1,35
1200	1,35	1,35	1,35
1000	1,35	1,35	1,35
900	1,35	1,35	1,35
800	1,35	1,35	1,35
700	1,35	1,35	1,35
600	0,9	0,9	0,7
500	0,75	0,75	0,7
450	0,75	0,75	0,7

⊕ Longitudes mínimas de las reducciones



Nota: la tipología de unión a emplear no tiene porque ser coincidente con la representada en el grafico superior.

Ø1 (mm)	Ø2 (mm)	L(mm)	e (mm)
500	400	250	400
600	400	500	400
600	500	250	400
700	500	500	400
700	600	250	400
800	600	500	400
800	700	250	400
900	700	500	400
900	800	250	400
1000	800	500	400
1000	900	250	400
1200	900	750	500
1200	1000	500	500

2.34.4. MARCADO

Todas las piezas especiales estarán marcadas de forma inequívoca directamente sobre ellas, de tal forma que el marcado no inicie fisuras u otro tipo de fallo. Si el marcado es impreso, el color del mismo diferirá del color básico del producto, de tal forma que el marcado sea legible a simple vista.

Como mínimo en todas las piezas especiales exteriormente deberá aparecer el siguiente marcado:

- La norma UNE-EN ISO 23856:2022.
- El diámetro nominal y la serie de diámetro.
- La clase de rigidez.
- La clase de presión.
- El nombre o identificación del fabricante.
- Número de serie de la pieza especial.
- La fecha o el código de fabricación.
- Tipo de junta, flexible o rígida y si es resistente o no a esfuerzos axiales.
- Ángulo de la pieza en grados, sólo en el caso de codos, derivaciones e injertos.
- Tipo de reducción, concéntrica o excéntrica y diámetro inicial y final. Solo en el caso de las reducciones.
- Tipo de accesorio, moldeado o mecanizado.
- Marca de calidad normalizada, si procede.

2.35. ARQUETAS PREFABRICADAS

Las arquetas serán prefabricadas de hormigón armado. Cumplirán lo especificado en el presente pliego para el hormigón y el acero, así como lo especificado en el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio).

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.

Rejilla

Todas las arquetas tendrán una rejilla formada exteriormente por lamas de acero de 1 mm de espesor, galvanizadas en caliente conforme la norma la norma UNE-EN ISO 1461:2023, con un espesor medio y espesor mínimo según lo indicado en la tabla 2 de la citada norma, e interiormente estará formada por una malla de PVC de 1 mm de paso y perforada con agujeros de tamaño 30 × 30 mm.

En el caso de arquetas de ventosas dichas rejillas deberán permitir la entrada de aire necesaria para la admisión de aire de las ventosas según especificaciones del proyecto.

Aspecto

Los elementos prefabricados no presentarán:

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

2.35.1. ARQUETAS DE HIDRANTES

■ Para hidrantes de 3” y 4”

- Dimensiones interiores de la arqueta = 1,8 x 1,0 x 0,7 m
- Peso = 1002 kg
- $f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$
- $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$

■ Para hidrantes de 6”

- Dimensiones interiores de la arqueta = 2,00 x 1,00 x 0,75 m
- Volumen de arqueta = 0,446 m³
- Volumen de tapa = 0,037 m³
- Volumen de hormigón = 0,483 m³
- Peso = 1.150 kg
- $f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$
- $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$

2.35.2. ARQUETAS DE VENTOSAS Y VÁLVULAS

Las piezas estarán elaboradas con hormigón armado prefabricado de altas prestaciones HA-25. Se colocarán sobre grava compactada y losa de hormigón HA-25 de 1,5 x 1,5 m y 20 cm de espesor y malla electrosoldada 15x15x8 mm que servirá de solera a la misma, según planos. Las arquetas llevan tapas metálicas galvanizadas con bastidor zincado y abisagradas con pernos de acero inoxidable.

- Dimensiones interiores: 0,79 x 0,79 x 0,80 m
- Peso = 532 kg
- Dimensiones exteriores: 1,21 x 1,21 x 0,80 m

2.35.3. ARQUETAS DE VÁLVULAS DE CORTE

Las arquetas para válvulas de corte serán arquetas troncopiramidales de hormigón armado prefabricadas. La arqueta tiene unas dimensiones de 100x100x100 cm y dispondrá de una tapa de chapa de acero de 2 hojas de 3 mm de grosor, visagras, elementos para el cierre, candado y tratada contra corrosión mediante un cincado electrolítico más poliéster electrostático en verde, para protección de elementos hidráulicos como válvulas y ventosas.

2.35.4. ARQUETAS DE VÁLVULAS DE DESAGÜE

Serán arquetas troncopiramidales prefabricadas de hormigón armado de dimensiones de 100x100x100 cm y tapa de chapa de acero de 2 hojas de 3 mm de grosor.

2.35.5. CONTROL DE CALIDAD

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y cumplirá todo lo especificado en el presente pliego y en el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio).

2.35.6. MARCADO

Todas las arquetas prefabricadas se marcarán mediante plantilla de manera visible, indeleble e inequívoca conforme lo especificado en los planos correspondientes, de forma tal que se pueda garantizar la trazabilidad de cada una de ellas. La pintura empleada para tal fin, será de color negro, resistente al agua y se aplicará mediante brocha, no se aceptará arquetas pintadas mediante spray.

2.35.7. TAPAS DE ARQUETAS PREFABRICADAS

🛠️ Diseño

Las bisagras de las tapas se soldarán a la tapa mediante un cordón de soldadura continuo.

En el caso de las tapas de las arquetas de hidrante estarán compuestas por dos o cuatro hojas dependiendo de las dimensiones de la arqueta. En las que lleven cuatro puertas, éstas serán abatibles con apertura de forma consecutiva por superposición de las mismas.

La fijación de las tapas al cuerpo de las arquetas se realizará mediante perforación y anclaje a la parte superior de las mismas. Este sistema de fijación deberá garantizar la estanqueidad del conjunto tapas-arqueta. En caso contrario deberá disponerse de un sistema de sellado mediante masilla que garantice dicha estanqueidad.

Las tapas dispondrán de candados que aseguren su cierre. En el caso de hidrantes con cuatro puertas será un número de dos.

🛠️ Material

Las tapas serán de acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2:2006:2020 con un espesor igual o superior a los 3 mm.

🛠️ Proceso de pintado

El proceso de revestido comprenderá las siguientes fases:

- Desengrase electrolítico durante 5-10 minutos.
- Lavado.
- Decapado en HCl durante 20 minutos.
- Desengrase electrolítico durante 3 minutos.
- Lavado.
- Cincado electrolítico de espesor no inferior a 5 micras, durante 30 minutos.
- Lavado.
- Pasivado amarillo durante 120 segundos.
- Lavado.
- Secado durante 10 minutos a 70°C.
- Pintado con pintura de poliéster electrostática en polvo de espesor no inferior a 45 micras en color verde RAL 6005.
- Secado durante 27 minutos a 235-240°C.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según la norma UNE-EN 10204:2006 garantizando que las tapas suministradas son de acero S-275-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006:2020, no será necesario realizar el control de calidad de la chapa de acero, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, aportará 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

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

2.35.8. CANDADOS

Diseño:

- Sistema de doble enganche con tratamiento antioxidación.
- Cilindro de alta presión.
- Llaves iguales al nº 56716.
- Modelo Mar50 n de IFAM o similar.
- Resistentes en funcionamiento 3.000 horas en cámara de niebla salina, según norma ASTM B-117.

Cuerpo

Latón extruido niquelado y cromado.

Arco

Acero inoxidable AISI 316.

Muelles

Pasadores de bloqueo y tapa: acero inoxidable.

Cilindro

Cromado.

Llaves

Latón niquelado.

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

2.36. LOSAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN ARMADO

Hormigón

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

■ Acero

El acero empleado en barras será del tipo B-500-SD y en mallas B-500-T. Cumplirá lo especificado en el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio) para armaduras pasivas.

■ Aspecto

Los elementos prefabricados no presentarán:

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

2.36.1. LOSAS PREFABRICADAS PARA PROTECCIÓN DE TUBERÍAS

Las losas prefabricadas se ajustarán a las dimensiones especificadas en el presente pliego con una tolerancia de +- 2 por mil en medidas longitudinales y transversales. Serán de los tipos siguientes:

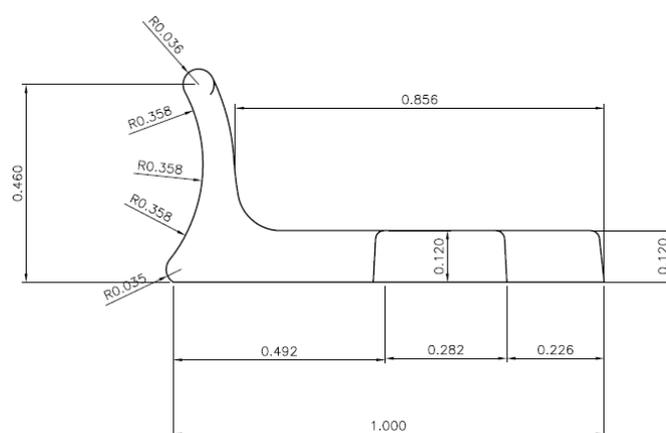
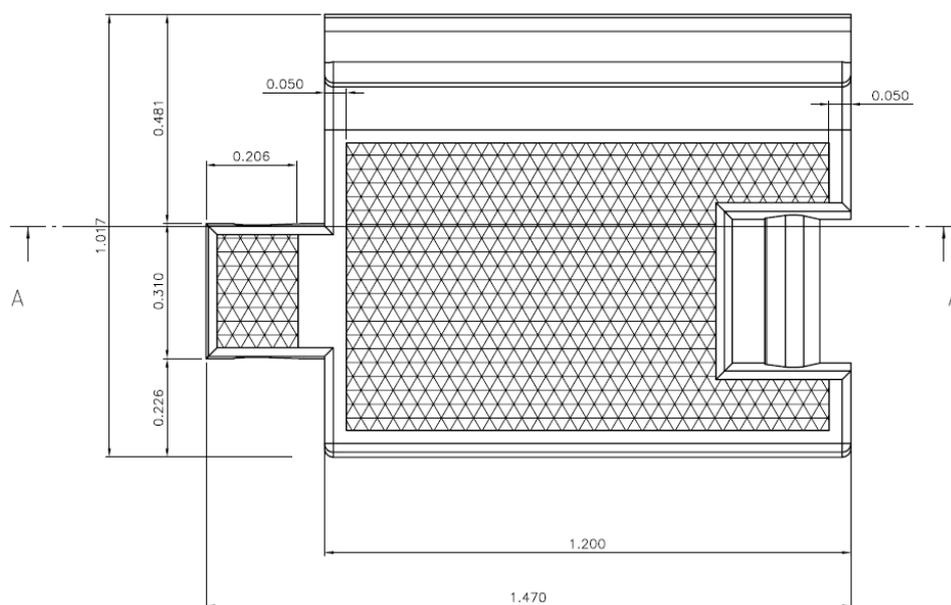
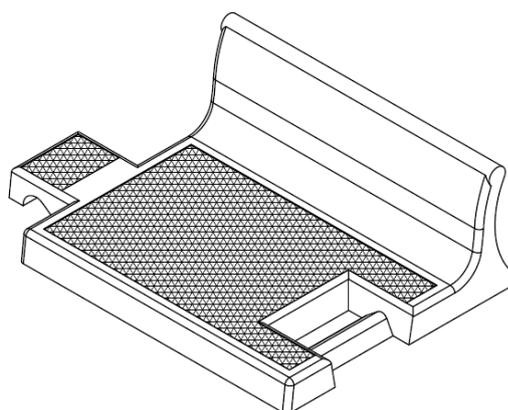
- Losa 3,00 x 1,00 x 0,20 m.
- Losa 2,00 x 1,00 x 0,20 m.
- Losa 2,00 x 1,00 x 0,15.

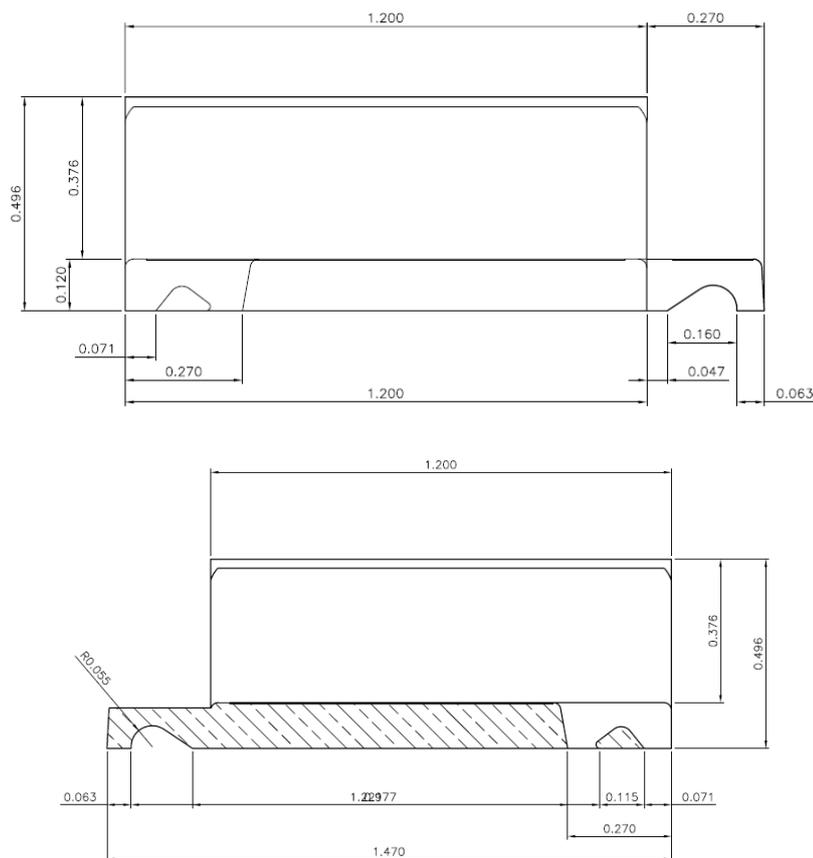
Las losas de protección de la tubería se colocarán en función de lo indicado en la memoria.

Todas las losas de protección dispondrán de un par de elementos de anclaje embutidas en su cuerpo equidistante y centradamente que permitan su manipulación mediante medios mecánicos.

2.36.2. LOSAS PREFABRICADAS PARA CORONACIÓN DE BALSA

Las losas prefabricadas se ajustarán a las dimensiones especificadas en el presente pliego con una tolerancia de +- 2 por mil en medidas longitudinales y transversales. Todas las dimensiones están en metros.





■ Marcado

Todas las losas prefabricadas se marcarán de manera visible, indeleble e inequívoca de forma tal que se pueda garantizar la trazabilidad de cada una de ellas.

El fabricante de las losas poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y garantizará documentalmente el cumplimiento del presente pliego.

2.37. CARRETES DE ENTRADA Y SALIDA DE HIDRANTES

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

■ Carrete de entrada

El carrete de entrada alojará el purgador de 1", dos válvulas de esfera M-H de 1" y el transductor de presión. La longitud del carrete de entrada será en todos los casos de 400 mm.

Tubos: acero al carbono-manganeso tipo S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006:2020 y cumplirán con lo especificado en la norma UNE-EN 10220:2004.

Té: fundición roscada de 1” tipo hembra-hembra.

❏ Carrete de salida

El carrete de salida alojará el detector de flujo de 1” y el presostato conforme se indica en los planos correspondientes. La longitud del carrete de salida será en todos los casos de 450 mm.

Tubos: acero al carbono-manganeso tipo S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006:2020 y cumplirán con lo especificado en la norma UNE-EN 10220:2004.

Salidas: 2 tubos roscados de 1” tipo hembra.

2.38. ELEMENTOS RANURADOS

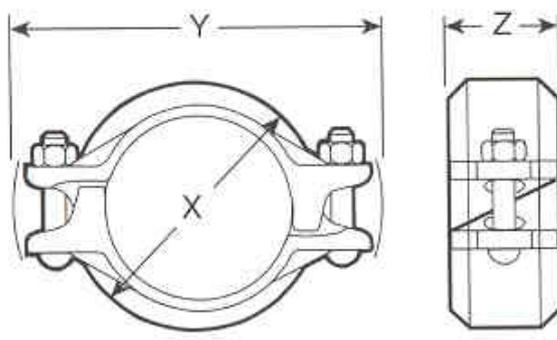
2.38.1. DISEÑO

Cumplirán con la Directiva 2014/68/UE (traspuesta por el Real Decreto 709/2015) para los fluidos del grupo 2.

❏ Acoplamientos rígidos

- Tendrán aprietes angulares y comprobación del cierre tipo metal/metal.
- Cumplirán la presión de trabajo, dimensiones y pesos máximos que se indican a continuación:

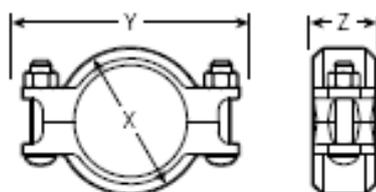
Diámetro exterior (mm)	Presión de trabajo (kPa)	Dimensiones (mm)			Peso (kg)
		X	Y	Z	
114,3	5175	148	209	53	2,4
168,3	4825	210	275	53	3,8
219,1	4130	268	349	64	6,8
273,0	3450	327	431	65	10,7
323,9	2750	377	480	65	12,8
355,6	2500	403	523	121	22,2
406,4	2500	460	597	121	27,7
457,0	2500	514	648	121	32,2
508,0	2500	570	689	121	37,2
610,0	2500	677	821	121	52,6
660,4	2065	764	895	144	93,0
711,2	2065	819	945	144	99,8
762,0	2065	863	1007	144	103,0
812,8	2065	916	1060	144	109,8
914,4	2065	1022	1161	144	121,6



■ Acoplamientos flexibles

Cumplirán la presión de trabajo, dimensiones y pesos máximos que se indican a continuación:

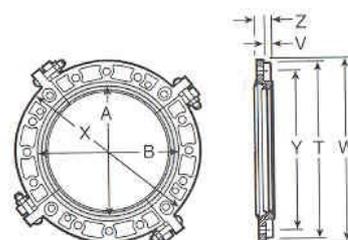
Diámetro exterior (mm)	Presión de trabajo (kPa)	Dimensiones (mm)			Peso (kg)
		X	Y	Z	
114,3	3450	147	204	54	1,9
168,3	3100	203	281	54	3,2
219,1	3100	263	355	59	5,6
273,0	5500	346	435	67	14,1
323,9	5500	397	489	67	15
355,6	2500	406	523	114	21,8
406,4	2500	462	597	114	26,3
457,2	2500	517	647	114	29,5
508,0	2500	573	689	114	37,2
609,6	2500	683	821	114	48,5
660,4	2065	764	895	144	93,0
711,2	2065	819	945	144	99,8
762,0	2065	863	1007	144	103,0
812,8	2065	916	1060	144	109,8
914,4	2065	1022	1161	144	121,6



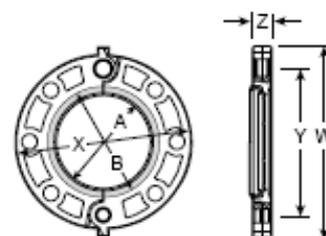
Adaptadores a brida

Serán conformes con la norma UNE-EN 1092-1-2:2019:1998 y cumplirán las dimensiones que se especifican a continuación.

Diámetro exterior (mm)	Dimensiones (mm)			
	W	X	Y	Z
60,30	185	165	125	20
73,0	207	185	145	20
88,9	216	200	160	22
114,3	252	229	180	24
159,0	311	285	240	26
165,1	303	280	240	25
168,3	303	278	240	25
219,1 PN10	369	344	296	30
291,1 PN16	360	340	295	30
273,0 PN10	402	382	350	30
273,0 PN16	432	406	362	30
323,9	461	444	410	32



Diámetro exterior (mm)	Dimensiones (mm)					
	T	V	W	X	Y	Z
355,6	495	22	622	533	476	37
406,4	552	22	689	597	540	37
457,0	572	26	737	648	578	40
508,0	641	30	800	699	635	43
610,0	743	35	914	813	749	49

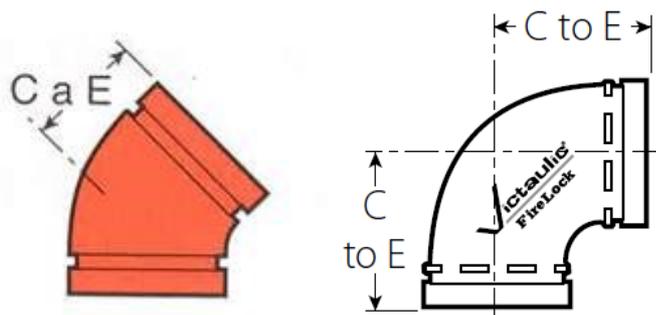


Codos

Cumplirán las dimensiones que se especifican a continuación.

Diámetro exterior (mm)	C a E
26,9	38
33,7	44
42,4	44
48,3	44
60,3	51
73,0	57
76,1	57
88,9	64
101,6	70
108,0	76
114,3	76
127	79
133,0	83
139,7	83
141,3	83
159,0	89
165,1	89
168,3	89
219,1	108

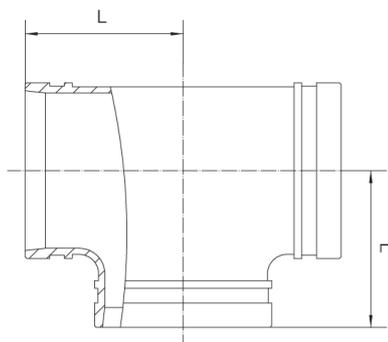
Díámetro exterior (mm)	C a E
273	121
323,9	133
355,6	222
406,4	254
457,0	286
508,0	318
610,0	381



■ Tes

Díámetro nominal (mm/pulgadas)	L (mm)
80/3	85
100/4	102
150/6	130

DIMENSIONES



❏ Acoplamientos para tuberías de polietileno de alta densidad HDP

Tamaño nominal (mm)	Diámetro Exterior Tubería (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Peso (Kg)
50	60.3	86	133	117	2.6
80	88.9	117	165	102	3.6
100	114.3	146	203	146	5.2
150	168.3	200	273	149	8.2
200	219.1	264	333	152	12.5
250	273.1	318	397	165	20.0
300	323.9	365	448	200	25.5
350	355.6	413	492	257	36.7
400	406.4	467	543	257	45.5
450	457.2	515	595	260	57.7
500	508.0	568	651	260	64.5

❏ Acoplamientos de transición de polietileno a acero

Tamaño nominal (mm)	Diámetro Exterior Tubería (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Peso (Kg)
50	60.3	86	152	79	2.0
80	88.9	114	181	79	2.7
100	114.3	146	216	95	3.8
150	168.3	203	286	95	5.7
200	219.1	267	346	108	9.7
250	273.0	321	432	127	16.0
300	323.9	375	495	127	19.6

2.38.2. MATERIALES Y REVESTIDO

❏ Acoplamientos, adaptadores y codos

Fundición esferoidal ferrítica tipo: DIN 1693 GGG-42, GGG-38/ ASTM A-536-72: grado 65-45-12 / UNE 1563:2019 SS-32.

❏ Junta

EPDM, grado de dureza IRDH 60 conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:99/2002/2006.

❏ Tornillería

Acero al carbono zincada en caliente de color dorada, conforme ASTM A-449 y ASTM A-183.

■ Revestido, acoplamientos, adaptadores, codos y tes

Galvanizado en caliente realizado conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2023 de espesor medio superior a 90 micras y con un espesor local no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2023.

2.38.3. CONTROL DE CALIDAD

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de los materiales metálicos y Certificado de Calidad de Producto conforme lo especificado en el presente pliego, no será necesario realizar un control de calidad de los mismos, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y aportará con el primer envío: 3 acoplamientos flexibles, 3 acoplamientos rígidos, 1 codo y 1 adaptador a brida, para la realización de los controles que la empresa ejecutora considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

En cuanto al revestido y ranurado cumplirán lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

2.39. PURGADORES DE HIDRANTE

2.39.1. MATERIALES

Los purgadores cumplirán la Directiva 2014/68/UE (traspuesta por el RD 709/2015, de 24 de julio), poseerán mecanismo de autolimpieza, su capacidad de purga será de 160 m³/h a 16 bar, purga de 100 m³/h a 10 bar, rosca macho cilíndrica conforme la norma UNE-EN ISO 228-1:2003 (BSP) y tamaño del orificio de 12 mm².

Los componentes del purgador serán de calidad igual o mayor a lo especificado a continuación.

■ Cuerpo

Nylon poliamida + 33% de fibra de vidrio GF.

■ Goma

EPDM de dureza 56 Shore, conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:99/2002/2006.

■ Posicionador

Nylon 66 Zytel.

Flotador

Polipropileno expandido.

Junta

Buna-N con dureza de 70 Shore, conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:99/2002/2006.

Base

Nylon poliamida y 33% de fibra de vidrio.

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

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Producto conforme la norma UNE-EN 1074 en vigor emitido por organismo Autorizado o Autoridad competente, no será necesario realizar un control de calidad de los purgadores, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante poseerá certificado ISO 9001 en vigor y realizará los ensayos que se exponen a continuación.

2.39.2. ENSAYOS

Si el fabricante posee Certificado de Calidad de Producto conforme la norma UNE-EN 1074 aportará los resultados de los ensayos obtenidos con cada envío de purgadores, en caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 y realizará los ensayos que se exponen a continuación conforme la norma UNE-EN 1074.

Resistencia mecánica

- Resistencia de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión.
- Resistencia del obturador a la presión diferencial.

■ Estanqueidad

- Estanqueidad de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión:
 - Estanqueidad a la presión interior
 - Estanqueidad a la presión exterior
- Estanqueidad del asiento:
 - Estanqueidad del asiento a una presión diferencial elevada
 - Estanqueidad del asiento a una presión diferencial baja

■ Características neumáticas

- Función de salida de aire
- Función de entrada de aire
- Función de desgasificación

■ Resistencia a la fatiga

- Resistencia a la fatiga con función de entrada y/o salida de aire
- Resistencia a la fatiga con función de desgasificación
- Ensayo de apertura después de un cierre prolongado

2.39.3. MARCADO

Los purgadores estarán marcados de manera visible e indeleble con la siguiente información mínima.

- PN
- Identificación del fabricante
- Norma aplicada

2.40. VENTOSAS TRIFUNCIONALES

- Las ventosas cumplirán la Directiva 2014/68/UE (traspuesta por el Real Decreto 709/2015).
- Las bridas cumplirán lo especificado en la norma UNE-EN 1092-1-2:2019:1998.
- La calidad de los materiales será igual o superior a lo especificado a continuación.

2.40.1. VENTOSAS TIPO 1

❏ Características técnicas

DIAMETRO en "	TIPO UNIÓN	Ø BRIDA	Entrada de aire		Salida de aire		Superficie mínima de paso (mm ²)
			Caudal l/s	Presión diferencial m.c.a.	Caudal l/s	Presión diferencial m.c.a.	
1	BRIDAS	1"	71	3,5	42	1,5	507
2	BRIDAS	2"	311	3,5	152	1,5	1.963
3	BRIDAS	3"	650	3,5	424	1,5	5.027
4	BRIDAS	4"	877	3,5	622	1,5	7.854
6	BRIDAS	6"	2263	3,5	1414	1,5	17.671
8	BRIDAS	8"	3678	3,5	2829	1,5	31.416

❏ Brida, cuerpo y tapa

- Ventosas de 1, 6 y 8 “: fundición dúctil EN GJS500 (GGG-50), según la norma UNE-EN 1563:2019.
- Ventosas de 2, 3 y 4 “: fundición dúctil EN GJS400 (GGG-40), según la norma UNE-EN 1563:2019.
- Las bridas serán conformes con la norma UNE-EN 1092-1-2:2019:1998.

❏ Deflector

Fundición dúctil EN GJS500 (GGG-50), según la norma UNE-EN 1563:2019 para todas las ventosas excepto la de 6” que será de chapa de acero.

❏ Flotador

Acero inoxidable AISI 304.

❏ Tornillería

Acero zincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015.

❏ Junta de estanqueidad

EPDM y NBR.

❏ Conexiones

Tubos de bronce y latón.

Partes internas

Acero inoxidable AISI 304.

2.40.2. VENTOSAS TIPO 2

Ventosa trifuncional de doble cuerpo.

Características técnicas

DIAMETRO en "	TIPO UNIÓN	Ø BRIDA	Entrada de aire		Salida de aire		Superficie mínima de paso (mm ²)
			Caudal l/s	Presión diferencial m.c.a.	Caudal l/s	Presión diferencial m.c.a.	
10	BRIDAS	10"	5941	3,5	3819	1,5	49.087

Brida, cuerpo y tapa

Fundición gris EN GJL250 (GG-25), según la norma UNE-EN 1561:2012 (ASTM A126 clase B).
Las bridas serán conformes con la norma UNE-EN 1092-1-2:2019:1998.

Tornillería

Acero inoxidable A270.

Junta de estanqueidad

Resistente al ozono, según ASTM D 2000, BUNA-N.

Partes internas

Acero inoxidable ASTM A240 (AISI 304).

2.40.3. VENTOSAS DE BAJA PRESIÓN

Brida, cuerpo y tapa

Hierro dúctil ASTM A-536 60-40-18.

Tornillería

Acero galvanizado al cobalto.

Junta de estanqueidad

Resistente al ozono, según ASTM D 2000, BUNA-N.

2.40.4. PURGADORES

❏ Cuerpo y tapa

Fundición gris EN GJL250 (GG-25), según la norma UNE-EN 1561:2012 (ASTM A126 clase B).

❏ Asiento

Resistente al ozono, según ASTM D 1149, BUNA-N.

❏ Tornillería

Acero inoxidable A2-70.

❏ Flotador, levas y partes internas

- Acero inoxidable AISI 304 (ASTM A240 A582).
- Todos los purgadores presentarán en su parte inferior un orificio de comprobación de presiones con llave de purga tipo válvula de esfera roscada de ¼” M-H.
- Los purgadores de las ventosas tendrán los siguientes orificios de purga, diámetros de conexión y presiones de funcionamiento.

Diámetro (mm)	Orificio de purga (“)	Caudal (l/s)	Diámetro de conexión (mm)	Presión de funcionamiento (kg/cm ²)
110	5/64	4,5	25	10
125	5/64	4,5	25	10
140	5/64	4,5	25	10
160	5/64	4,5	25	10
200	5/64	4,5	25	10
250	5/64	4,5	25	10
315	5/64	4,5	25	10
400	1/4	46,79	25	10
450	1/4	46,79	25	10
500	1/4	46,79	25	10
600	1/4	46,79	25	10
700	1/4	46,79	25	10
800	1/4	46,79	25	10
900	1/4	46,79	25	10
1000	1/4	46,79	25	10
1200	1/4	46,79	25	10
1400	1/4	46,79	25	10
1600	5/16	68,56	50	10
1800	7/16	133,93	65	10
2000	7/16	133,93	65	10
2200	7/16	133,93	65	10

2.40.5. COMPROBACIONES Y REVESTIDO

■ Revestido

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ , conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Pintado con pintura poliamida epoxi, el espesor final medio no será inferior a 200 micras, excepto las ventosas de diámetros comprendidos entre 900 y 2600mm y todos los purgadores que no será inferior a 150 micras.

2.40.6. MARCADO

- Las ventosas se marcarán de manera visible y duradera con la siguiente información:
- DN
- PN
- Identificación del fabricante
- Identificación de los materiales de la carcasa
- Identificación del año de fabricación
- Norma aplicada
- Marcado “CE”

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

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto conforme la norma UNE-EN 1074 será suficiente con aportar documentación que lo acredite, en caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad de Empresa ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado y realizará los ensayos y el marcado según lo dispuesto en el presente pliego para purgadores de hidrante.

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

2.41. VÁLVULAS DE MARIPOSA RANURADAS

2.41.1. MATERIALES Y REVESTIDO

Las válvulas cumplirán lo especificado a continuación.

► Válvulas

- Directiva 2014/68/UE (traspuesta por el Real Decreto 709/2015) para los fluidos del grupo 2.
- Distancia entre caras según la norma UNE-EN 558:2022.

► Bridas

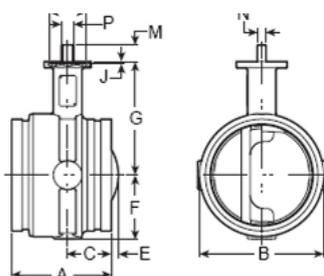
No lleva, son ranuradas (compatible con el sistema Victaulic o similar).

► Cuerpo

- Fundido de una sola pieza.
- Eje integrado en disco.
- Las válvulas con diámetro superior a 150 mm (6") y las instaladas en los hidrantes llevarán reductor. Este reductor y la propia válvula dispondrán de pletina conforme la norma UNE-EN ISO 5211:2018 (tipo F07 para válvulas de DN ≤ 200 mm, tipo F10 para válvulas de 200 < DN ≤ 300 mm).
- Presión de garantía de sujeción segura del asiento elástico: 2065 kPa.

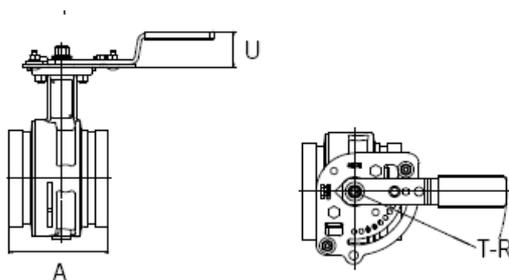
▣ VÁLVULAS DE 4" a 12":

► Dimensiones y pesos máximos de las válvulas



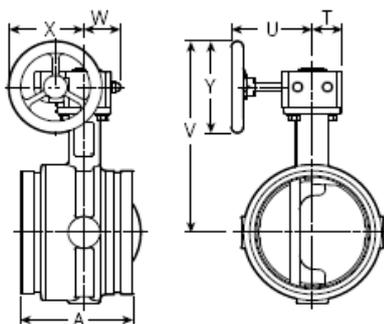
Diámetro (mm)	A (mm)	B (mm)	F (mm)	G (mm)	M (mm)	Peso válvula (kg)
100	117,6	139,7	73,2	133,4	22,6	4,2
250	162,6	311,2	155,7	247,7	57,2	32,7
300	165,1	362,0	181,1	273,1	56,9	39,9

► Dimensiones y pesos máximos de las válvulas con palanca



Diámetro (mm)	A (mm)	T-R (mm)	U (mm)	Peso con palanca (kg)
100	117,6	215,9	41,7	5,4
250	162,6	296,2	114,3	38,1
300	165,1	296,2	114,3	45,4

► Dimensiones y pesos máximos de las válvulas con volante



Diámetro (mm)	A (mm)	T (mm)	U (mm)	V (mm)	W (mm)	X (mm)	Y (mm)	Peso con volante (kg)
100	117,6	40,1	112,5	210,3	44,5	92,5	100,1	5,4
150	149,4	50,0	122,9	261,9	57,9	112,5	125,0	10,9
200	135,4	50,0	122,9	293,6	57,9	112,5	125,0	17,4
250	162,6	73,2	197,1	384,3	82,6	160,0	199,9	39,0
300	165,1	73,2	197,1	409,7	82,6	160,0	199,9	44,2

► Cuerpo y retén de sellado

Fundición dúctil tipo: DIN 1693 GGG-50. / ASTM A-536: grado 65-45-12 / UNE-EN 1563:2019 SS-32 / EN-JS 1050 conforme la norma UNE-EN 1063:2016.

► Disco

Fundición dúctil tipo: DIN 1693 GGG-50. / ASTM A-536: grado 65-45-12 / UNE-EN 1563:2019 SS-32 / EN-JS 1050 conforme la norma UNE-EN 1063:2016, niquelado por reducción química conforme con ASTM B-733.

▶ **Asiento y juntas del eje**

EPDM, grado de dureza IRDH 60 conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:99/2002/2006.

▶ **Eje**

Acero inoxidable tipo 416 conforme con la norma ASTM A-582.

▶ **Empaquetadura**

Latón tipo C36000.

▶ **Rozamientos**

Fibra de vidrio revestida de TFE.

▶ **Anillo de retención del eje**

Acero al carbono.

▶ **Tornillería**

Acero cincado.

▶ **Palanca de maniobra**

Fundición dúctil tipo: DIN 1693 GGG-42, GGG-38. / ASTM A-536:grado 65-45-12 / UNE-EN 1563:2019 SS-32 / EN-JS 1050 conforme la norma UNE-EN 1063:2016.

▶ **Volante:**

Acero estructural al carbono-manganeso S-235-JR (St 37-2) según la norma UNE-EN 10025-1-2: 2006:2020.

▶ **Barrera térmica**

Teflón, colocada entre el cuerpo de la válvula y la palanca de maniobra.

▶ **Revestido interior y exterior del cuerpo**

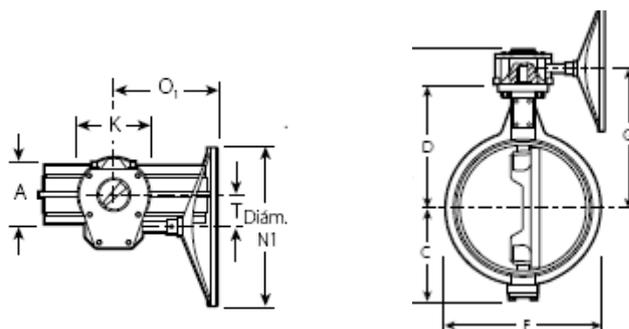
- Desengrase químico.
- Calentamiento en horno a 200°C.
- Pintado: pintura en polvo epoxi, con espesor mínimo de 20 micras en color RAL 5017.
- Polimerizado en horno a 210°C.

► **Revestido de la palanca de maniobra**

Galvanizado en caliente realizado conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2023, con un espesor medio y espesor mínimo según lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2023.

▣ **VÁLVULAS DE 14” a 20”:**

► **Dimensiones y pesos máximos**



Diámetro (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	F (mm)	G (mm)	K (mm)	N1 (mm)	O1 (mm)	Peso con volante y actuador(kg)
350	254	665	246	327	406	369	200	500	327	70,8
400	267	737	278	358	457	406	220	500	364	91,2
500	292	920	357	409	584	464	285	700	468	174,3
600	305	1017	408	511	678	569	370	700	521	274,4

► **Número de giros máximos para cerrar la válvula**

- DN 350: 9,5 vueltas.
- DN 400: 13,75 vueltas.
- DN 500: 52 vueltas.
- DN 600: 79,25 vueltas.

► **Cuerpo**

Fundición dúctil tipo: DIN 1693 GGG-50. / ASTM A-536: grado 65-45-12 / UNE-EN 1563:2019 SS-32 / EN-JS 1050 conforme la norma UNE 1063:2016.

► **Disco**

Fundición dúctil tipo: DIN 1693 GGG-50. / ASTM A-536: grado 65-45-12 / UNE-EN 1563:2019 SS-32 / EN-JS 1050 conforme la norma UNE 1063:2016, revestido de sulfuro de polifenileno negro (PPS). Disco excéntrico.

▶ **Asiento**

Revestido de sulfuro de polifenileno negro (PPS)

▶ **Juntas y sellado del vástago**

EPDM, grado de dureza IRDH 60 conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:99/2002/2006.

▶ **Vástago superior e inferior**

Acero inoxidable tipo 17-4 PH.

▶ **Cojinete**

- PTFE reforzado.
- Arandela de empuje: bronce.

▶ **Pasador de arrastre del disco**

Acero inoxidable tipo 17-4 PH.

▶ **Segmento retención junta**

Acero inoxidable AISI 304.

▶ **Anillo de retención**

Acero inoxidable AISI 302.

▶ **Tornillos**

Acero inoxidable AISI 304.

▶ **Elementos internos**

Acero inoxidable.

▶ **Revestido**

- Revestimiento exterior: imprimación de sulfuro de polifenileno (PPS).
- Revestimiento interior: capa de imprimación y recubrimiento final de sulfuro de polifenileno (PPS), clasificación UL según ANSI/NSF 61.

► Reductor

Todas las válvulas con diámetro superior a 150 mm (6”) y las instaladas en los hidrantes llevarán reductor. Este reductor dispondrá de pletina UNE-EN ISO 5211:2018 para posterior motorización, sólo se admitirán pletinas en estas condiciones.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de los materiales metálicos y Certificado de Producto del resto de los materiales conforme la normativa aquí expuesta no será necesario realizar un control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará 3 elementos completos o probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para la realización de los ensayos que la empresa ejecutora considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y del ranurado se realizará conforme lo expuesto en el presente pliego para piezas metálicas.

2.41.2. ENSAYOS

Si el fabricante posee Certificado de Calidad de Producto conforme la norma UNE-EN 1074 aportará los resultados de los ensayos obtenidos con cada envío de válvulas, en caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 y realizará los ensayos que se exponen a continuación conforme la norma UNE-EN 1074. Como mínimo realizará dichos ensayos en 3 unidades de cada tipo de válvula.

✚ Resistencia Mecánica

- Resistencia de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión.
- Resistencia del obturador a la presión diferencial.
- Resistencia de las válvulas a la flexión.
- Resistencia de las válvulas al esfuerzo de maniobra.

✚ Estanqueidad

- Estanqueidad de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión:
 - Estanqueidad a la presión interior.
 - Estanqueidad a la presión exterior.

- Estanquidad del asiento:
 - Estanquidad del asiento a una presión diferencial elevada.
 - Estanquidad del asiento a una presión diferencial baja.
- Par máximo para la maniobra y la estanquidad.

Características hidráulicas y neumáticas

Resistencia a la fatiga.

Marcado

Todas las válvulas estarán marcadas de manera visible y duradera con la siguiente información:

- DN
- Identificación de los materiales de la carcasa
- PN
- Identificación del fabricante
- Identificación del año de fabricación
- Norma aplicada
- Marcado “CE”

En válvulas de DN < 50, obligatorias estarán marcadas con la siguiente información:

- PN
- Identificación del fabricante
- Norma aplicada

2.42. 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 (traspuesta por el Real Decreto 709/2015), para los fluidos del grupo2.
- Conexiones macho - hembra tipo ISO 7/1 (carrete de entrada).
- Conexiones hembra - hembra tipo ISO 7/1 (filtro cazapiedras).
- Poseerán una perforación en la esfera, como protección frente a las heladas.

■ **Cuerpo y esfera**

Latón niquelado conforme la norma DIN-17660.

■ **Mariposa**

Latón recubierto de epoxi.

■ **Revestido**

Todas las superficies interiores que estén en contacto continuo con el agua y las superficies externas (incluyendo la tornillería) que estén en contacto permanente con el sol, el agua o la atmósfera, serán resistentes a la corrosión y al envejecimiento.

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

El control del revestido se realizará conforme lo especificado para piezas metálicas.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1074 no será necesario realizar un control de calidad de las válvulas. En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y realizará los ensayos y el marcado expuestos en el presente pliego para las válvulas de mariposa ranuradas.

2.43. TES DE 1”

Fundición gris para soldar en negro, conforme la norma UNE-EN 1561:2012.

2.44. MANGUITO DE 1/8”

- Fundición gris para soldar en negro, conforme la norma UNE-EN 1561:2012.
- Conexiones hembra - hembra tipo ISO 7/1 (filtro cazapiedras).

2.45. MANGUITO DE ROSCA INTERIOR DE 1”

- Fundición gris para soldar en negro, conforme la norma UNE-EN 1561:2012.
- Rosca cilíndrica conforme la norma UNE-EN ISO 228-1:2003 (BSP).

2.46. TUBO DE ROSCA INTERIOR DE 1”

- Fundición gris para soldar en negro, conforme la norma UNE-EN 1561:2012.
- Rosca cilíndrica conforme la norma UNE-EN ISO 228-1:2003 (BSP).
- Longitud del tubo: 19 mm.

2.47. SOLENOIDE

Tres vías, biestable (latch) de 2 hilos. De 12-50 VDC, tiempo de pulso 20-100 ms. Resistencia de la bobina 4.2 Ω Rango de trabajo 0-10 bar, orificio de la base 2.2 mm.

2.48. FILTRO CAZAPIEDRAS

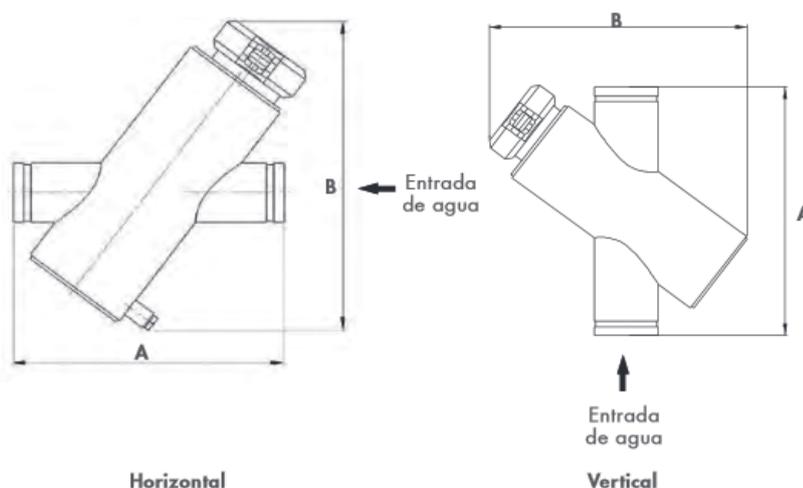
La calidad de los materiales del filtro será igual o superior a lo especificado a continuación.

🏗️ Diseño

El filtro interiormente dispondrá de un tope para el correcto asiento de la malla filtrante conforme lo especificado en los planos correspondientes. Así como un tapón superior desmontable y ranurado para permitir la limpieza interior del filtro y una salida de 1/2” en la parte más baja del filtro, ambos elementos conforme lo especificado en los planos correspondientes.

☒ Dimensiones

Los filtros cazapiedras cumplirán las especificaciones dimensionales que se indican a continuación:



Modelo	Dimensiones (mm)		Superficie filtrante (cm ²)	Peso (kg)
	A	B		
FX-2"	402	470	1.380	17
FX-3"	402	470	1.380	20
FX-4"	454	470	1.380	24
FX-6"	680	629	2.750	30
FX-8"	890	792	4.850	55
FX-10"	900	792	4.850	60

☒ Malla filtrante

Acero inoxidable X5CrNi18-10 (AISI 304) conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, con un espesor igual o superior a 1 mm. La malla estará perforada con agujeros de diámetro igual a 3 mm separados 5 mm entre ejes. La superficie perforada será inferior al 48% del total de la superficie de la malla.

☒ Cuerpo del filtro

Acero al carbono-manganeso S-275-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1:2006, con un espesor igual o superior a 4 mm. Las dimensiones y masas serán conformes a la norma UNE-EN 10220: 2004.

Revestido

El proceso de pintado de los filtros cazapiedras, tanto interior como exteriormente, comprenderá las siguientes fases:

- Desengrase químico a 50-60°C durante 3-5 minutos.
- Decapado con ultrasonidos a 40-60°C durante 3-5 minutos.
- Desengrase químico a 50-60°C durante 3-5 minutos.
- Lavado desmineralizado.
- Autodeposición mediante agitación a 20-22°C durante 90-120 segundos.
- Secado en horno a 95-110°C durante 30-40 minutos.
- Pintado con pintura líquida esmaltada en color azul RAL 5017, de espesor superior a 20 micras.
- Secado al aire

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

El control de calidad de las soldaduras, ranurado y revestido se realizará conforme lo expuesto en el presente pliego para piezas metálicas.

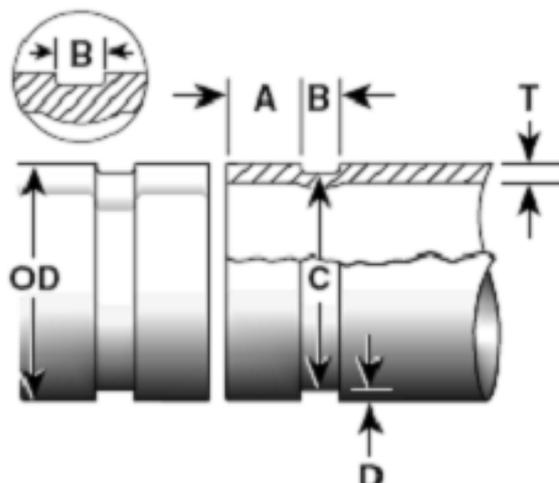
Soldadura

Calidad de la soldadura:

- El fabricante avisará, con un mínimo de 10 días de antelación, el momento en el que estén realizadas todas las soldaduras, sin tratar ni revestir, para que la empresa ejecutora pueda realizar el control de calidad de las soldaduras. Dicho control de calidad se realizará mediante un examen visual y líquidos penetrantes a través de un Laboratorio debidamente autorizado.
- Examen visual: se realizará en el 10% de las soldaduras, conforme a la norma UNE-EN 970:97. El nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2014 o UNE-EN 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. El nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2014 o UNE-EN ISO 10042:2018 será el B, el nivel de aceptación según la norma UNE-EN ISO 23277:2015 será el 2X.

❏ Ranurado

- El ranurado se realizará en todos los casos por laminación y antes de realizar el revestido correspondiente.
- El ranurado de los filtros cumplirá lo especificado a continuación.



D.E. (mm)			Dimensiones (mm)						
Básico	Tolerancia		Asiento de Junta A +/- 0.76	Anchura de Junta B +/- 0.76	Diámetro de la ranura C		Prof. de ranura D	Mín. espesor de pared T	Máx. diámetro en sancha
	+	-			Básico	Tolerancia			
114,3	1,14	0,79	15,88	8,74	110,08	-0,51	2,11	2,11	116,8
168,3	1,60	0,79	15,88	8,74	163,96	-0,56	2,16	2,77	170,9
273,0	1,60	0,79	19,05	11,91	268,28	-0,69	2,39	3,40	277,4

❏ Embalaje

El fabricante debe embalar y/o proteger todos los elementos que componen la presente oferta contra posibles daños mecánicos y la entrada de sustancias extrañas durante la manipulación, el transporte y el almacenaje. En el caso de emplearse flejes en el embalaje, éstos serán de poliéster reforzado, en ningún caso se admitirán flejes metálicos.

❏ Documentación a aportar

- Antes de comenzar la colocación en obra de cada uno de los elementos, el adjudicatario aportará al representante de la empresa ejecutora, aquella documentación que por referirse al elemento particular, certificados de calidad, garantías del fabricante, informes de comprobaciones y/o ensayos etc., no se pudo presentar con la oferta.

- Junto con el envío como mínimo, se aportará la siguiente documentación:
 - Certificados 3.1 conforme con la norma UNE-EN 10204:2006 de los materiales metálicos empleados y de acuerdo con las especificaciones del presente pliego. (Si existen).
 - Informe de los ensayos realizados a los elementos que componen la presente oferta.

2.49. TRANSDUCTORES DE PRESIÓN

Sensor de presión PN 16 atmosferas que nos da una medida analógica de la presión que hay en la red. La medida analógica deberá ser una señal de 4 a 20 mA a 2 hilos y deberá tener una precisión de por lo menos el 1%.

Físicamente el transductor debe tener un grado de protección IP-67. La caja y materiales en contacto con el medio serán de acero inoxidable conectándose al proceso por una rosca de 1/2 "G o 1/4 "G.

Las temperaturas admisibles del medio deben ser de 40 °C a +90 °C y de almacenamiento serán 40 °C a +90°C. Acero AISI 316L tipo Danfoss MBS 4010 o similar.

El rango del transductor deberá ser mayor que la mayor medida de presión que se quiera leer, siendo ésta de 10 bares como mínimo. El sensor será del tipo cerámico. Las presiones de entradas a los hidrantes se facilitarán en su momento por la dirección de obra.

La alimentación deberá ser en tensión continua a 12 V. La conexión al sensor se hará estanca, con un grado de protección igual o superior al propio sensor, mediante un cable de 2 x 0,5 mm, acabado en el otro extremo con un conector macho M12 roscado de 4 polos. Este conector ha de tener un grado de protección mínimo IP67. El cable tendrá una longitud mínima de 2,5 metros y, en todo caso, una longitud suficiente para permitir su instalación como se indica en el del pliego de prescripciones técnicas. No se admitirán cables con empalmes ni de longitud inferior.

El transductor tendrá protección contra inversión de polaridad, contra sobretensiones y contra cortocircuitos. Igualmente deberá estar protegido contra las heladas extremas que se registren en el emplazamiento de la obra.

El transductor de presión se instalará aguas arriba de la llave de paso al hidrante y deberá instalarse sobre un filtro de toma autolimpiante. Instalado, conexionado y verificado. Incluida ampliación de tarjeta mediante 1 entrada analógica, 4-20 mA y p.p. de configuración del nodo de riego y del Centro de Control para visualización, registro y configuración de alarmas.

2.50. VÁLVULAS HIDRÁULICAS

2.50.1. MATERIALES Y REVESTIDO

La calidad de los materiales será igual o superior a lo especificado a continuación.

■ Diseño

Deberán de ajustarse a lo establecido en la siguiente normativa: Directiva 2014/68/UE (traspuesta por el Real Decreto 709/2015) para los fluidos del grupo 2. Norma UNE-EN 1074-6: Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 6: Hidrantes.

■ Dimensiones y pesos máximos

Diámetro (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm) (sin detector de posición)	Peso (kg)
80	250	200	210	19
100	320	223	242	28
150	415	306	345	68

■ Bridas

No lleva, son ranuradas compatible con el sistema Victaulic o similar.

■ Cuerpo y tapa

Fundición de hierro nodular, conforme la norma UNE-EN 1563:2019.

■ Diafragma

De asiento plano semirigido compuesto por caucho natural reforzado (NR) conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:2006, con plástico VRSD (disco de cierre radial vulcanizado).

■ Muelle

Acero inoxidable AISI 302.

■ Microtubo

Polietileno de baja densidad PE 32, conforme con la norma UNE 53367:2014

■ Tornillería exterior

Acero enchapado con zinc-cobalto.

Tornillería interior

Acero inoxidable tipo AISI 316.

Conjunto de cierre

- Diafragma: Caucho natural reforzado (NR).
- Cierre: Nylon reforzado con fibra de vidrio.

Conjunto del impulsor

- Guía: Acero inoxidable AISI 303.
- Pivotes y soportes: Carburo de tungsteno.
- Alineador superior del flujo: Nylon reforzado con fibra de vidrio.
- Impulsor: Polipropileno.

Conjunto de la caja del impulsor

- Asiento de cierre: NBR (Buna-N) Latón vulcanizado.
- Caja del impulsor y alineador inferior del flujo: Nylon reforzado con fibra de vidrio.
- Anillos en O (Junta tórica): NBR (Buna-N) Latón vulcanizado.

Filtro en línea

Integrado en el circuito de microtubo previo a la entrada en los pilotos y electroválvulas.

Revestido

Todas las superficies interiores que estén en contacto continuo con el agua y las superficies externas (incluyendo la tornillería) que estén en contacto permanente con el sol, el agua o la atmósfera, deben ser resistentes a la corrosión y al envejecimiento.

Indicador de posición

Pistón guía, eje indicador y cola de milano del protector: latón CuZn39Pb3, conforme con la norma UNE-EN 12164: 2017.

Junta tórica de estanqueidad

NBR.

Junta-collarín de estanqueidad

Poliuretano.

❏ Sistema de limitación de caudal interno

La válvula poseerá un tuborificio de PVC, instalado como parte integral en el circuito de control de caudales y con el cual se obtendrá una presión diferencial ΔP directamente proporcional al caudal. Esta ΔP es captada por el piloto Servo 2/3, que se "abre o se cierra" en respuesta a la misma. La apertura y el cierre del piloto hacen que la válvula responda conforme a este, limitando así a un caudal deseado y pre-calibrado. Es decir, cuando este ΔP se encuentra por encima de un ΔP estipulado en el piloto, éste permitirá un paso en el circuito de la presión aguas arriba hacia la cámara de control de la válvula, la cual reaccionará generando así un cierre de la válvula, hasta que el caudal que este pasando por la válvula sea igual o menor a lo requerido (el ΔP estará por debajo de lo calibrado).

❏ Características

- El diámetro interno del orificio se calculará y se fabricará según el tamaño de la válvula y la limitación de caudales requerida.
- Instalación simple y cómoda.
- Instalación interna.
- Pérdida de carga baja.
- Amplio rango de regulación.

❏ Pilotos

- Piloto limitador de caudal: 0,2 - 1,7 bar.
- Piloto limitador de presión: 1 - 7 bar.
- Número de vías: dos.

❏ Circuito de Control

Pilotos de 2 vías + Ejector. Este circuito contará con el conexionado y la valvulería que permita un control manual "in situ" del funcionamiento de la válvula hidráulica que domina sin que esta pierda su capacidad de limitación de caudal y de regulación de presión a través de sus pilotos.

2.50.2. CONTROL DE CALIDAD

Si el fabricante posee Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego y garantiza documentalmente el cumplimiento de las especificaciones definidas en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada tipo de válvula, entendiendo por tipo de válvula diámetro y presión nominal, para poder

realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y del ranurado se realizará conforme lo especificado para piezas metálicas.

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y realizará los ensayos y el marcado que se exponen a continuación.

Para ello deberán reproducirse en el banco de ensayos las condiciones de instalación de la válvula hidráulica en hidrante, junto con el resto de elementos.

Las válvulas hidráulicas se probarán con el fin de comprobar la regulación y la precisión de las mismas. No sólo se observará la correcta apertura/cierre y la estanquidad de las válvulas sino también es necesario un control de los ajustes de presión y de caudal.

Pruebas de fábrica

Los bancos de pruebas estarán preparados para poder realizar ensayos reproduciendo las siguientes condiciones:

- a) Según indique la Dirección de Obra (D.O.), instalación de la válvula hidráulica aislada y/o en el conjunto hidrante con el resto de elementos, y en el correcto orden de disposición.
- b) Según indique la D.O., se deberán reproducir geoméricamente las condiciones de entrada de las tuberías que conectan con la línea del hidrante, respetando materiales, diámetros interiores, así como elementos de conexión entre los mismos.
- d) Los márgenes de caudal y presión serán los suficientes como para realizar todos los ensayos previstos en este protocolo. La válvula hidráulica de mayor tara, tanto en presión como en caudal, se tomará como referencia.

Los aparatos de medidas deberán estar verificados por una empresa homologada por el Organismo pertinente. La Dirección de Obra podrá contrastar los aparatos del banco.

Todas las válvulas serán sometidas a una inspección visual general con el fin de detectar posibles desperfectos. En el caso de existir no conformidades se registrarán para poder revisar la subsanación del problema.

Todas las válvulas hidráulicas deberán llevar una etiqueta en donde se refleje:

- Modelo
- Descripción
- Nº de serie
- Fecha de fabricación

En todas las válvulas hidráulicas, y en lugar visible, se marcarán los siguientes datos:

- Nº de la válvula hidráulica (indicación de la D.O.)
- Presión de tara en bares o m.c.a.
- Caudal de tara en m³/h o l/s.

En al menos tres válvulas hidráulicas de cada diámetro y presión nominal se obtendrán las medidas geométricas: Diámetro de la ranura, diámetro de la sección interior, altura de la válvula hidráulica, ancho de la misma, etc.

Todos los dispositivos de regulación, limitación y contaje estarán debidamente precintados, de manera que no puedan ser manipulados fácilmente, y en caso contrario quede constancia de ello.

Las pruebas se efectuarán sobre lotes de cada diámetro sorteados por la Dirección de Obra, y se incluirán cuatro válvulas hidráulicas, preferiblemente aquellas que trabajan en rangos de presiones y caudales más ajustados (según criterio de la D.O.), de cada lote de cincuenta válvulas hidráulicas o fracción. El número de válvulas de cada lote y las de prueba se podrán alterar conforme a las exigencias de la obra.

Las pruebas serán las siguientes:

- Precisión del regulador de presión (prueba A)
- Ajuste del regulador de presión (prueba B)
- Precisión del limitador de caudal (prueba C)
- Ajuste del limitador de caudal (prueba D)
- Apertura/Cierre a Q mínimo (prueba E)

La aceptación de los lotes precisa del siguiente cumplimiento:

- Que las cuatro válvulas hidráulicas cumplan satisfactoriamente las seis pruebas A, B, C, D, y E.
- Que el incumplimiento de una de las pruebas de tan sólo uno de las válvulas hidráulicas, las cuatro válvulas hidráulicas del lote extraídas en un segundo muestreo cumplan satisfactoriamente las seis pruebas.

- Si se incumplen las pruebas B y D se obligará al proveedor a volver a regular todas las válvulas hidráulicas, pero si las incumplidas son las A, C y E el lote de válvulas quedará rechazado, prescribiéndose todo él para instalación en obra.

► **Pruebas del regulador de presión**

- **Prueba de Precisión (PRUEBA A)**

La prueba de precisión del regulador de presión de la válvula hidráulica se realizará para tres valores de presión distintos, aguas arriba: 1, 2 y 3 kg/cm² por encima de la presión de tara, Pt.

Se entenderá que el regulador tiene buena precisión si la diferencia entre los valores extremos medidos aguas abajo de la válvula es $\leq 0,4$ kg/cm².

- **Prueba de ajuste (PRUEBA B)**

La prueba del ajuste del regulador de presión de la válvula hidráulica se realizará para tres valores de presión distintos, aguas arriba: 1, 2 y 3 kg/cm², por encima de la presión de tara, Pt.

Se entenderá que el regulador está bien ajustado si ninguno de los tres valores queda fuera del intervalo $Pt - 0,2$ kg/cm² : $Pt + 0,2$ kg/cm².

► **Pruebas del limitador de caudal**

El limitador de caudal se deberá tarar un 10% por encima del caudal designado.

- **Prueba de precisión (PRUEBA C)**

De manera semejante a la prueba anterior, ésta se realiza para tres valores de presión aguas arriba de la válvula hidráulica superiores a la presión de tara Pt y con una presión aguas abajo menor que Pt, usualmente cerca de la presión atmosférica (válvula de aguas abajo abierta).

Se entenderá que el limitador tiene buena precisión si la diferencia entre los valores extremos del caudal instantáneo medido es $\leq 10\%$ del caudal de tara (Qt).

- **Prueba de ajuste (PRUEBA D)**

De igual manera, ésta se realiza para tres valores de presión aguas arriba de la válvula hidráulica superiores a la presión de tara Pt y con una presión aguas abajo menor que Pt, usualmente cerca de la presión atmosférica (válvula de aguas abajo abierta).

Llamando Q_t al caudal de tarado de la válvula hidráulica se entenderá que el limitador está bien ajustado si ninguno de los tres valores queda fuera del intervalo $Q_t - 4\% Q_t + 4\%$.

- **Prueba de apertura/cierre a caudal mínimo (PRUEBA E)**

Todos los hidrantes probados deben garantizar un cierre/apertura a los caudales mínimos que se expresan en la siguiente tabla, con una correcta regulación:

Tamaño hidrante	Amin (m ³ /h)
Hidrante de 3"	12
Hidrante de 4"	15
Hidrante de 6"	30

2.51. VÁLVULAS DE COMPUERTA

2.51.1. MATERIALES Y REVESTIDO

Las válvulas cumplirán la Directiva 2014/68/UE (traspuesta por el RD 709/2015, de 24 de julio). Las bridas cumplirán con la norma UNE-EN 1092-1:2019, distancias entre caras opuestas conforme la norma UNE-EN 558:2022 serie 14.

La compuerta será guiada. La tuerca que une el eje de la válvula y la compuerta estará embutida en la compuerta.

La calidad de los materiales será igual o superior a lo especificado a continuación.

Cuerpo

Fundición dúctil EN GJS500 (GGG-50), según la norma UNE-EN 1563:2019.

Eje

Acero inoxidable X20Cr13 (AISI 420) conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, con la rosca laminada en frío.

Empaquetadura

Sellado superior de NBR, 2 juntas tóricas internas y 2 juntas tóricas externas alojadas en un cojinete de plástico con manguito inferior de EPDM.

Cojinete

Nylon 6.6 grado S 223 F.

Compuerta

Fundición dúctil EN GJS500 (GGG-50), según la norma UNE-EN 1563:2019, vulcanizada con caucho EPDM, equipada con una tuerca de latón, CZ 312 según BS 2874 que acopla la compuerta al eje. El cuerpo lleva guías para guiar la compuerta y evitar su movimiento durante el manejo.

Collarín de empuje

Latón CZ 132, según BS 2872.

Tornillos embebidos

Acero inoxidable A2, con cabeza cilíndrica para herramienta tipo Allen, avellanados y sellados con silicona.

Junta perfil

EPDM con orificios para la protección de los tornillos y embutida en la tapa.

Eje telescópico

Sólo existirá en aquellas válvulas de diámetro > 150mm.

- Tubo de protección, tapa y cubierta: polietileno PE según las especificaciones de la norma UNE-EN 12201:2012.
- Eje: acero galvanizado conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2023 con un espesor mínimo y medio no inferior al indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2023.
- Acoplamiento: fundición dúctil galvanizada conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2023.
- Muelle: acero inoxidable.

Trampillón

- Cuerpo: polietileno de alta densidad.
- Tapa: fundición gris EN GJL200 (GG-20) conforme la norma UNE-EN 1561:2012.
- Tornillería: acero inoxidable A2.
- Inscripción: Nylon 6.6 grado S 223 F.
- Normalización: dimensiones según DIN 4059
- Ensayos: resistencia de carga cíclica según EN 7057, carga 5.000 kg, ciclos 8.000, resistencia a la carga continua 82,5 KN.

✚ Revestido

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Precalentamiento hasta 200 grados.
- Revestido electrostático interno y externo con resina epoxi en color azul RAL 5017 con un espesor mínimo de 150 micras según la norma DIN 30677. Acabado exterior en poliuretano alifático de color azul RAL 5017.

✚ 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	Nm
50	40
65	60
80	60
100	80
125	80
150	80
200	120
250	180
300	200

✚ Resistencia mecánica

- Resistencia de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión.
- Resistencia del obturador a la presión diferencial.
- Resistencia de las válvulas a la flexión.
- Resistencia de las válvulas al esfuerzo de maniobra.

✚ Estanqueidad

- Estanquidad de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión:
 - Estanquidad a la presión interior.
 - Estanquidad a la presión exterior.
- Estanquidad del asiento:
 - Estanquidad del asiento a una presión diferencial elevada.
 - Estanquidad del asiento a una presión diferencial baja.
- Par máximo para la maniobra y la estanquidad.

2.51.2. CONTROL DE CALIDAD

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

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1074, no será necesario realizar un control de calidad de las válvulas. Será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y realizará los ensayos y el marcado expuestos en el presente pliego para las válvulas de mariposa ranuradas.

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

2.52. VÁLVULAS DE MARIPOSA EMBRIDADAS

Las válvulas de mariposa cumplirán las siguientes especificaciones:

- Directiva 2014/68/UE (traspuesta por el RD 709/2015, de 24 de julio) para los fluidos del grupo 2.
- Distancia entre caras según la norma UNE-EN 558:2022, serie 20.
- Serán de eje y mariposa centrado y anillo envolvente.
- El accionamiento será mediante motor reductor y prolongación del cuello de la válvula hasta superficie. El accionador será compatible para poderle alimentar con un grupo eléctrico directo y poseerá un mando local integrado en las válvulas enterradas.
- La prolongación estará formada por un tubo exterior mecanosoldado con protección IP-68 que incorporará eje de arrastre de una sola pieza, asegurando la transmisión del par de maniobra del accionador de la mariposa.
- El acoplamiento entre bridas será conforme a la norma UNE-EN 1092-1-2:2019:1998 (ISO 7005-2) PN 6, PN 10 y PN 16. Cuerpo con bridas caras planas.
- La pletina para acoplamiento del actuador será conforme a UNE-EN ISO 5211:2018

Los materiales de las válvulas serán de calidad igual o mayor de lo especificado a continuación.

■ Cuerpo

Fundición nodular ASTM gr 60.40.18/ EN-JS1030 (EN-GJS 400-15, GGG-40), conforme la norma UNE-EN 1563:2019.

■ Eje de accionamiento

- Centrado de acero inoxidable, X30Cr13 conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, (ASTM A 276 gr 420/AISI 420/14.029).
- En las válvulas enterradas el eje se prolongará 1,3 m sobre el que irá situado el desmultiplicador y actuador eléctrico.

■ Mariposa

- Acero inoxidable, X2CrNiMo17-12-3 conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, (ASTM A 351 gr.CF8M/ AISI 316/1.4408).
- Lenticular, centrada y simétrica respecto al eje de giro. Tendrá el mismo nivel de estanqueidad en las dos direcciones de flujo. La mariposa estará unida al eje mediante un mecanizado interno y no con pasadores exteriores que estén en contacto con el agua.

■ Anillo

EPDM para agua potable. Continuo no vulcanizado al cuerpo y coincidente en forma, con un acanalado interior de la válvula que sirve de cuna al anillo.

▶ Junta tórica

Caucho nitrílico NBR dureza IRHD70, conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:99:2002:2006.

■ 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.
- Pintado: primera capa de pintura epoxi-zinc, con espesor mínimo de 50 micras, segunda capa de laca acrílica de poliuretano con espesor mínimo de 80 micras, RAL

5012 para válvulas enterradas y RAL 5017 para las válvulas de la estación de bombeo. El espesor final medio no será inferior a 130 micras. En el caso de válvulas enterradas, se pintarán conforme a la ISO 12944-5 para un entorno 3 de válvula enterrada con espesor final de 450 micras (aplicada en dos a cuatro capas de pintura).

2.52.1. CONTROL DE CALIDAD

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

El marcado de las válvulas cumplirá lo especificado en el presente pliego para válvulas de mariposa ranuradas.

Si el fabricante posee Certificado de Calidad de Producto conforme la norma UNE-EN 1074 aportará los resultados de los ensayos obtenidos con cada envío de válvulas, en caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 y realizará los ensayos expuestos en el presente pliego para válvulas de mariposa ranuradas.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado para piezas metálicas.

2.53. DESMULTIPLICADORES

Los desmultiplicadores cumplirán las especificaciones siguientes:

- Grado de protección IP-68 conforme la norma CEI-60529:2001.
- Mantenimiento: engrasados de por vida
- Estanqueidad: garantizada por juntas tóricas en todos los puntos.
- Par: variable adaptándose a las necesidades de la válvula.
- Cáster: fundición en una sola pieza.
- No existencia de contactos metal-metal, ni siquiera en tornillería.
- Cinemática tuerca corredera y biela.

Los materiales de los desmultiplicadores serán de calidad igual o mayor de lo especificado a continuación.

Cárter y tapa

Fundición nodular JS 1030 (GGG-40) conforme la norma UNE-EN 1563:2019.

Eje de maniobra

Acero fosfatado

Tuerca de maniobra

Fundición nodular EN-JS 1060, conforme la norma UNE-EN 1563:2019, o bronce.

Junta

Nitrilo.

Revestido

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Pintado: primera capa de cataforesis, con espesor mínimo de 25 micras, segunda capa de laca acrílica de poliuretano con espesor mínimo de 80 micras, RAL 5012 para válvulas enterradas y RAL 5017 para las válvulas de la estación de bombeo, el espesor final medio no será inferior a 105 micras.

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

El control del revestido se realizará conforme lo especificado para piezas metálicas.

2.54. ACTUADORES

La calidad de los materiales del actuador será igual o superior a lo especificado a continuación.

Diseño

- El actuador para las válvulas enterradas se podrá alimentar con un grupo electrógeno directo y poseerá mando local integrado y será del tipo aumamatic o similar.
- Grado de protección IP-68.
- La pletina para acoplamiento del actuador será conforme a UNE-EN ISO 5211:2018.
- El par de salida del actuador en función del diámetro de la válvula a accionar cumplirá la siguiente tabla:

DIÁMETRO NOMINAL (mm)	PAR DE SALIDA (Nm)
450	4000
500	4000
600	4000
700	4000
800	8000
900	8000
1000	8000
1200	16000
1400	16000

Carcasa actuador

Fundición gris EN-GJL-250 (GG-20), conforme la norma UN-EN 1561:2012.

Sinfin actuador

Acero forjado, 42CrMo4V conforme la norma DIN.

Cuerpo motor

Aluminio EN AC-44100 (GD-AISI12), conforme la norma UNE-EN 1706:2011.

Volante actuador

Aluminio EN AC-42000 (GK-AISI10Mg), conforme la norma UNE-EN 1706:2011.

■ Revestido

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Pintado: primera capa de imprimación de un componente, segunda capa de pintura de poliuretano con óxido de hierro color RAL 9007, el espesor final medio no será inferior a 80 micras.

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

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

2.55. VÁLVULAS DE RETENCIÓN

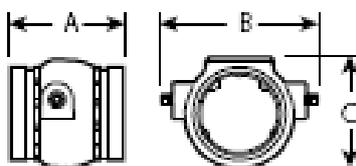
■ Diseño:

- Válvulas: Directiva 2014/68/UE (traspuesta por el Real Decreto 709/2015) para los fluidos del grupo 2, distancia entre caras según la norma UNE-EN 558:2022.
- Bridas: no lleva, son ranuradas compatible con el sistema Victaulic o similar.
- Presión de servicio: 100 m.c.a.
- Cierre total de la válvula de diámetro ≤ 300 mm: 1,5 m.c.a.
- Cierre total de la válvula de diámetro > 300 mm: 157 m.c.a.

2.55.1. VÁLVULAS DE RETENCIÓN DE DIÁMETRO ≤ 300 MM

La calidad de los materiales será igual o superior a lo especificado a continuación.

■ Dimensiones y pesos máximos



Diámetro exterior (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Peso (kg)
273	432	305	180	45,5
323	495	356	206	63,5

Cuerpo

DIN 1693 GGG-50. / ASTM A-536-72: grado 65-45-12 / UNE-EN 1563:2019 SS-32 / EN-JS 1050 conforme la norma UNE-EN 1063:2000.

Juntas

EPDM grado E.

Asiento del cuerpo

Aleación de níquel con soldado integral al cuerpo.

Discos

DIN 1693 GGG-50. / ASTM A-536-72: grado 65-45-12 / UNE-EN 1563:2019 SS-32 / EN-JS 1050 conforme la norma UNE-EN 1063:2000.

Eje

Acero inoxidable AISI-316.

Obturador del eje

Acero ASTM A-576, cadmiado conforme QQ-P-416A clase 3 tipo 2.

Tapón de tubo

Acero al carbono cincado conforme la norma ASTM B-633.

Muelle

Acero inoxidable tipo 302/304.

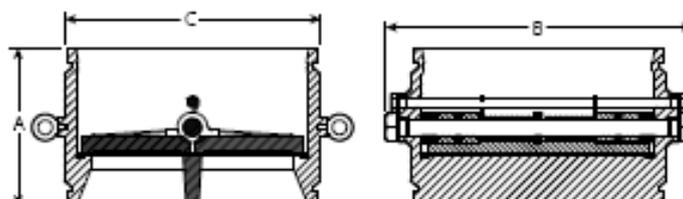
Revestido

- Preparación de la superficie: granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Pintado: capa de pintura al agua en color RAL 5017, el espesor final medio no será inferior a 150 micras.

2.55.2. VÁLVULAS DE RETENCIÓN DE DIÁMETRO > 300 MM

La calidad de los materiales será igual o superior a lo especificado a continuación.

▣ Dimensiones y pesos máximos:



Diámetro exterior (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Peso (kg)
406	305	505	416	73
508	368	628	518	91
609,6	394	732	620	190

▣ Cuerpo

Fundición dúctil ASTM A-395.

▣ Asiento

EPDM grado E.

▣ Discos

Acero inoxidable AISI 304.

▣ Eje

Acero inoxidable AISI 304.

▣ Revestido:

- Preparación de la superficie: granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Pintado: capa de pintura al agua en color RAL 5017. El espesor final medio no será inferior a 150 micras.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente, conforme la norma UNE-EN 1074, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante realizará los ensayos y el marcado según lo dispuesto en el presente pliego para válvulas de mariposa ranuradas.

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

El control del revestido y de ranurado se realizará conforme lo expuesto en el presente pliego para piezas metálicas.

2.56. VÁLVULAS DE ALIVIO

La calidad de las válvulas de alivio será igual o superior a lo especificado a continuación.

Diseño

- Las válvulas cumplirán la Directiva 2014/68/UE (traspuesta por el Real Decreto 709/2015) para los fluidos del grupo2.
- Las bridas serán de caras planas y cumplirán lo especificado en la norma UNE-EN 1092-1:2019 y UNE-EN 1092-2:1998 y la distancia entre caras según la norma UNE-EN 558:2022.
- La pletina para acoplamiento del actuador será conforme a UNE-EN ISO 5211:2018.

Cuerpo y tapas

Fundición gris ASTM-126 Clase B.

Soportes, disco de asiento, camisas, válvulas, tornillos y tuercas

Fundición de bronce ASTM B-62.

■ Revestido

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Pintado con dos capas de pintura epoxi en color RAL 5017, el espesor final medio no será inferior a 150 micras.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto conforme la norma UNE-EN 1074, será suficiente con la documentación acreditativa del mismo, en caso contrario realizará los ensayos según lo dispuesto en el presente pliego para válvulas de mariposa ranuradas.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, en caso contrario con cada envío el fabricante aportará las probetas o elementos completos necesarios para realizar dicho control por parte del Contratista.

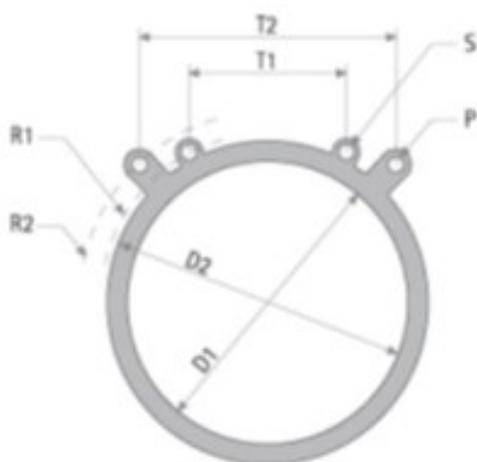
El marcado de las válvulas de alivio cumplirá lo especificado en el presente pliego para las válvulas de mariposa ranuradas.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado para piezas metálicas.

2.57. JUNTAS DE NEOPRENO

Las juntas de neopreno se emplearán en todas las uniones entre bridas planas de los elementos de la Estación de Bombeo, colectores, válvulas, caudalímetro etc...

■ Dimensiones



DN	D1	D2	E	P	R1	R2	S	T1	T2
500	Ø500	Ø576	5	Ø32	305	325	Ø26	282	463
600	Ø600	Ø675	5	Ø35	360	375	Ø29	320	536
700	Ø700	Ø790	6	Ø35	418	414	Ø29	320	508
800	Ø800	Ø890	6	Ø37	468	468	Ø32	362	577
900	Ø900	Ø990	6	Ø37	517	517	Ø32	559	752

DN= Diámetro nominal
D1= Diámetro interior
E= Espesor
P= Diámetro Taladro

R1= Radio posición taladro (S)
R2= Radio posición taladro (P)
T1= Distancia entre centros (S)
T= Distancia entre centros (P)

❏ Juntas

Las juntas serán de neopreno de dureza 70 IRHD y conformes con la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:99/2002/2006.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:99/2002/2006, en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente, para los diámetros y presiones del presente proyecto. Será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y aportará en el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

2.58. JUNTAS DE ESTIRENO BUTADIENO

Las juntas de estireno-butadieno se emplearán en todos los apoyos de los colectores. Se colocarán 1,40 m de junta entre el apoyo del colector y el colector.

❏ Diseño

- Espesor: 4 mm.
- Resistividad eléctrica: buena.
- Resistencia a impactos: buena.

■ Juntas

La calidad de las juntas deberá ser igual o superior a la especificada en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad	1,5 g/cm ³	-
Alargamiento	250%	UNE-ISO 37:2013
Carga de rotura	3 MPa	UNE-ISO 37:2013
Dureza	65 SHORE A	UNE-EN ISO 868
Envejecimiento térmico: 72 horas a 72°C	+2 Shore A +11% tracción -12% alargamiento	UNE-ISO 37:2013

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad ISO 9001 y garantice las especificaciones de las juntas de estireno-butadieno del presente pliego mediante ensayos realizados en laboratorios autorizados con antigüedad inferior a un año, no será necesario realizar un control de calidad de las juntas. En caso contrario, el fabricante aportará en el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

2.59. JUNTAS DE EPDM

Las juntas de EPDM (Caucho sintético Etileno Propileno) se emplearán en todas las uniones entre bridas planas de los elementos de la Red de Riego, ventosas, válvulas, piezas especiales etc.

■ Juntas

- Las juntas serán de EPDM de dureza 70 IRHD y conformes con la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:99/2002/2006.
- En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto conforme a la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:99/2002/2006, no será necesario realizar un control de calidad de las juntas, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará en el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

2.60. CONTADORES

2.60.1. MATERIALES Y REVESTIDO

La calidad de los contadores será igual o superior a lo especificado a continuación.

Diseño

- Directiva 2014/68/UE (traspuesta por el RD 709/2015, de 24 de julio) para los fluidos del grupo 2.
- Directiva 2011/17/UE de 9 de marzo de 2011.
- Cumplirán lo especificado en el Real Decreto 244/2016, de 3 de junio, por el que se desarrolla la Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología. Bidas

No lleva, sistema VICTAULIC o similar.

El contador cumplirá las siguientes características:

- Clase metrológica B.
- Error máximo admisible entre el caudal mínimo y el caudal de transición: +-5%.
- Error máximo admisible entre el caudal de transición y el caudal máximo: +-2%.
- Precintados de forma tal que impida, tanto antes como después de la instalación correcta del contador, el desmontaje o la modificación del contador o de su dispositivo de regulación, sin deterioro de dicho precinto.
- Equipado con mecanismos de medida intercambiables en el sitio sin que sea necesaria su recalibración y sin que se vean afectadas sus características metrológicas.

Indicador de volumen

Conforme la Orden Ministerial de 28-12-1988 y cumplirá las siguientes características:

- Fácilmente legible, segura y sin ambigüedades visuales.
- El volumen de agua se indicará en metros cúbicos.
- El símbolo “m³” aparecerá en la esfera del indicador o inmediatamente junto al número indicado.
- Los colores a utilizar serán negro para el metro cúbico y sus múltiplos y el rojo para los submúltiplos de metro cúbico.

■ Características de los materiales

▶ Cuerpo y tapa

Fundición dúctil ASTM A 536 gr 65-45-12, conforme la norma ASTM., ENJS1040 conforme la norma UNE-EN 1563.

▶ Junta

NBR ranurada.

▶ Tornillería

Acero inoxidable X5CrNi18-10 (AISI 304), conforme la norma UNE-EN 1563:2019.

▶ Hélice

Plástico.

▶ Rodamientos

Plástico.

▶ Revestido

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Calentamiento de la pieza a temperaturas entre 220°C y 230°C durante una hora.
- Pintado: recubrimiento en polvo epoxi-poliéster con espesor mínimo de 200 micras, excepto las partes internas mecanizadas con un espesor mínimo de 50 micras, en color azul RAL 5010.
- Tostado:
 - Las piezas de hasta 4" se someterán a temperaturas entre 210°C y 215°C con una velocidad de circulación de 45 cm/min.
 - Las piezas de 6" o de mayores dimensiones se someterán a temperaturas entre 210°C y 215°C con una velocidad de circulación de 40 cm/min.

■ Marcado

Todos los contadores estarán marcados de forma visible e indeleble con la siguiente información:

- Nombre o marca del fabricante.
- Clase metrológica y el caudal nominal expresado en metros cúbicos por hora.

- El año de fabricación y el número de contador, separados inequívocamente.
- Una o dos flechas que indiquen el sentido del flujo.
- El signo de aprobación del modelo o, en su caso, de aprobación de modelo CEE.
- La presión máxima de servicio en bar, en el caso de que sea superior a 10 bar.
- La letra V o H, si el contador sólo puede utilizarse en la posición vertical (V) u horizontal (H).

2.60.2. CONTROL DE CALIDAD

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de los materiales metálicos y Certificado de Producto del resto de los materiales conforme la normativa expuesta en el presente pliego, no será necesario realizar un control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y aportará con el primer envío 3 elementos completos o probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para la realización de los ensayos que la empresa ejecutora considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y del ranurado se realizará conforme lo expuesto en el presente pliego para piezas metálicas. Las verificaciones periódicas según Orden ICT/155/2020.

El fabricante realizará los ensayos que se indican a continuación conforme las normas UNE-EN 4064 y UNE-EN 14268.

Pruebas de fábrica

Deberán reproducirse en el banco de ensayos las condiciones de instalación del contador en hidrante, junto con el resto de elementos.

Los contadores se probarán con el fin de comprobar la precisión de los mismos. No sólo se observará la estanquidad sino la calidad de funcionamiento del contador y emisor de pulsos.

Los bancos de pruebas estarán preparados para poder realizar ensayos reproduciendo las siguientes condiciones:

- Según indique la Dirección de Obra (D.O.), instalación del contador aislado y/o en el conjunto hidrante con el resto de elementos, y en el correcto orden de disposición.

- Según indique la D.O., se deberán reproducir geoméricamente las condiciones de entrada de las tuberías que conectan con la línea del hidrante, respetando materiales, diámetros interiores, así como elementos de conexión entre los mismos.

Los márgenes de caudal y presión serán los suficientes como para realizar todos los ensayos previstos en este protocolo.

Los aparatos de medidas deberán estar verificados por una empresa homologada por el Organismo pertinente. La Dirección de Obra podrá contrastar los aparatos del banco.

Todos los contadores serán sometidos a una inspección visual general con el fin de detectar posibles desperfectos. En el caso de existir no conformidades se registrarán para poder revisar la subsanación del problema.

Todos los contadores deberán llevar una etiqueta en donde se refleje:

- Modelo
- Descripción
- Nº de serie
- Fecha de fabricación

En todos los contadores, y en lugar visible, se marcarán los siguientes datos:

- Nº del contador (indicación de la D.O.)
- Caudal nominal de trabajo (Q3) en m³/h o l/s

En al menos tres contadores de cada diámetro y presión se obtendrán las medidas geométricas: Diámetro de la ranura, diámetro de la sección interior, altura del contador, ancho del mismo, etc...

Todos los dispositivos de contaje estarán debidamente precintados, de manera que no puedan ser manipulados fácilmente, y en caso contrario quede constancia de ello.

Las pruebas se efectuarán sobre lotes de cada diámetro sorteados por la Dirección de obra, y se incluirán cuatro contadores de cada lote de cincuenta contadores o fracción. El número de contadores de cada lote y los de prueba se podrán alterar conforme a las exigencias de la obra.

La prueba del contador y del emisor de pulsos será la siguiente: Se comparará el volumen medido en el hidrómetro y el medido en el contador o volumen de referencia. El resultado es satisfactorio si el resultado es de $\pm 2\%$ del volumen del contador o volumen de referencia. La prueba se realizará con un volumen de 10 m³ de agua en los de 8", 5 m³ de agua en los de 6" y 2 m³ de agua en los de 4" y 3". Al mismo tiempo que se realiza la

prueba del contador se comprobará que el emisor de pulsos funciona con el ratio previsto de pulsos/Ud. de volumen.

La aceptación de los lotes precisa del siguiente cumplimiento:

- Que los cuatro contadores cumplan satisfactoriamente la prueba.
- Que el incumplimiento de la prueba de tan sólo uno de los contadores, los cuatro contadores del lote extraídos en un segundo muestreo cumplan satisfactoriamente todas las pruebas.
- Según indique la Dirección de Obra, si se incumplen los anteriores puntos se obligará al proveedor a volver a calibrar todos los contadores o todo el lote de contadores quedará rechazado, prescribiéndose todo él para instalación en obra.

2.61. CAUDALÍMETROS ELECTROMAGNÉTICOS

Los caudalímetros cumplirán como mínimo las siguientes características.

Diseño

- Directiva 2014/68/UE (traspuesta por el Real Decreto 709/2015) para los fluidos del grupo 2.
- Bridas de caras planas conforme la norma UNE-EN 1092-1:2019 y UNE-EN 1092-2:1998 Distancia entre caras según la norma UNE-EN 558:2022 serie 20.
- Clase metrológica B.
- Error máximo admisible entre el caudal mínimo y el caudal de transición: +- 5%.
- Error máximo admisible entre el caudal de transición y el caudal máximo: +- 2%.

Sensor electromagnético

El sensor electromagnético cumplirá lo especificado a continuación:

- Diseño: sensor magnético-inductivo provisto de sistema inteligente de identificación Sensorprom.
- Ejecución: compacta o con el amplificador separado del tubo mediante kit mural.
- Conexión: bridas PN 10 conforme la norma UNE-EN 1092-1-2:2019:1998 (ISO 7005-2).
- Protección ambiental: IP 67.
- Alcance de medida máximo: a velocidad de flujo de 10 m/s.
- Alcance de medida mínimo: a velocidad de flujo de 0,25 m/s.
- Temperatura de trabajo: -5 a +70 °C.
- Electrodo de puesta a tierra y de medida: incorporado.
- Material de los electrodos de puesta a tierra y de medida: Hastelloy C276.
- Material del tubo de medida: acero inoxidable AISI 304.
- Material de las bridas y la carcasa: acero al carbono ASTM 105.

- Revestido interior de los tubos y bridas: goma dura NBR.
- Revestido exterior bridas y carcasas: epoxy.
- Pasacables: rosca M20x1,5.

✚ Convertidor

El convertidor cumplirá lo especificado a continuación:

- Diseño: convertidor magnético-inductivo, con autodiagnóstico, apto para servicio de recetas, para conectar a los tubos de medida con campo magnético de corriente continua chopeada.
- Formato: en carcasa campo, para montaje sobre el tubo o en la pared.
- Dirección de medida del flujo: uni o bidireccional, a elección.
- Precisión de medida: 0,25 % del caudal.
- Protección ambiental: IP 67.
- Salida analógica: 1 de 0/4 a 20 mA.
- Capacidad de carga: hasta 800 Ohmios.
- Salida digital: 1 de frecuencia de 0 a 10 KHz.
- Salida de pulsos: 1 activa y 1 pasiva para conectar a totalizadores externos o entradas de PLC.
- Entrada digital: 1 para arranque o puesta a cero de los totalizadores internos.
- Salida de relé: 1 contacto conmutado para señalización de valor límite o estados de funcionamiento.
- Comunicaciones posibles: Hart, Profibus PA o DP, Modbus RTU/RS485, CANopen y DeviceNet
- Totalizadores: incluidos 2 de 8 dígitos para flujo, reflujo y neto.
- Posibilidad de añadir módulos de comunicación.
- Indicador local: incluido, retroiluminado, alfanumérico, con 3 líneas de 20 caracteres en 11 idiomas seleccionables.
- Identificación de tubo vacío: incluida.
- Función batch: incluida
- Alarmas de flujo: incluidas 2.
- Ajuste del cero: automático.
- Alimentación: 115/230 V.c.a., 50/60 Hz.
- Material de la carcasa: poliamida reforzada con fibra de vidrio.

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 de empresa y demostrará documentalmente el cumplimiento de las especificaciones de diseño del presente pliego.

Si el fabricante posee Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el

control de calidad de los materiales. Será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, 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 presente pliego.

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

2.62. FILTRO DE CADENAS

La calidad de los materiales de los filtros de cadenas será igual o superior a lo especificado a continuación.

🔲 Chapas y perfiles metálicos

Acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR, conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006:2020.

🔲 Tubos

Acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR, conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006:2020. Las dimensiones y masas de los tubos cumplirán la norma UNE-EN 10220:2004.

🔲 Tela metálica

Acero inoxidable X5CrNi18-10 (AISI 304) conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, con paso de 1,5 mm.

🔲 Cadena

Acero galvanizado conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2023, la calidad del cinc empleado será de calidad UNE-EN 1179:2004.

🔲 Boquillas

Latón.

🔲 Tornillería

Acero inoxidable tipo AISI 304 A2, conforme la norma UNE-EN ISO 3506.

Revestido

▶ **Elementos metálicos sumergidos**

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.
- Pintado con brea-epoxi de color negro y espesor medio de 250 micras.

▶ **Elementos incorporados**

Sobre la pintura origen del fabricante se aplicará una capa de pintura tipo epoxi de alto cuerpo y una capa de poliuretano alifático de color azul RAL 5007. El espesor medio total no será inferior a 125 micras.

▶ **Elementos galvanizados**

Galvanizado en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2023. Espesor medio y espesor local no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2023.

Marcado

Sobre la carcasa de cada filtro, de forma indeleble, se indicarán como mínimo las siguientes características:

- Diámetro de la brida.
- Gasto máximo y gasto recomendado.
- Tipo de protección
- Grado de filtrado.
- Presión máxima de trabajo.
- Marca, modelo y fabricante

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

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

2.63. TORNILLOS SINFIN

La calidad de los materiales del tornillo sinfín será igual o superior a lo especificado a continuación.

Tornillo sinfín

Acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2:2006:2020.

Revestido

El proceso de pintado comprenderá las siguientes fases:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ , conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Revestido con brea-epoxi con un espesor medio de 250 micras.

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

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

2.64. COMPUERTAS

2.64.1. COMPUERTAS

La calidad de los materiales de las compuertas será igual o superior a lo especificado a continuación.

Diseño

- Pletina para conexión con actuador conforme a la norma UNE-EN ISO 5211:2018.
- Husillo ascendente.
- Fijación a la pared mediante pernos de expansión de acero inoxidable tipo HILTI o similar.
- Sellada por los 4 lados.

■ **Perfiles, marco, tablero, columna, pasamanos del carril, pletinas, tornillería**

Acero inoxidable tipo 14301 (AISI 304) conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015.

■ **Husillo**

Acero inoxidable tipo AISI 303.

■ **Carril de rodadura**

Polietileno de alta densidad.

■ **Tuerca de arrastre**

Latón.

■ **Junta de estanqueidad**

EPDM dureza Shore 60 conforme la norma UNE 681-1.

■ **Acabado**

Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.

2.64.2. DESMULTIPLICADORES

La calidad de los materiales de los desmultiplicadores de las compuertas será igual o superior a lo especificado a continuación.

■ **Diseño**

- Mantenimiento: engrasados de por vida.
- Estanqueidad: garantizada por juntas tóricas en todos los puntos.
- Grado de desmultiplicación 4:1.
- Cáster: fundición en una sola pieza.
- No existencia de contactos metal-metal, ni siquiera en tornillería.

■ **Eje**

Acero para temple y revenido tipo 17225 (42CrMo4V) conforme la norma UNE-EN ISO 683-1:2019.

■ **Cuerpo**

Fundición nodular JS 1030 (GGG-40) conforme la norma UNE-EN 1563:2019.

Revestido

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.
- Pintado: primera capa de imprimación de un componente, segunda capa de pintura de poliuretano con óxido de hierro, el espesor final medio no será inferior a 80 micras.

2.64.3. CONTROL DE CALIDAD

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

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

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

2.65. BOMBAS

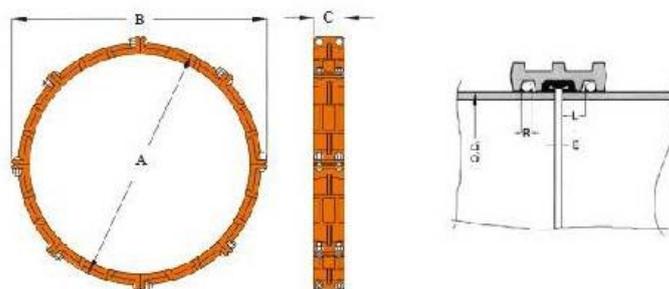
Las bombas de la estación de bombeo serán verticales, centrífugas. El diseño de todos los componentes de la bomba se ajustará a las especificaciones recogidas en la norma UNE-EN ISO 9905:99 ó 9906:2012 Grado I.

Las características de las bombas y sus dimensiones cumplirán lo especificado en el correspondiente anejo y planos del presente proyecto.

Las bombas funcionarán a 1485 rpm.

El rendimiento a régimen máximo y a una altura de 79 m.c.a. tiene que superar el 82 % en el caso de los equipos pequeños, y de un 85% en el caso de los equipos grandes.

Las uniones de las bombas al colector de aspiración y de impulsión cumplirán las siguientes características:



Tamaño nominal (mm)	Máxima presión de trabajo (bar)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Separación final de la tubería E (mm)
250	40	306	380	83	4.8
300	40	369	450	86	4.8
400	35	455	547	93	6.4
500	35	570	660.1	110	9.5
600	35	690	762	123	9.5
700	28	806	902	171	12.7
800	28	908	1003	171	12.7
900	24	1010	1103	171	12.7
1000	20	1135	1229	198	15.9

2.65.1. MATERIALES Y REVESTIDO

La calidad de los materiales será igual o superior a lo especificado a continuación.

❑ Cuerpo

Fundición gris: GG-25 / EN-GJL 250 conforme la norma UNE-EN 1561:2012

❑ Impulsor

Bronce rojo B 584 C 83600 según la norma ASTM.

❑ Aro rozante del cuerpo

Bronce rojo B 584 C 93800 según la norma ASTM.

❑ Aro rozante del impulsor

Bronce rojo B 584 C 83600 según la norma ASTM.

❑ Camisa del eje

Bronce rojo B 584 C 83600 según la norma ASTM.

✚ Eje

Acero al carbono AISI 4140.

✚ Bancada

Acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR según la norma UNE-EN 10025-1:2006.

✚ Revestido de bombas

- Preparación de la superficie: granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Imprimación: antioxidante rico en zinc con espesor mínimo de 45 micras.
- Pintado: resina epoxi en color azul RAL 5017 con espesor mínimo de 45 micras.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN ISO 9905:99 o 9906:2012, no será necesario realizar un control de calidad de las bombas, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado y realizará los ensayos que se indican en el apartado correspondiente del presente pliego, conforme la norma UNE-EN ISO 9905 o UNE-EN ISO 9906:2012 Grado I.

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

El control del revestido y del ranurado de las bombas se realizará conforme lo expuesto en el presente pliego para piezas metálicas.

2.65.2. MARCADO

Todas las bombas presentarán una placa de identificación, de material resistente a la corrosión, fijada de forma firme y segura a la bomba. Además, indicarán mediante una flecha en relieve de construcción duradera e indeleble el sentido de giro de la misma.

Como mínimo dicha placa especificará lo siguiente:

- Nombre o marca comercial.
- Dirección del fabricante/suministrador
- Número de identificación de la bomba
- Tipo de bomba
- Tamaño
- Caudal
- Presión (m.c.a)

El número de serie de la bomba también estará estampado en la envoltura de la bomba.

2.66. MOTORES

La calidad de los materiales del motor será igual o superior a lo especificado a continuación.

Diseño

- Tensión de trabajo 400/690 V trifásico más neutro
- Frecuencia de trabajo 50 Hz
- Régimen de trabajo máximo de 1500 rpm
- Altitud de trabajo de 780 m sobre el nivel del mar
- Grado de protección superior a IP 55
- Eficiencia tipo IE1.
- Aislamiento clase F
- Calentamiento tipo B
- Rendimiento a 100% del Régimen superior al 95 %
- Factor de potencia inferior al 0,75 en arranques y próximo a 0,84 en funcionamiento estable
- Nivel de ruido a 100% inferior a 80 dB
- Devanados y características necesarias para trabajo con variador de frecuencia (los motores que lo necesitan).
- Rodamientos de bolas.
- Sondas PT-100 en cada uno de los devanados de cada fase.
- Sondas PT-100 de 3 hilos en los cojinetes delanteros y traseros.
- Resistencias de caldeo.
- Los motores de potencia superior o igual a 110 kW presentarán el rodamiento trasero aislado o escudo aislado.

El diseño de todos los componentes del motor se ajustará a las especificaciones recogidas en las normas NEMA o en las normas IEC.

Cuerpo del motor

Fundición de hierro. EN-GJL 200 (GG-20), conforme la norma UNE-EN 1561:2012.

Eje

Acero al carbono AISI/SAE 1045.

Tarjeta de identificación

Acero inoxidable SAE 1600.

Revestido

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Pintura en polvo epoxi-poliéster en color azul RAL 5017 de 150 micras de espesor de película seca.
- Polimerizado al horno hasta 210° C.

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

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de los materiales metálicos 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 probetas de 15x15cm o 3 elementos completos de cada tipo de material de los que no aporte el certificado correspondiente, para la realización de los controles oportunos por parte del Contratista.

En cuanto la soldadura y revestido cumplirán lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

El motor contará con una placa de identificación resistente a la corrosión y fijada firme y seguramente al motor. En ella como mínimo se indicará la potencia del motor, el nombre del fabricante y el número de identificación.

2.67. COLECTORES

La calidad de los materiales de los colectores, incluso de los apoyos de los mismos, serán igual o superior a lo especificado a continuación.

Tuberías y chapas para la fabricación de otros elementos

Acero al carbono S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006:2020. Las dimensiones y masas de los tubos cumplirán la norma UNE-EN 10220:2004.

Bridas

Acero al carbono S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006:2020. Las dimensiones de las bridas cumplirán la norma UNE-EN 1092-1:2019 y UNE-EN 1092-2:1998.

Tornillería

Tornillos de calidad 8.8, cincados, conformes con la norma UNE-EN ISO 898-1:2015.

Tuercas de calidad 8 cincadas, conformes con la norma UNE-EN ISO 898-2:2023.

Arandelas de calidad 8 cincadas, conformes con la norma UNE-EN ISO 887:2000.

Juntas de estanqueidad

Dureza IHRD 70 conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:99/2002/2006.

Revestido

El proceso de pintado comprenderá las siguientes fases:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Revestido interior: pintura en polvo epoxi-poliéster de 120 micras de espesor, en color azul RAL 5017.
- Revestido exterior: primera capa de pintura epoxi-poliamida de 80 micras de espesor, segunda capa de poliuretano alifático de 2 componentes de 40 micras de espesor en color azul RAL 5017.
- La cara plana de todas las bridas de los colectores y de las piezas variables estará mecanizada y sin pintar.

Fabricación

En la fabricación de tubería no comercial, esta se realizará en longitudes mínimas de tres metros, realizando la preparación de bordes adecuada para la unión de los respectivos carretes, todo esto de acuerdo a las longitudes exigidas en la obra.

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

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

En el caso de que el Director de Obra exija que los colectores sean soldados en obra en lugar de embridados como se especifica en el presente pliego, las soldaduras serán de calidad radiográfica y se comprobará el 25% de la longitud de los cordones de soldadura mediante ensayos radiográficos realizados en obra.

2.68. PUENTE GRÚA

El puente grúa de la Estación de Bombeo cumplirá como mínimo lo especificado a continuación.

Diseño

- Clasificación del puente grúa FEM: M5.
- Clasificación de la estructura: grupo A4.
- Revoluciones por minuto en el mecanismo de elevación: 1500/500 rpm.
- Flecha máxima admisible en las dos vigas principales, tomada entre ejes verticales de ruedas del mismo lado: 1/1000 de dicha distancia.
- Motor de freno rotor en cortocircuito para utilizar en elevación. Protección IP55.
- Freno electromagnético de accionamiento instantáneo por cese de corriente a través de ferodo de disco.
- Reductor de elevación formado por engranajes helicoidales en constante baño de aceite. Coronas y piñones en acero de cementación.
- Tambor de palastro de longitud suficiente para que en la posición más baja queden enrolladas como mínimo tres espiras de seguridad.

- Mecanismo de traslación formado por 4 ruedas.
- Guía cable.
- Aparejo y gancho de acero forjado suspendido de cruceta del mismo material, poleas de acero laminado con garganta profunda para el cable que gira sobre rodamientos.
- Final de carrera accionado por el guía cable
- Equipo eléctrico en armario compacto, botonera por radio control y botonera colgante.
- Mecanismos de traslación formados por testers equipados motor reductor con engranajes helicoidales en constante baño de aceite, dos ruedas que giran sobre rodamientos.
- Las dimensiones del puente grúa, recorrido máximo del cable y carga máxima: según plano y anejos correspondientes.

Puente grúa

Poseerá Declaración de Conformidad CE conforme a la normativa vigente, tanto del propio puente como de la parte eléctrica.

El fabricante poseerá Certificado de Calidad de empresa ISO 9001, en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Administración competente. En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 del elevador eléctrico, motor, cables de acero, polipasto y gancho, 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 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los elementos de los que no aporte el certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

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

2.69. ESTRUCTURA METÁLICA

2.69.1. MATERIALES Y REVESTIDO

La calidad de los materiales será igual o superior a lo especificado a continuación.

Perfiles

Acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2:2006:2020 y estará de acuerdo, en todo lo que le afecte, con lo prescrito en el punto 2.1 de la norma NBE EA-95.

✚ Tornillos, tuercas y arandelas

Las características de la tornillería a emplear se ajustarán a lo prescrito en el punto 2.5 de la norma NBE EA-95.

Se usarán tornillos cincados de alta resistencia tipo 10.9 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015, tuercas cincadas tipo 10.9 conforme la norma UNE-EN ISO 898-2:2023 y arandelas cincadas tipo A 300 HV conforme la norma UNE-EN ISO 887:2000.

✚ Revestido

La preparación de las superficies se realizará mediante granallado hasta el grado SA 2 ½ según norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.

Una mano de imprimación antioxidante tipo fosfato de zinc con un espesor de 40 micras de película seca de la marca HEMPEL o equivalente.

Una mano de acabado en taller y retoques en obra a base de esmalte sintético con un espesor de 40 micras de película seca en color verde RAL 6005.

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

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

2.69.2. FABRICACIÓN

La estructura metálica se fabricará para ser totalmente atornillada en obra.

Sólo se podrán realizar soldaduras “in situ”, fuera de la fábrica, las uniones con las placas de anclaje.

El corte para la obtención de chapas y rigidizadores, se ejecutará con máquinas automáticas de oxicorte.

El corte de perfiles laminados se ejecutará con sierra mecánica por arranque de viruta, quedando prohibido el corte por oxicorte manual o mecánico.

Los pernos de anclaje serán roscados, queda prohibido el empalme de varilla roscada.

Los arriostrados se fabricarán con barras redondas roscadas en ambos extremos, quedando prohibido el empalme de varilla roscada.

2.70. MATERIALES METALICOS ACCESORIOS DENTRO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

2.70.1. MATERIALES Y REVESTIDO

La calidad de los materiales será igual o superior a lo especificado a continuación.

🏗️ Diseño

- Perfiles conforme el anejo 2.A1 de la NBE EA-95.
- Tornillos de cabeza hexagonal y rosca parcial conforme la norma UNE-EN ISO 4014:2023
- Tuercas hexagonales conforme la norma UNE-EN ISO 4033:2013.
- Arandelas planas conforme la norma UNE-EN ISO 7089:2000.

🏗️ Perfiles, chapas de anclaje y pletinas

Acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2:2006:2020.

🏗️ Trámex

Acero estructural al carbono-manganeso S-235-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2:2006:2020.

🏗️ Tornillos, tuercas y arandelas

▶ Tornillos

Acero cincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015.

▶ Tuercas

Acero cincado de calidad 8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-2:2023.

▶ Arandelas

Acero cincado de calidad A conforme la norma UNE-EN ISO 887:2000.

🏗️ Revestido de perfiles, chapas de anclaje y pletinas

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.

- Pintado: tratamiento anticorrosivo y esmalte en color verde navarra RAL 6005, espesor mínimo de 125 micras.

Revestido del trámex

Galvanizado en caliente por inmersión conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2023. Espesor medio y espesor local no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2023.

2.70.2. CONTROL DE CALIDAD

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

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

2.71. CUBIERTA Y CERRAMIENTO INTERIOR

Cubierta

La cubierta de la estación de bombeo se realizará con paneles sándwich tipo: plana nervada / plana nervada, 50 x 1000, PUR-A, cumplirá las siguientes especificaciones, así como las indicadas en la norma UNE-EN 14509:2014:

- Homologado por sello AENOR de empresa y producto.
- Espesor de la chapa superior e inferior 0,5 mm. Prelacadas exteriormente en color “rojo teja” RAL 7001e interiormente en color “blanco pirineos”, espesor mínimo del prelacado 25 micras.
- Núcleo de espuma rígida de poliuretano de densidad media 40 kg/m³.
- Espesor total del panel 30 mm.
- Peso máximo 10,8 kg/m².
- Panel con nervio central de refuerzo.
- Resistencia al fuego tipo bs3d0 conforme el Código Técnico de Edificación (M- 1 conforme la norma UNE 23727:90).
- Tornillería oculta mediante tapajuntas.

■ Cerramiento interior

El cerramiento interior de la estación de bombeo se realizará con paneles sándwich que cumplirá las siguientes especificaciones, así como las indicadas en la norma UNE-EN 14509:2014:

- Homologado por sello AENOR de empresa y producto.
- Espesor de la chapa superior e inferior 0,6 mm. Prelacadas exteriormente e interiormente en color “blanco pirineos”, espesor mínimo del prelacado 25 micras.
- Núcleo de espuma rígida de poliuretano de densidad media 40 kg/m³.
- Espesor total del panel 35 mm.
- Peso máximo 10,5 kg/m².
- Resistencia al fuego tipo bs3d0 conforme el Código Técnico de Edificación (M-1 conforme la norma UNE 23727:90).
- Tornillería oculta mediante tapajuntas.

■ Remates

- Espesor de la chapa 0,6 mm. Prelacada exteriormente en color “verde navarra” RAL 6005 e interiormente en color “blanco pirineos”, espesor mínimo del prelacado 25 micras.
- Dimensiones 3,5 m x 1,25 con 50 cm de fondo.

■ Lucernario

Policarbonato celular con las siguientes características:

- Espesor: 30 mm +- 0,8 mm.
- Peso: 4 kg/m².
- Color: transparente.
- Resistencia a temperatura: -40 °C a +100 °C.
- Impacto Gardner < 40 Joules.
- Impacto a cuerpos blandos: resistente conforme la norma BS 6206.
- Valor k 1,9 W/m²k
- Insonorización <= 22 dB.
- Coeficiente de dilatación térmica: 7x10⁻⁵ l/C.
- Transmisión térmica: 52% +- 5%.
- Transmisión solar: 67% +- 5%.
- Protección contra los rayos ultravioletas.
- Garantía: 10 años.

Canalones

Conformado de chapa plegada con boquillas y tapas, galvanizada de 1,5mm de espesor y 1m de desarrollo.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto conforme la norma UNE-EN 14509:2014 de los paneles y Certificado de Calidad del lucernario conforme la norma UNE-EN 1013:2013+A1:2015, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará en el primer envío 3 probetas de 15x15cm o 3 elementos completos de cada uno de los materiales de los que no posea el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

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

2.72. PANEL PREFABRICADO DE HORMIGÓN

2.72.1. NORMAS DEL PRODUCTO

Los materiales constituyentes de cualquier elemento deberán cumplir el vigente Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de Junio) y en su caso el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes" (PG-3).

Además, deberá cumplir con la norma propia del producto: UNE-EN 14992:2008+A1:2012 "Productos Prefabricados de Hormigón. Elementos para muros".

2.72.2. CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

El cerramiento se realizará con paneles prefabricados de hormigón armado, de resistencia característica HA-35, malla corrugada electro soldada y barras de refuerzo de acero de límite elástico 500 Mpa, de espesor 16 cm, macizo, acabado exterior "Árido visto normal" y fratasado gris en la cara interior, cuya calidad será igual a superior a lo especificado a continuación.

Hormigón

Cumplirá lo especificado en el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio).

Juntas

Poliuretano.

■ Revestido

Exteriormente con hormigón y acabado con árido visto normal.

Interiormente hormigón de calidad similar al especificado en el presente pliego.

Las características dimensionales y de diseño son las recogidas en los planos del presente proyecto, para cada uno de sus usos.

Los materiales constituyentes de todos los elementos prefabricados de hormigón, deberán cumplir con las especificaciones del Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio).

► Características del material

Material	Nomenclatura	Resistencia característica N/mm ²	Tensión admisible N/mm ²
Hormigón	HA 30	$F_{ck} \geq 30$	Compresión: $\sigma_c \leq 17.0$ Tracción: $\sigma_c \leq 1.93$
Armadura Pasiva	B 500 S	$F_{yk} \geq 510$	Tracción: $\sigma_c \leq 260$
Mallazo	B 500 T	$F_{yk} \geq 510$	Tracción: $\sigma_s \leq 260$
Poliestileno	Tipo I		
Perfil	ECO	$F_{yk} \geq 465$	Tracción: $\sigma_s < 360$

► Párametros

Nomenclatura	Espesor (cm)	Peso (kN/m ²)	L max (m)	EI (Estabilidad y aislamiento)	Coficiente transmisión calor (watio/°C·m ²)	Aislamiento acústico (dBA)
T20 aligerado	20	3,20	11,50	EI-30	0,83	47,21
T20 macizo	20	5,00	11,50	EI-180	3,41	47,21

2.72.3. CONTROL DE CALIDAD

Los elementos prefabricados de hormigón al estar incluidos dentro del campo de aplicación del Reglamento (UE) nº 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011 tienen como requisito indispensable para su comercialización y uso la posesión del Mercado CE.

En el caso de elementos prefabricados que dispongan del marcado CE, según lo establecido en el Reglamento (UE) nº 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, su conformidad podrá ser suficientemente comprobada, mediante la verificación de que las categorías o valores declarados en la documentación que acompaña al citado marcado CE, permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones del proyecto.

La naturaleza del producto y del uso que se le vaya a dar al mismo establece los sistemas mínimos de evaluación, siendo el sistema 4 el menos exigente, siendo el correspondiente a los paneles de hormigón. Se solicitará como mínimo:

- Mercado CE (Etiquetado CE).
- Declaración CE de Conformidad: Documento que emite y responsabiliza al fabricante del cumplimiento del Mercado CE.

En el caso de elementos prefabricados con marcado CE de conformidad con una norma europea armonizada específica, la comprobación de la geometría se efectuará mediante la comprobación de la documentación del marcado CE.

Se comprobará que las dimensiones geométricas de cada elemento presentan unas variaciones dimensionales respecto a las dimensiones nominales de proyecto, conformes con las tolerancias definidas en el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio).

2.72.4. IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

Con carácter general todos los prefabricados deberán ir acompañados de la siguiente documentación:

► Albarán u hoja de suministro

El contenido de este documento será conforme con los preceptos indicados en el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio) debiendo contener, como mínimo, la siguiente información:

- Identificación del suministrador
- Número del certificado de marcado CE (en caso de que aplique)
- Número de serie de la hoja de suministro
- Nombre de la instalación de prefabricación
- Identificación del peticionario
- Fecha y hora de entrega
- Identificación de los materiales empleados
- Designación de los elementos suministrados
- Cantidad de elementos suministrados

- Identificación del lugar de suministro
- Especificaciones técnicas que comprendan:
 - Instrucciones para el manejo, almacenamiento y transporte.
 - Especificación de montaje para la instalación.
- ▶ **Especificaciones de producción consistentes en:**
 - Planos de producción con los detalles de los productos prefabricados.
 - Datos de producción con las propiedades requeridas de los materiales y de las tolerancias de los productos y de los pesos.
- ▶ **Especificaciones de montaje consistente en:**
 - Planos de instalación consistentes en plantas y secciones con la posición y las conexiones de los productos en los trabajos terminados.
 - Datos de instalación con las propiedades requeridas in situ de material.
 - Instrucciones de instalación con los datos necesarios para el manejo, almacenaje, ajuste, conexión y trabajos de finalización.

Información técnica consistente en datos generales que describen el producto y su utilización. Contendrá esquemas con las dimensiones principales, indicaciones de las prestaciones que correspondan y cualquier otra información de utilidad que pueda definir el uso del producto.

2.72.5. EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

En el proceso de transporte se deberá tener en cuenta, como mínimo, las siguientes condiciones:

- El apoyo sobre las cajas del camión no deberá introducir esfuerzos en los elementos no contemplados en el correspondiente proyecto.
- La carga deberá estar atada para evitar movimientos indeseados de la misma.
- Todas las piezas deberán estar separadas mediante los dispositivos adecuados para evitar impactos entre las mismas durante el transporte.
- En el caso de que el transporte se efectúe en edades muy tempranas del elemento, deberá evitarse su desecación durante el mismo.

Para su descarga y manipulación en la obra, el Constructor, o en su caso, el Suministrador del elemento prefabricado, deberá emplear los medios mecánicos de descarga adecuados a las dimensiones y peso del elemento, cuidando especialmente que no se produzcan pérdidas de alineación o verticalidad que pudieran producir tensiones inadmisibles en el mismo. Si alguno de ellos resultara dañado, pudiendo afectar a su capacidad portante, se procederá a su rechazo.

Se adoptarán las medidas de seguridad que procedan para que el personal no corra riesgo de accidentes.

Las zonas de acopios serán lugares suficientemente grandes para permitir la gestión adecuada de los mismos sin perder la necesaria trazabilidad, a la vez que sean posibles las maniobras de camiones o grúas, en caso de que esto sea necesario. Del mismo modo, el terreno deberá presentar una consistencia suficiente para soportar el peso de las piezas, estará alejado de cursos o corrientes de agua y se emplazará en un lugar que reúna las máximas condiciones en cuanto a seguridad frente a sustracciones.

Los lugares de acopio se establecerán de manera que los desplazamientos de todo tipo de los elementos prefabricados dentro de la obra, sean lo más reducidos posibles, debiéndose situar, preferiblemente, en las proximidades de sus emplazamientos definitivos.

Los elementos deberán acopiarse sobre apoyos horizontales que sean lo suficientemente rígidos en función de las características del suelo, de sus dimensiones y del peso. De cualquier manera, la altura de los acopios estará en relación a la resistencia de cada elemento, de modo que no se produzcan roturas por la acción de un peso excesivo de la pila de almacenamiento.

En su caso, las juntas, fijaciones, etc., deberán ser también acopiadas en un almacén, de manera que no se alteren sus características y se mantenga la necesaria trazabilidad.

2.73. CERRAMIENTO EXTERIOR

2.73.1. MATERIALES

El cerramiento de la estación de bombeo se realizará con paneles prefabricados de 16cm de espesor total cuya calidad será igual a superior a lo especificado a continuación.

🧱 Hormigón

Cumplirá lo especificado en el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio).

🧱 Juntas

Poliuretano.

🧱 Revestido

- Exteriormente con hormigón blanco y acabado con árido de la zona.
- Interiormente hormigón de calidad similar al especificado en el presente pliego.

2.73.2. FABRICACIÓN Y COMPROBACIONES

Paneles de encofrado

Los paneles se fabricarán con moldes que cumplan las siguientes características:

- Metálicos horizontales
- Abatibles a 85°
- Los diferentes elementos que componen el molde estarán bien ajustados, formando un conjunto estanco para evitar las pérdidas de lechada.
- Las diferentes piezas de los paneles se hormigonarán de forma continua sin que se realicen juntas de hormigonado.
- Irán provistas de elementos de manipulación y elevación colocados por encima del centro de gravedad.
- Resistencia al fuego de 240 minutos.

Desmoldeo

La resistencia inicial para el desmoldeo de las piezas de los paneles será superior a 100 N/mm² y se realizará conforme al apartado correspondiente del Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio).

Las piezas se almacenarán en vertical y separadas entre ellas para permitir la libre circulación del aire para su secado.

- Control dimensional
- Longitud +- 1,8 mm.
- Altura +- 0,6 mm.
- Espesor mínimo de 15 cm +- 5 mm.
- Planeidad < 2%.

Inspección visual

Los paneles presentarán sus aristas perfectamente definidas, estarán exentas de grietas, coqueas o cualquier otro desperfecto que pueda afectar sus condiciones de funcionalidad.

Acabado liso, fratasado la cara exterior en árido blanco MACAEL.

Marcado

Todos los paneles estarán perfectamente identificados de forma inequívoca con el marcado de trazabilidad correspondiente.

El fabricante del cerramiento poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y garantizará documentalmente el cumplimiento del presente pliego.

2.74. ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN RESISTENTES

Se van a considerar en este apartado los elementos proyectados en hormigón, fabricado de acuerdo con una norma de producto o prescripciones particulares adecuadas al tipo de obra y curado en un lugar distinto de su localización final, en el que predomine su función estructural sobre el resto de características.

En el proyecto se recogen bajo esta definición:

- Pilotes prefabricados de hormigón.
- Pilares prefabricados de hormigón.
- Vigas y jácenas prefabricadas de hormigón.
- Forjado y placas alveolares prefabricadas de hormigón.
- Marcos prefabricados de hormigón.

Las especificaciones de todos estos elementos se reflejan en el Código Estructural.

2.74.1. NORMAS DEL PRODUCTO

Los materiales constituyentes de cualquier elemento deberán cumplir el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio) y en su caso el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes" (PG-3).

Producto Prefabricado	Norma del Producto
Placas alveolares	UNE-EN 1168:2006+A3:2012
Pilotes de cimentación	UNE-EN 12794:2006+A1:2008/AC:2009
Elementos para forjado nervados (tipo)	UNE-EN 13224:2012
Elementos lineales estructurales	UNE-EN 13225:2013
Elementos especiales para cubiertas	UNE-EN 13693:2005+A1:2010
Marcos	UNE-EN 14844:2007+A2:2012

2.74.2. CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

Las características dimensionales y de diseño son las recogidas en el presente proyecto, para cada uno de sus usos.

Los materiales constituyentes de todos los elementos prefabricados de hormigón, deberán cumplir con las especificaciones del Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio).

2.74.3. CONTROL DE CALIDAD

Los elementos prefabricados de hormigón al estar incluidos dentro del campo de aplicación del Reglamento (UE) nº 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, tienen como requisito indispensable para su comercialización y uso la posesión del Marcado CE.

En el caso de elementos prefabricados que dispongan del marcado CE, según lo establecido en el Reglamento (UE) nº 305/2011, su conformidad podrá ser suficientemente comprobada, mediante la verificación de que las categorías o valores declarados en la documentación que acompaña al citado marcado CE, permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones del proyecto.

Aplicación del Marcado CE de Prefabricados de Hormigón ESTRUCTURALES		
Producto Prefabricado	Norma Armonizada	Sistema de evaluación
Placas alveolares	UNE-EN 1168:2006+A3:2012	2+
Pilotes de cimentación	UNE-EN 12794:2006+A1:2008/AC:2009	2+
Elementos para forjado nervados (tipo)	UNE-EN 13224:2012	2+
Elementos lineales estructurales	UNE-EN 13225:2013	2+
Elementos especiales para cubiertas	UNE-EN 13693:2005+A1.2010	2+
Marcos	UNE-EN 14844:2007+A2:2012	2+

La naturaleza del producto y del uso que se le vaya a dar al mismo establece los sistemas mínimos de evaluación, siendo el sistema 4 el menos exigente (consiste en la auto-certificación) y el 1+ el más exigente. En el proyecto se consideran los elementos 2+, lo que implica que deberá poseer:

- Marcado CE (Etiquetado CE)
- Declaración CE de Conformidad: Documento que emite y responsabiliza al fabricante del cumplimiento del Marcado CE.
- Certificado de Control de Producción en Fábrica: Emitido por un organismo externo al fabricante.

En el caso de elementos prefabricados con marcado CE de conformidad con una norma europea armonizada específica, la comprobación de la geometría se efectuará mediante la comprobación de la documentación del marcado CE.

En el resto de los casos para cada lote se seleccionará una muestra formada por un número suficientemente representativo de elementos, que preferiblemente sean pertenecientes a diferentes formas y tipologías.

Tipo de elemento suministrado	Número mínimo de elementos controlados por cada lote
Elementos tipo pilotes, viguetas, bloques...	10
Elementos tipo losas, paneles, pilares, lacenas...	3
Elementos de grandes dimensiones, tipo artesas, cajones...	1

Se comprobará que las dimensiones geométricas de cada elemento presentan unas variaciones dimensionales respecto a las dimensiones nominales de proyecto, conformes con las tolerancias definidas en el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio) a continuación expuestos:

► **Tolerancias de fabricación de elementos lineales:**

- Longitud de pieza L: $\pm 0,001 L$ con un mínimo de 5 mm para longitudes hasta 1 m y 20 mm para longitudes mayores. Siendo L la longitud de la pieza en metros.
- Dimensiones transversales D:
- $D \leq 150$ mm: ± 3 mm
- $150 \text{ mm} < D \leq 500$ mm: ± 5 mm
- $500 \text{ mm} < D \leq 1000$ mm: ± 6 mm
- $D > 1000$ mm: ± 10 mm

Flecha lateral medida respecto al plano vertical que contiene al eje de la pieza, no será superior a $L/750$. Además, en función de la luz L, deberán cumplir:

- $L \leq 6$ m: ± 6 mm
- $6 \text{ m} < L \leq 12$ m: ± 10 mm
- $L > 12$ m: ± 12 mm

Desviación de la contraflecha respecto al valor básico de proyecto, medida en el momento del montaje:

- Piezas en general: $\pm L/750$ con un valor límite de 16 mm.
- Piezas consecutivas en la colocación $\pm L/1000$ con un valor límite de 12 mm.

Donde L es la longitud de la pieza en metros. La segunda condición solo rige si la desviación afecta al aspecto estético.

Planeidad de la superficie de la cara superior. Desviación medida con regla de 3 m colocada en dos puntos cualesquiera, en el momento del montaje:

- Si no han de recibir encima losa superior de hormigón in situ ± 6 mm.
- Si han de recibir encima losa superior de hormigón in situ ± 12 mm.

► **Tolerancias de fabricación de elementos superficiales:**

Longitud, siendo L la dimensión básica:

- $L \leq 6$ m: ± 8 mm.
- $6 \text{ m} < L \leq 12$ m: $+12$ mm -16 mm.
- $L > 12$ m: $+16$ mm -20 mm.

Desviaciones en las dimensiones de la sección transversal (D):

- $D \leq 60$ cm: ± 6 mm.
- $60 \text{ cm} < D \leq 100$ cm: ± 8 mm.
- $D > 100$ cm: ± 10 mm.

Aberturas en paneles:

- Dimensiones en la abertura: ± 6 mm.
- Posición de las líneas centrales de la abertura: ± 6 mm.

Elementos embebidos:

- Tornillos: ± 6 mm
- Placas soldadas: ± 24 mm
- Anclajes: ± 12 mm
- Alabeo medido en el momento del monte: ± 5 mm por metro de distancia a la más próxima de las esquinas adyacentes, pero no más de ± 24 mm.
- Arqueo (siendo D la longitud de la diagonal de la pieza): $\pm 0,003D$ con un valor límite de 24 mm.

2.74.4. IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

Con carácter general todos los prefabricados deberán ir acompañados de la siguiente documentación:

Albarán u hoja de suministro: El contenido de este documento será conforme con los preceptos indicados en el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio) debiendo contener, como mínimo, la siguiente información:

- Identificación del suministrador
- Número del certificado de marcado CE (en caso de que aplique)

- Número de serie de la hoja de suministro
- Nombre de la instalación de prefabricación
- Identificación del peticionario
- Fecha y hora de entrega
- Identificación de los materiales empleados
- Designación de los elementos suministrados
- Cantidad de elementos suministrados
- Identificación del lugar de suministro

Los elementos resistentes, además, deberán ir acompañados de la siguiente documentación técnica:

- Cálculos de la pieza con las condiciones de carga y las consiguientes verificaciones de los estados último y de servicio, así como los coeficientes de seguridad utilizados.
- Especificaciones técnicas que comprendan:
 - Instrucciones para el manejo, almacenamiento y transporte.
 - Especificación de montaje para la instalación.
- Especificaciones de producción consistentes en:
 - Planos de producción con los detalles de los productos prefabricados.
 - Datos de producción con las propiedades requeridas de los materiales y de las tolerancias de los productos y de los pesos.
- Especificaciones de montaje consistente en:
 - Planos de instalación consistentes en plantas y secciones con la posición y las conexiones de los productos en los trabajos terminados.
 - Datos de instalación con las propiedades requeridas in situ de material.
 - Instrucciones de instalación con los datos necesarios para el manejo, almacenaje, ajuste, conexión y trabajos de finalización.

Información técnica consistente en datos generales que describen el producto y su utilización. Contendrá esquemas con las dimensiones principales, indicaciones de las prestaciones que correspondan y cualquier otra información de utilidad que pueda definir el uso del producto.

2.74.5. EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

En el proceso de transporte se deberá tener en cuenta, como mínimo, las siguientes condiciones:

- El apoyo sobre las cajas del camión no deberá introducir esfuerzos en los elementos no contemplados en el correspondiente proyecto.
- La carga deberá estar atada para evitar movimientos indeseados de la misma.
- Todas las piezas deberán estar separadas mediante los dispositivos adecuados para evitar impactos entre las mismas durante el transporte.
- En el caso de que el transporte se efectúe en edades muy tempranas del elemento, deberá evitarse su desecación durante el mismo.

Para su descarga y manipulación en la obra, el Constructor, o en su caso, el Suministrador del elemento prefabricado, deberá emplear los medios mecánicos de descarga adecuados a las dimensiones y peso del elemento, cuidando especialmente que no se produzcan pérdidas de alineación o verticalidad que pudieran producir tensiones inadmisibles en el mismo. Si alguno de ellos resultara dañado, pudiendo afectar a su capacidad portante, se procederá a su rechazo.

Se adoptarán las medidas de seguridad que procedan para que el personal no corra riesgo de accidentes.

Las zonas de acopios serán lugares suficientemente grandes para permitir la gestión adecuada de los mismos sin perder la necesaria trazabilidad, a la vez que sean posibles las maniobras de camiones o grúas, en caso de que esto sea necesario. Del mismo modo, el terreno deberá presentar una consistencia suficiente para soportar el peso de las piezas, estará alejado de cursos o corrientes de agua y se emplazará en un lugar que reúna las máximas condiciones en cuanto a seguridad frente a sustracciones.

Los lugares de acopio se establecerán de manera que los desplazamientos de todo tipo de los elementos prefabricados dentro de la obra, sean lo más reducidos posibles, debiéndose situar, preferiblemente, en las proximidades de sus emplazamientos definitivos.

Los elementos deberán acopiarse sobre apoyos horizontales que sean lo suficientemente rígidos en función de las características del suelo, de sus dimensiones y del peso. En el caso de viguetas y losas alveolares, se apilarán limpias sobre durmientes que coincidirán en la misma vertical, con vuelos, en su caso, no mayores que 0,50 m, ni alturas de pila superiores a 1,50 m, salvo que el fabricante indique otro mayor. De cualquier manera, la altura de los acopios estará en relación a la resistencia de cada elemento, de modo que no se produzcan roturas por la acción de un peso excesivo de la pila de almacenamiento.

En su caso, las juntas, fijaciones, etc., deberán ser también acopiadas en un almacén, de manera que no se alteren sus características y se mantenga la necesaria trazabilidad.

2.75. CASETAS PREFABRICADAS

Las casetas serán prefabricadas de hormigón armado u hormigón reforzado con fibras. Cumplirán lo especificado en el presente pliego para el hormigón, así como lo especificado en el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio).

La forma y dimensiones de las casetas cumplirán lo especificado en el anejo y en los planos correspondientes.

Las tolerancias dimensionales admisibles serán de +/- 2 cm.

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

2.75.1. MATERIALES

Hormigón

El tipo de hormigón empleado será autocompato H-45/AC/12/IIa con una resistencia característica $f_{ck} = 45 \text{ N/mm}^2$. El cemento empleado será un CEM-I y la relación entre el agua y el cemento no debe sobrepasar 0,45 para el hormigón perfectamente compactado.

Recubrimiento

Este no será inferior a 20 mm. empleando separadores adecuados conforme a lo dispuesto en el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio).

Acero

Si se dispone armado, este será acero corrugado B500S o malla electrosoldada B500T, con un límite elástico $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ y cumplirá lo especificado para acero en redondos y mallas electrosoldadas para armaduras del presente pliego y de lo especificado en el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de Junio).

Fibras

Si se disponen fibras, estas serán de polipropileno monofilamento resistente a los álcalis destinadas al refuerzo estructural de hormigón y productos derivados del cemento atendiendo a la norma UNE-EN 14889-2:2006-11.

Puerta

Puerta multiosos de una hoja, de doble chapa con marco perimetral de perfil angular, manilla y cerradura.

2.75.2. ACABADO SUPERFICIAL

Aspecto

Los elementos prefabricados no presentarán:

- Descomposiciones
- Fisuras mecánicas
- Discontinuidades
- Impermeabilización techo

Todas las casetas llevarán una imprimación exterior del techo mediante membrana cementosa monocomponente de elevadas propiedades elásticas y alta durabilidad. Será una membrana impermeabilizante elástica y flexible apta para estructuras de hormigón.

2.75.3. DIMENSIONES

La caseta para el control de seguidores tendrá al menos las siguientes dimensiones interiores: 266 x 228 mm y 248 mm de alto. Con perforaciones laterales para ventilación. Sin solera interior. Peso aprox.= 5.480 kg.

2.76. CHAPA DE ACERO TIPO SANDWICH

2.76.1. NORMAS DEL PRODUCTO

Se tendrá en cuenta las normas:

- UNE-EN 14509:2014, “Paneles sandwich aislantes autoportantes de doble cara metálica. Productos hechos en fábrica. Especificaciones.”
- UNE-EN 10346:2010, “Productos planos de acero recubiertos en continuo por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro”.
- UNE-EN 1090-2:2011, “Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero”.

Sus condiciones y calidades se ajustarán al código técnico de edificación, Normas Tecnológicas: NTE/QTG

2.76.2. CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

Cubierta y cerramientos con chapas finas de acero galvanizado y prelacado, de perfiles simétricos y asimétricos, con interposición de aislamiento que proporciona la estanqueidad, en base a los planos de obra.

Placas de chapa conformada de acero galvanizado de 0,6 mm con accesorios de fijación de chapas y paneles a la estructura con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg/m³ con un espesor total variable en función de su disposición. Podrán llevar una protección adicional sobre el galvanizado a base de pinturas, plásticos etc. al fin de obtener una mayor durabilidad.

- Panel con nervio central de refuerzo.
- Resistencia al fuego tipo bs3d0 conforme el Código Técnico de Edificación (M-1 conforme la norma UNE 23727:90).
- Tornillería oculta mediante tapajuntas.

Las capas de acabado podrán ser a base de:

- Pinturas o recubrimientos de poliuretanos o clorocaucho.
- Pinturas anticorrosivas de resinas 100% acrílicas, alquídicas u oleorresinosas de óxido de hierro.
- Pinturas o recubrimientos como plastisoles, organosoles, poliésteres fluorados o siliconados.

Cualquiera que sea la capa de acabado llevarán las capas de imprimación y capas intermedias adecuadas.

Las chapas conformadas cumplirán lo especificado en la documentación técnica en cuanto a valores de su módulo resistente y momento de inercia que deberán garantizar la rigidez necesaria para que no se produzcan abolladuras locales bajo una carga puntual de cien kilogramos en las condiciones más desfavorables.

El tipo de perfil será:

- CERRAMIENTO INTERIOR: microperfilado para el cerramiento interior de oficinas, color blanco puro RAL 9010 o según Dirección de Obra, tipo TECZONE TZ-V-30 o equivalente, de espesor 30 mm.
- CUBIERTA: Greco grande en cubierta, altura de cresta superior a cuarenta milímetros, color teja RAL 3001 o según Dirección de Obra, tipo TECZONE TZ-C-50 o equivalente, de espesor de 60 mm.

2.76.3. CONTROL DE CALIDAD

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto conforme la norma UNE-EN 14509:2014 de los paneles y Certificado de Calidad del lucernario conforme la norma UNE-EN 1013:2013+A1:2015, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará en el primer envío 3 probetas de 15x15cm o 3 elementos completos de cada uno de los materiales de los que no posea el

Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

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

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 las que le puedan ser exigidas por un sello de calidad, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

Las condiciones de rechazo automático serán:

- Solapes longitudinales inferiores a los especificados con una tolerancia máxima de 20 mm.
- Sentido de colocación contrario al especificado.
- Número y situación de accesorios de fijación distinta al especificado y/o situados con mayor separación.
- Falta de ajuste en la sujeción y/o falta de estanqueidad.
- Colocación defectuosa de la junta de unión o del ensamble.
- Inexistencia de juntas de estanqueidad y sellado.

2.76.4. IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

Se identificará los lotes por número de pedido, donde debe figurar la marca comercial o fabricante, y las características del pedido. Deberá de llevar marcado CE.

2.76.5. EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

Las láminas del panel deberán empaquetarse, manipularse y transportarse de una forma segura, en fardos o paquetes que sean fácilmente manipulables, de forma que no se produzcan deformaciones permanentes y que los daños superficiales sean mínimos. Los componentes deben estar protegidos contra posibles daños en los puntos de eslingado (por donde se sujetan para izarlos).

El acopio de paneles se realizará dejando en posición totalmente horizontal los palets empaquetados de fábrica, sin apilar y sin serles retiradas las protecciones aplicadas para el transporte hasta depositarlos sobre las correas, próximos a los pórticos.

2.77. CARPINTERÍA METÁLICA

2.77.1. NORMAS DEL PRODUCTO

Sus condiciones y calidades se ajustarán al código técnico de edificación y deberá cumplir con la normativa reflejada en:

- NTE–FCA: Carpintería de acero
- NTE–PPA: Particiones. Puertas de acero
- NTE–FCL: Fachadas. Carpintería de aleaciones ligeras.

2.77.2. CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

Ventanas y puertas compuestas de hoja/s fija/s, abatible/s, corredera/s, plegables, oscilobatiente/s o pivotante/s, realizadas con perfiles de aluminio, con protección de anodizado o lacado. Recibidas sobre el cerramiento o en ocasiones fijadas sobre precerco. Incluirán todos los junquillos, patillas de fijación, chapas, tornillos, burletes de goma, accesorios, así como los herrajes de cierre y de colgar necesarios.

En los casos que se incluye precerco, este podrá ser de perfil tubular conformado en frío de acero galvanizado, o de madera.

Perfiles y chapas de aleación de aluminio con protección anódica de espesor variable, en función de las condiciones ambientales en que se vayan a colocar:

- 15 micras, exposición normal y buena limpieza.
- 20 micras, en interiores con rozamiento.
- 25 micras, en atmósferas marina o industrial agresiva.

El espesor mínimo de pared en los perfiles es 1,5 mm, en el caso de perfiles vierteaguas 0,5 mm y en el de junquillos 1 mm.

Accesorios para el montaje de los perfiles: escuadras, tornillos, patillas de fijación, etc.; y burletes de goma, cepillos, además de todos accesorios y herrajes necesarios. Juntas perimetrales. Cepillos en caso de correderas.

Los perfiles y chapas serán de color uniforme y no presentarán alabeos, fisuras, ni deformaciones y sus ejes serán rectilíneos. Llevarán una capa de anodizado.

Las uniones entre perfiles se harán por medio de soldadura o vulcanizado, o escuadras interiores, unidas a los perfiles por tornillos, remaches o ensamble a presión.

Los ejes de los perfiles se encontrarán en un mismo plano, y sus encuentros formarán ángulo recto.

La cámara o canales que recogen el agua de condensación tendrán las dimensiones adecuadas. Y los orificios de desagüe serán al menos 3 por m.

Todas las puertas irán provistas de dos (2) llaves con el número de la cerradura estampado en las mismas. Cada cerradura llevará estampado el número correspondiente en la superficie. Se suministrarán tres (3) llaves maestras para cada sistema de llaves.

Todas las ventanas serán del tipo, tamaño y forma que se indican en los planos y cualquier variación que se introduzca será con la autorización por escrito de la Administración.

El Contratista tiene la obligación de presentar a la Administración detalles de construcción, dimensiones, disposición de ventilación, funcionamiento, etc. y toda la información precisa para ser aprobada por el Director de Obra.

Las rejillas metálicas de ventilación instaladas estarán formadas por lamas de acero de 2 mm de espesor y 4 cm. de anchura colocada cada 2 cm con angular metálico de sujeción.

2.77.3. CONTROL DE CALIDAD

Los materiales y equipos de origen industrial, deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad que se fijan en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial. Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas o disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

Ensayos (según normas UNE):

- Medidas y tolerancias. (Inercia del perfil).
- Espesor del recubrimiento anódico.
- Calidad del sellado del recubrimiento anódico.

El suministrador acreditará la vigencia de la Certificación de Conformidad de los perfiles con los requisitos reglamentarios.

- Inercia de los perfiles (podrá atenerse a lo especificado en la norma NTE-FCL).
- Marca de Calidad EWAA/EURAS de película anódica.
- Distintivo de calidad (Sello INCE).

El fabricante poseerá Marcado CE de las puertas ofertadas conforme con la siguiente normativa:

- UNE-EN 13241:2004+A2:2017 “Puertas industriales, comerciales, de garaje y portones. Norma de producto”
- Reglamento (UE) nº 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, sobre la comercialización de productos de construcción.
- Directiva 2006/42/CE de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas y Reglamento (UE) 2017/746 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril de 2017.
- Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre compatibilidad electromagnética.

2.77.4. IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

Se identificará los lotes por número de pedido, donde debe figurar la marca comercial o fabricante, y las características del pedido. Deberá de llevar marcado CE.

2.77.5. EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

La carpintería metálica, en general, deberá empaquetarse, manipularse y transportarse de una forma segura, de forma que no se produzcan deformaciones permanentes y que los daños superficiales sean mínimos. Los componentes deben estar protegidos contra posibles daños en los puntos de eslingado (por donde se sujetan para izarlos).

El almacenamiento en obra será en un lugar protegido de lluvias y focos húmedos, en zonas alejadas de posibles impactos. No estarán en contacto con el terreno.

2.78. VIDRIO EXTERIOR PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEO

La calidad del vidrio para las ventanas será igual o superior a lo especificado a continuación.

- Doble acristalamiento Climalit Silence o similar de $R_w=46$ dB y espesor total 39 mm, formado por un vidrio laminado acústico y de seguridad Stadip Silence 10 mm. de espesor (5+5) y un vidrio laminado acústico y de seguridad Stadip Silence de 8 mm (4+4) y cámara de aire deshidratado de 20 mm con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales y sellado en frío con silicona neutra, incluso colocación de junquillos, según NTE-FVP.
- El fabricante poseerá Certificado de homologación del vidrio en vigor para el nivel de seguridad A dentro de la categoría de Impacto Manual, conforme a la Orden 13 de marzo de 1986 del Ministerio de Industria y Energía o Certificado de Calidad de

Producto conforme la norma UNE 14449:2006 o Marcado CE conforme la norma UNE 14449:2006. Así como garantizará que el intercalario cumplirá al menos durante diez años después de su aplicación las siguientes características:

- Incoloro, impermeable e inalterable a los agentes atmosféricos.
- Compatible y adherente con el vidrio.
- Inalterable a temperaturas comprendidas entre -10°C y + 80°C

2.79. VIDRIO INTERIOR PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEO

La calidad del vidrio para las ventanas de la estación de bombeo será igual o superior a lo especificado a continuación.

Vidrio

Blindaje transparente de 3+3mm...

Intercalario

Butiral de 0,38 mm de espesor.

El fabricante poseerá Certificado de homologación del vidrio en vigor para el nivel de seguridad A dentro de la categoría de Impacto Manual, conforme a la Orden 13 de marzo de 1986 del Ministerio de Industria y Energía o Certificado de Calidad de Producto conforme la norma UNE 14449:2006 o Marcado CE conforme la norma UNE 14449:2006. Así como garantizará que el intercalario cumplirá al menos durante diez años después de su aplicación las siguientes características:

- Incoloro, impermeable e inalterable a los agentes atmosféricos.
- Compatible y adherente con el vidrio.
- Inalterable a temperaturas comprendidas entre -10°C y + 80°C

2.80. CARPINTERÍA METÁLICA DE VENTANAS

Todas las ventanas se realizarán conforme a la siguiente especificación:

- Material: aluminio lacado color de 60 micras (color verde navarra RAL 6005)
- Disposición oscilobatiente de 2 hojas.
- Con rotura de puente térmico (RPT). Cumpliendo así el Código Técnico de la Edificación.
- Compuesta por cerco, hojas y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio.

2.81. PROTECCIÓN DE VENTANAS

Todas las ventanas tendrán que estar protegidas.

La calidad de las protecciones de las ventanas será igual o superior a lo especificado a continuación.

Marco

Acero al carbono tipo S-275-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006:2020.

Rejilla

Rejilla de metal expandido, fabricada por un proceso de incisión y estiramiento sin virutas, con un tamaño de los huecos romboidales de malla de 50 x 22 mm y un espesor de la malla: 2 mm.

Revestido

Pintura de 2 componentes en color “verde Navarra” RAL 6005, con un espesor mínimo de película seca de 40 micras.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos, conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad 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.

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

2.82. PUERTAS METÁLICAS

La calidad de los materiales que componen las puertas metálicas será igual o superior a lo especificado a continuación.

Bastidor y rejilla reforzada

Perfil de sección rectangular de acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2:2006 y estará de acuerdo, en todo lo que le afecte, con lo prescrito en el punto 2.1 de la norma NBE EA-95.

■ Panel sándwich

- Espesor de la chapa superior e inferior 1,5 mm.
- Núcleo de espuma rígida de poliuretano de densidad media 40 kg/m³.
- Espesor total del panel 40 mm.
- Resistencia al fuego mínima tipo EI-90, conforme el Código Técnico de Edificación.

■ Componentes de herrajes y cerrojos interiores

Acero de calidad F114, cables, de 6-8-10 mm de diámetro y composición 6x19+1.

■ Contrapesos

Acero de calidad St 02 Z 275 N42.

■ Revestido

- Bastidor y contrapesos: galvanizado en caliente con un espesor superior a 308 g/m². Espesor mínimo no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2023.
- Chapas del panel sándwich: prelacadas exteriormente en color “Verde Navarra” (RAL 6005) e interiormente en color “Blanco Pirineos”, espesor mínimo del prelacado 25 micras.
- Cerrojos interiores: bicromatados.

El fabricante poseerá Marcado CE de las puertas ofertadas conforme con la siguiente normativa:

- UNE-EN 13241:2004+A2:2017 “Puertas industriales, comerciales, de garaje y portones. Norma de producto”.
- Reglamento (UE) n° 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, sobre la comercialización de productos de construcción.
- Directiva 2006/42/CE de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas y Reglamento (UE) 2017/746 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril de 2017.
- Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre compatibilidad electromagnética.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del panel sándwich, conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los mismos, será suficiente aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío, 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los elementos de los que no tenga el certificado correspondiente, para que la empresa

ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

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

2.83. REJAS PARA VENTILACIÓN

En las ventanas inferiores de la Estación de Bombeo, en las que en los planos correspondientes se indique su existencia, se colocará tanto exterior como interiormente una reja para la ventilación de la Estación de Bombeo.

La calidad de las rejas para ventilación de la estación de bombeo será igual o superior a lo especificado a continuación.

✚ Rejas para ventilación exteriores

- Rejas dotadas de lamas antilluvia, rejilla antiinsectos y marco frontal taladrado para unión con la reja interior o con la propia estructura de la estación de bombeo.
- Acero inoxidable tipo 1.4301 conforme la norma UNE-EN 10088-3 (AISI 304).

✚ Rejas para ventilación interiores

- Rejas dotadas de rejilla antiinsectos y marco frontal taladrado para unión con la reja interior o con la propia estructura de la estación de bombeo.
- Acero S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006:2020, galvanizado en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2023 con un espesor medio y espesor local no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2023. Pintado posteriormente en color “blanco pirineos”.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según la norma UNE-EN 10204:2006 garantizando que las rejas son del acero solicitado, no será necesario realizar el control de calidad del acero, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará 3 probetas de tamaño suficiente o 3 elementos completos, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

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

2.84. VENTILACIÓN ESTÁTICA DE CUBIERTA

En la parte superior de la cubierta de la Estación de Bombeo, conforme lo indicado en los planos correspondientes, se colocará una ventilación estática.

La calidad de los materiales que componen la ventilación estática será igual o superior a lo especificado a continuación.

Parte superior

La parte superior de la ventilación estática estará formada por chapa de espesor de 0,5 mm, prelacadas exteriormente en color “rojo teja” RAL 7001 e interiormente en color “blanco pirineos”, espesor mínimo del prelacado de 25 micras.

Partes laterales

Las partes laterales de la ventilación estática estarán formadas por rejilla antiinsectos de acero inoxidable tipo 1.4301 conforme la norma UNE-EN 10088-3 (AISI 304).

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según la norma UNE-EN 10204:2006 garantizando que los elementos de la ventilación son de acero solicitado, no será necesario realizar el control de calidad del acero, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el certificado correspondiente para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

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

2.85. VALLADO

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

Mallas

- Malla de simple torsión de alambre galvanizado en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2023 y recubierta de poliéster en color verde RAL 6005. 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 1461:2023.
- Rápida instalación.
- Diámetro interior del alambre: 2 mm.
- Diámetro exterior: 3 mm.

- Luz de la malla: 50 mm.
- Resistencia del alambre: 45 kg/mm².
- Resistencia de la malla: 55 kg/mm²
- Altura total instalada: 2 m.

Postes

- Postes fabricados con chapa tipo Z-275 galvanizada en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2023 y recubiertos de poliéster en color verde RAL 6005. 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 1461:2023
- Tapón de poliamida para colocación a presión.
- Mismo tipo de poste para cualquier tipo de cerramiento. Tiene que servir el mismo poste para arranque, centro o tensión, intermedio o esquina.
- Postes de cremallera cuya sección queda inscrita dentro de una circunferencia.
- Ausencia de taladros y agujeros.
- Altura total instalados: 2 m.

Tornapuntas

- Tornapuntas fabricados con chapa tipo Z-275 galvanizada en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2023 y recubiertos de poliéster en color verde RAL 6005. Espesor mínimo de galvanizado: 60 micras y espesor medio no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2023.
- Cabeza fabricada por estampación.

Tornillería

Acero inoxidable.

Abrazaderas y tensores

Pueden ser de poliamida en color verde RAL 6005 o metálicos galvanizados en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2023 y recubiertos de poliéster en color verde RAL 6005 con un espesor mínimo de galvanizado de 60 micras y espesor medio no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2023.

Grapas

Fabricadas con acero inoxidable de 3 mm de espesor.

Puertas

- Puerta de dos hojas fabricadas con chapa tipo Z-275 galvanizada en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2023 y recubiertas de poliéster en color verde RAL 6005. 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 1461:2023.
- Ancho nominal: 4m.
- Altura nominal: 2 m.
- Travesaños: 25 x 2 mm
- Columnas: 80 x 80 - 3,0
- Montantes: 50 x 30 - 1,5
- Altura total instalada: 2 m.
- La malla se suministrará en rollos compactados de 25 m de longitud.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos conforme las especificaciones del presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 unidades completas o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

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

2.86. URBANIZACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

La urbanización de la estación de bombeo comprenderá lo especificado a continuación:

- Plano de fundación o explanada de terreno natural.
- Subbase de zahorra artificial 2” de 20cm de espesor.
- Base de zahorra artificial 1” de 10cm de espesor.
- Aglomerado en caliente de 8cm de espesor.

2.86.1. SUBBASE

La subbase de la urbanización de la estación de bombeo será de 20cm de espesor y se realizará con zahorra natural de 2”.

La zahorra natural cumplirá lo especificado en la siguiente tabla, así como el PG3 para la zahorra tipo ZN40.

Características	Especificaciones	Norma
Granulometría	ZN (40) Tamices UNE: 50:100%, 40:80-95%, 25:60-90%, 20:54-84%, 8:35-63%, 4:22-46%, 2:15-35%, 0'5:7-23%, 0'25:4-18%, 0'063:0-9%. Cernido tamiz 0,063 < 2/3 cernido tamiz 0,250	UNE-EN 933-1:2012
Desgaste de los Ángeles	< 40	UNE-EN 1097-2:2021
Equivalente de arena	>30	UNE-EN 933-8:2012+A1:2015
CBR	>=20	UNE 103502: 95
Plasticidad	LL < 30 y IP < 10	UNE-EN ISO 17892-12:2019 UNE-EN ISO 17892-12:2019
Compuestos de azufre	< 1%	UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013

El ensayo de compuestos de azufre sólo se realizará en el caso de antecedentes de la existencia de yesos en el suelo.

2.86.2. BASE

La base de la urbanización de la estación de bombeo será de 20 cm de espesor y se realizará con zahorra artificial de 1".

La zahorra artificial cumplirá lo especificado en la siguiente tabla, así como el PG3 para la zahorra tipo ZA25.

Características	Especificaciones	Norma
Granulometría	ZA (25) Tamices UNE: 40:100%, 25:75-100%, 20:65-90%, 8:40-63%, 4: 26-45%, 2: 15-32%, 0'5: 7-21%, 0'25:4-16%, 0'063:0-9%. Cernido tamiz 0,063 < 2/3 cernido tamiz 0,250	UNE-EN 933-1:2012
Índice de Lajas	< 35	UNE-EN 933-3
Desgaste de los Ángeles	< 35	UNE-EN 1097-2:2021
Equivalente de arena	> 35	UNE-EN 933-8:2012+A1:2015
Coeficiente de limpieza	< 2	UNE-EN 13043:2003
Plasticidad	No plástico	UNE-EN ISO 17892-12:2019 UNE-EN ISO 17892-12:2019
Caras fracturadas	> 50%	UNE-EN 933-5
CBR	> 60	UNE 103502
Compuestos de azufre	< 1%	UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013

El ensayo de compuestos de azufre sólo se realizará en el caso de antecedentes de la existencia de yesos en el suelo.

2.87. ACERA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

La acera de la Estación de Bombeo cumplirá las especificaciones de los planos correspondientes y las indicadas a continuación.

Bordillos

Los bordillos serán prefabricados de hormigón tipos H-400, achaflanados, de 17 cm de base y 30 cm de altura y estarán asentados sobre una base de hormigón no estructural.

Baldosas

Las baldosas serán del tipo chino lavado de 40x40 cm recibidas con mortero tipo M-40 (1:6) y se nivelarán con capa de arena de 2 cm de espesor medio.

Junta de dilatación

La junta de dilatación empleada para el hormigonado de las aceras será de PVC de 80 mm.

2.88. TERRAPLÉN DE LA BALSA

El terraplén de la balsa estará formado por las siguientes capas:

▶ **Coronación**

Parte superior del terraplén, sobre la que se apoya el firme, formada como mínimo por dos tongadas, el espesor total de la capa de coronación estará comprendido entre 50 cm y 1 m.

▶ **Núcleo**

Es la parte del relleno del terraplén comprendida entre el cimiento 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.

Como mínimo se realizará un ensayo completo del material empleado para el terraplén que nos permita su clasificación, conforme lo especificado a continuación, cada 7500 m², y para cada una de las capas del terraplén.

❏ Tipos de suelos para terraplén

	Tolerables	Adecuados	Seleccionados
Límites de Atterberg	LL < 40 o IP > (0,6xLL - 9)	LL < 40	LL < 30 IP < 10
C.B.R.	> 3	> 5	> 10
Hinchamiento	-	< 2%	Sin hinchamiento
Materia orgánica	< 2%	< 1%	Exenta
Densidad máxima	> 1450 kg/dm ³	> 1750 kg/dm ³	-
Granulometría	Piedras (< 15 cm): < 25%	Cernido tamiz 0,08 < 35%	Cernido tamiz 0,08 < 25%
		Tamaño máximo <= 10 cm	Tamaño máximo <= 8 cm

Sobre el terraplén de la balsa se colocará una capa de 20 cm de espesor de zahorra natural de 1", repartido en dos capas de 10 cm, que cumplirá lo especificado en el presente pliego para las "Bases" de la "Urbanización de la Estación de Bombeo".

2.89. LÁMINA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

Se instalará para la impermeabilización de la Balsa una lámina de Polietileno de Alta Densidad de 2 mm de espesor, tanto en taludes como en fondo. A propuesta del contratista, la Dirección Facultativa elegirá un laboratorio de ensayos de contrastada experiencia y con acreditación en materiales geosintéticos, para la realización, como mínimo, de los siguientes ensayos y frecuencias:

- Ensayo de densidad bajo norma UNE-EN ISO 1183-1:2019 Método A.
- Ensayo de espesor norma UNE-EN 1849-2:2020.
- Ensayo de resistencia al desgarro bajo UNE ISO 34-1:2011 Método B, procedimiento (a).
- Ensayo de tracción (T y L) bajo UNE-EN ISO 527-1:2020, UNE-EN ISO 527-3:2019.
- Ensayo de alargamiento (T y L) bajo UNE-EN ISO 527-1:2020, UNE-EN ISO 527-3:2019.
- Ensayo de índice de fluidez bajo norma UNE-EN ISO 1133-1:2023 Método A.
- Ensayo de contenido de negro de carbono bajo UNE 53375:2021.
- Ensayo de dispersión de negro de carbono ISO 18553:2002, ISO 18553:2002/Amd 1:2007.
- Ensayo de resistencia a la perforación estático CBR bajo UNE-EN ISO 12236:2007.

- Ensayo de Tiempo de inducción oxidativa UNE-EN 11357-6:2018.
- Ensayos de resistencia a la fisuración bajo tensión en un medio tensoactivo, sentido transversal, stress cracking 300 h (SP-NCTL) bajo UNE-EN 14576:2006 o ASTM D 5397-99 (uno por balsa).
- Ensayo de envejecimiento artificial acelerado bajo norma UNE-EN 12224.

Se hará una toma de muestras de material según la norma UNE 104427:2010 o según el número de lotes de fabricación recibidos en obra, siendo el número mínimo de muestreos: 2 (B. Regulacion canal) + 2 (B. elevada) = 4 ud. Se define lote como un grupo de rollos consecutivamente numerados y procedentes de la misma línea de fabricación.

Tras la recepción de los rollos de geomembrana en obra, el Control de Calidad deberá seleccionar los rollos a muestrear. Las muestras deberán tomarse a lo ancho de cada rollo muestreado y con una longitud de 1m, salvo especificación contraria. Si el inicio del rollo está dañado, se desechará para muestreo toda la zona dañada.

Como norma general se desechará los 0,5 primeros metros para el muestreo. La información precisa sobre el lote de procedencia de cada rollo debe ser proporcionada por el fabricante o instalador.

La muestra así obtenida será codificada bajo norma UNE-EN ISO 10320 y enviada al laboratorio de Control de Calidad donde será sometida a los ensayos anteriormente descritos.

Una vez realizados los ensayos serán entregados a la Dirección Facultativa en su correspondiente informe sellado y firmado por laboratorio y técnico responsable, para su aceptación o rechazo a la vista de los resultados obtenidos.

✚ Criterios de aceptación / rechazo

Las láminas de PEAD deberán cumplir para su aceptación los valores mínimos de los ensayos a realizar que figuran en el siguiente cuadro, o los facilitados por el fabricante, si son superiores a los indicados:

ENSAYO	NORMA	VALOR RECOMENDADO POR NORMA UNE 104427:2010
Densidad	UNE-EN ISO 1183-1:2019 Método A	≥ 0.940 g/m ³
Espesor	UNE-EN 1849-2:2020	≥ del valor nominal
Resistencia al desgarro	UNE ISO 34-1:2011 Método B, procedimiento (a)	≥ 135 N / mm
Resistencia a la tracción	UNE-EN ISO 527-1:2020, UNE-EN ISO 527-3:2019	Resistencia a la tracción a la rotura ≥ 26 MPa Tracción en el límite elástico ≥ 16 MPa
Alargamiento	UNE-EN ISO 527-1:2020, UNE-EN ISO 527-3:2019	Alargamiento en la rotura ≥ 700 % Alargamiento en el límite elástico ≥ 8 %
Índice de fluidez	UNE-EN ISO 1133-1:2023 Método A 190 °C; 2,16 Kg	≤ 1 g/10 min
Contenido de Negro de Carbono	UNE 53375:2021	2.25 ± 0.25
Dispersión de Negro de Carbono	ISO 18553:2002, ISO 18553:2002/Amd 1:2007	≤ 3
Resistencia al punzonado estático CBR	UNE-EN ISO 12236:2007	≥ 3,5 KN
Tiempo de inducción oxidativa	UNE-EN 11357-6:2018	≥ 100 minutos
Resistencia a la fisuración bajo tensión en un tensoactivo, sent. transv. Stress Cracking 300 h (SP-NCTL)	UNE-EN 14576:2006 o ASTM D 5397-99	≥ 300 horas

Las geomembranas suministradas por el fabricante en rollos vendrán identificadas con su número de fabricación y embaladas adecuadamente para permitir su fácil manipulación en la carga y descarga.

Los rollos deberán ser identificados con una etiqueta de control donde se especifique, como mínimo, la siguiente información:

- Nombre del fabricante.
- Identificación del producto.
- Espesor.
- Número de rollo.
- Dimensiones del rollo (ancho y longitud).
- Peso del rollo.
- Referencia de la Norma que cumple.
- Marcado CE

2.90. GEOTEXTIL

Bajo lámina de polietileno se proyecta la colocación de un geotextil de gramaje mínimo de 250 g/m² de filamento continuo 100% de polipropileno, no tejido, agujeteado, para proteger la geomembrana de PEAD contra posibles punzonamientos.

A propuesta del contratista, la Dirección Facultativa elegirá un laboratorio de ensayos de contrastada experiencia y con acreditación para realizar los ensayos de los materiales geosintéticos que a continuación se relacionan:

- Ensayo de peso total unitario bajo norma UNE-EN ISO 9864:2005.
- Ensayo de tracción y alargamiento bajo norma UNE-EN ISO 10319:2015
- Ensayo de resistencia a la perforación estático CBR bajo norma UNE-EN ISO 12236:2007.
- Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caída de cono bajo norma UNE-EN ISO 13433:2007.
- Ensayo de espesor bajo carga de 2 kN/m² bajo norma UNE-EN ISO 9863-1:2017.
- Ensayo de determinación de la materia prima (DSC). Calorimetría diferencial.

Se hará una toma de muestras de material según UNE 104427:2010 o según el número de lotes de fabricación recibidos en obra. El número total de muestreos en el geotextil es de 4, por tanto, habrá 4 ensayos de cada uno de los referidos en el párrafo anterior.

Las muestras deberán tomarse después de que se haya comprobado que todos los rollos de lote están presentes en la obra. Las muestras se tomarán de rollos que no presenten desperfecto alguno, y, salvo indicación en contra, tendrán una longitud de 1m por todo el ancho del rollo, desechando el primer 0,5 m.

Siempre que sea posible, se procura exigir el suministro de rollos pertenecientes a un único lote, definiéndose lote como un grupo de rollos fabricados consecutivamente y procedentes de la misma línea de producción.

Las muestras tomadas para conformidad de materiales serán codificadas bajo norma UNE - EN ISO 10320 por el control de calidad que se encargará de su envío al laboratorio.

Una vez realizados los ensayos serán entregados a la Dirección Facultativa en su correspondiente informe sellado y firmado por laboratorio y técnico responsable, para su aceptación o rechazo a la vista de los resultados obtenidos.

❏ Criterios de aceptación / rechazo

Los geotextiles de protección de la geomembrana deberán cumplir para su aceptación los valores mínimos de los ensayos a realizar que figuran en el siguiente cuadro o los que facilite el fabricante, si son superiores a estos:

Parámetro	Unidad	Valor mínimo GTX bajo GMB según UNE 104425:2001	Valor mínimo GTX sobre GMB según UNE 104425:2001	Norma
Peso unitario	g/m ²	≥200	≥300	UNE-EN ISO 9864:2005
Resistencia a perforación CBR	N	≥1000	≥2000	UNE-EN ISO 12236:2007
Resistencia por caída de cono	mm	≤ 23	≤ 17	UNE-EN ISO 13433:2007
Resistencia a tracción	kN/m	≥4	≥8	UNE-EN ISO 10319:2015
Alargamiento	%	≥50	≥50	UNE-EN ISO 10319:2015
Espesor	mm	≥2	≥3	UNE-EN ISO 9863-1:2017
Determinación de la Materia Prima (DSC)	%	100 % polipropileno	100 % polipropileno	Calorimetría diferencial

NOTA - La masa por unidad de superficie y la determinación de la materia prima de los geotextiles será considerada sólo como un parámetro de verificación e identificación de que el geotextil recibido en obra sea el geotextil que se ha solicitado, junto con la norma para la identificación in situ, la norma UNE-EN ISO 10320

El solapo de los geotextiles será de, al menos, 10 cm si la unión se realiza por cosido o calor; si no, el solapo será de 25 cm.

Durante la colocación, se lastrará el geotextil mediante sacos de arena, neumáticos... para evitar levantamientos producidos por el viento. Lo que no deberá hacerse es fijarlo al suelo mecánicamente con pinzas metálicas ni elementos que pudieran punzonar las geomembranas.

2.91. GEODREN DE LA BALSA

Bajo lámina de polietileno y para protegerla contra posibles punzonamientos se coloca un geodren modelo interdrain o similar resistente a la exposición en intemperie y radiación UV, compuesto por dos láminas de geotextiltextil y una capa drenante interna de filamentos de polietileno con un espesor mínimo de 9,7 mm, capaz de drenar al menos 0,3 l/m.s a una presión de 200 kN/m².

Las dos capas de geotextil tendrán un gramaje mínimo de 200 g/m² de filamento continuo 100% de polipropileno, no tejido, agujeteado.

A propuesta del contratista, la Dirección Facultativa elegirá un laboratorio de ensayos de contrastada experiencia y con acreditación para realizar los ensayos de los materiales geosintéticos que a continuación se relacionan:

- Ensayo de peso total unitario bajo norma UNE-EN ISO 9864:2005.
- Ensayo de tracción y alargamiento bajo norma UNE-EN ISO 10319:2015
- Ensayo de resistencia a la perforación estático CBR bajo norma UNE-EN ISO 12236:2007.
- Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caída de cono bajo norma UNE-EN ISO 13433:2007.
- Ensayo de espesor bajo carga de 2 kN/m² bajo norma UNE-EN ISO 9863-1:2017.
- Ensayo de determinación de la materia prima (DSC). Calorimetría diferencial.

Se hará una toma de muestras de material según UNE 104427:2010 o según el número de lotes de fabricación recibidos en obra. El número total de muestreos en el geotextil es de 4, por tanto, habrá 4 ensayos de cada uno de los referidos en el párrafo anterior.

Las muestras deberán tomarse después de que se haya comprobado que todos los rollos de lote están presentes en la obra. Las muestras se tomarán de rollos que no presenten desperfecto alguno, y, salvo indicación en contra, tendrán una longitud de 1m por todo el ancho del rollo, desechando el primer 0,5 m.

Siempre que sea posible, se procura exigir el suministro de rollos pertenecientes a un único lote, definiéndose lote como un grupo de rollos fabricados consecutivamente y procedentes de la misma línea de producción.

Las muestras tomadas para conformidad de materiales serán codificadas bajo norma UNE - EN ISO 10320 por el control de calidad que se encargará de su envío al laboratorio.

Una vez realizados los ensayos serán entregados a la Dirección Facultativa en su correspondiente informe sellado y firmado por laboratorio y técnico responsable, para su aceptación o rechazo a la vista de los resultados obtenidos.

Criterios de aceptación / rechazo

Los geotextiles de protección de la geomembrana deberán cumplir para su aceptación los valores mínimos de los ensayos a realizar que figuran en el siguiente cuadro o los que facilite el fabricante, si son superiores a estos:

Parámetro	Unidad	Valor mínimo GTX bajo GMB según UNE 104425:2001	Valor mínimo GTX sobre GMB según UNE 104425:2001	Norma
Peso unitario	g/m ²	≥200	≥300	UNE-EN ISO 9864:2005
Resistencia a perforación CBR	N	≥1000	≥2000	UNE-EN ISO 12236:2007
Resistencia por caída de cono	mm	≤ 23	≤ 17	UNE-EN ISO 13433:2007
Resistencia a tracción	kN/m	≥4	≥8	UNE-EN ISO 10319:2015
Alargamiento	%	≥50	≥50	UNE-EN ISO 10319:2015
Espesor	mm	≥2	≥3	UNE-EN ISO 9863-1:2017
Determinación de la Materia Prima (DSC)	%	100 % polipropileno	100 % polipropileno	Calorimetría diferencial

NOTA - La masa por unidad de superficie y la determinación de la materia prima de los geotextiles será considerada sólo como un parámetro de verificación e identificación de que el geotextil recibido en obra sea el geotextil que se ha solicitado, junto con la norma para la identificación in situ, la norma UNE-EN ISO 10320

El solapo de los geotextiles será de, al menos, 10 cm si la unión se realiza por cosido o calor; sino el solapo será de 25 cm.

Durante la colocación, se lastrará el geotextil mediante sacos de arena, neumáticos... para evitar levantamientos producidos por el viento. Lo que no deberá hacerse es fijarlo al suelo mecánicamente con pinzas metálicas ni elementos que pudieran punzonar las geomembranas.

2.92. MADERAS

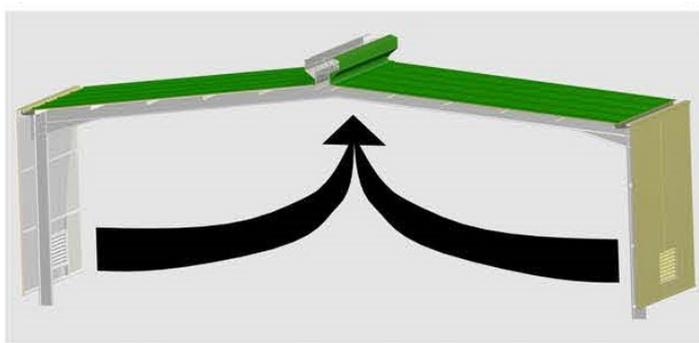
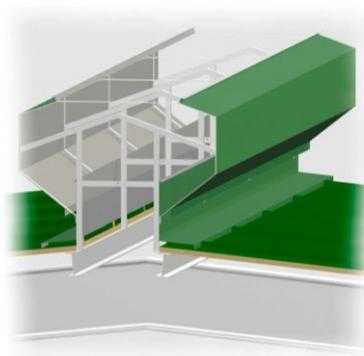
Cualquiera que sea su procedencia, la madera que se emplee en construcciones definidas como provisionales o auxiliares que exija la construcción de aquellas, tales como cimbras, encofrados, andamios, ataguías, pasos provisionales, etc. deberá reunir las condiciones siguientes:

- Estará desprovista de nudos, vetas e irregularidades en sus fibras y sin indicios de enfermedad de diversos orígenes que padece este material y que accionan la descomposición del sistema fibroso.
- En el momento de su empleo estará seca y, en general, especialmente la que se destine a la ejecución de las obras definitivas, contendrá poca albura.
- La Dirección de Obra, fijará en cada caso en las permanentes, la especie más adecuada y sus dimensiones precisas cuando no estén especificadas en los planos generales del proyecto y en los correspondientes presupuestos parciales.

2.93. AIREADOR LINEAL ESTÁTICO

Diseño

- Soporte de aireador a base de tubo y pletina laminada en frío, incluso aplicación de pintura al horno (Epoxi).
- Remate de envolvente, cumbrera, babero lateral, tapas y lama de giro, en chapa galvanizada y prelacada.
- Malla mosquitera o pajarera galvanizada.
- Cable de acero galvanizado (en el caso de lama practicable manual).
- Torno. Manivela de apertura-cierra (en el caso de lama practicable manual).
- Motor eléctrico de 230 VA (en el caso de lama practicable con motor eléctrico).
- Pulsador tres posiciones (en el caso de lama practicable con motor eléctrico).



-

2.94. MÓDULOS SOLARES

Se instalará módulos solares fotovoltaicos con las siguientes características: células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 665 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 38,5 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 17,28A, tensión en circuito abierto (Voc) 49,75 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 18,51 A, eficiencia 21,4%, 132 células, marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 2108 x 1048 x 40 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m², resistencia a la carga de la nieve 2400 Kpa, peso 25,5 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores, tipo HIKU7 CS7N-665MS o similar.

2.95. SEGUIDOR SOLAR

Se emplearán seguidores a un eje horizontal formado por de acero galvanizado en los cuales se fija un cabezal tipo casquillo donde irá montado el eje cilíndrico de giro principal sobre el que rotan todos los módulos solares. Dichos pilares van alineados y repartidos 3 a 3 a cada lado del pilar motor tipo HBE. El pilar motor va ubicado en el centro del seguidor y lleva instalado el conjunto motor-sinfín que acciona todo el eje cilíndrico de giro principal. Dicho motor es alimentado desde una unidad de “control y alimentación” autónoma, incorporada a cada seguidor y funciona sin suministro eléctrico adicional. Los módulos solares se fijan al tubo principal de giro mediante unos perfiles en omega a través de tornillería de acero inoxidable. La capacidad portante máxima de este seguidor es de 48 módulos y los ángulos máximos de seguimiento van de -55° a 55°.

Se instalarán conforme a las buenas prácticas de montaje de la norma UNE-EN 60204-1.

Condiciones de instalación estructural

A continuación, se describen los parámetros a observar para la instalación correcta estructural:

- Distancia mínima del módulo solar
- Altura máxima desenterrada de los pilares: 1040 mm
- Irregularidad máxima del terreno a lo largo del seguidor: máxima-mínima distancia de seguridad del módulo al suelo
- Instalación de cajas de string, inversores de string u otros: se permite su instalación bajo el seguidor siempre que no deriven en un impacto mecánico en el ciclo de su movimiento. Se colocarán sobre estructura específica, nunca fijados a pilares o cualquier otro componente del seguidor

Trabajos previos a la cimentación

Antes de comenzar con los trabajos de cimentación se ha de verificar que las condiciones del terreno son compatibles con la elaboración del layout de obra, si no es así, se acometerán los trabajos de obra civil necesarios.

Antes del inicio de los trabajos de marcaje y cimentación, será obligatoria la elaboración de un plano de cimentaciones que debe contener al menos la siguiente información para todas las cimentaciones de obra:

- Tipo de cimentación
- Profundidad de cimentación (mínimo 1200 mm)
- Diámetro de perforación
- Diámetro de broca de perforación

- Tipo de hormigón a emplear
- Características del pilar

Se marcarán topográficamente los puntos donde se ejecutarán las cimentaciones; identificando de forma inequívoca cada punto en función de las características de la cimentación a ejecutar y del tipo de pilar (Pilar central/Pilar general, Expuesto/resguardado).

En dirección N-S, la distancia entre los pilares se medirá en un plano paralelo a la pendiente del terreno del seguidor.

Se procederá a repartir los pilares empleando la máquina necesaria para dichas tareas.

Irregularidades del terreno

Se acondicionará el terreno a las condiciones exigidas por el fabricante del seguidor y el resultado final del compactado del material de relleno (si fuera necesario) debe de tener al menos las mismas características geotécnicas que el terreno original.

La definición de la distancia mínima del módulo solar al terreno se ajustará a las limitaciones indicadas por el fabricante de los seguidores.

Micropilotes

Se deberá garantizar el cumplimiento de las tolerancias determinadas por el fabricante del seguidor.

Se deberá verificar que no existe agua acumulada en el fondo de la perforación antes de realizar el vertido del hormigón.

Se deberá verificar que en el fondo del orificio no queden restos de material de perforación.

Se deberá comprobar el correcto vertido y llenado de la cimentación. Se vibrará el hormigón durante el vertido.

Durante el proceso de hormigonado se debe garantizar que el pilar no sufre daños en la cabeza ni en la base.

En caso de que se produzcan daños por desperfectos de galvanizado en la superficie de los pilares, se repararán si ha lugar, según el procedimiento marcado por el fabricante, salvo que se considere que no tiene reparación.

Se debe garantizar la profundidad de cimentación establecida.

Tolerancia de instalación de pilares

Para el montaje adecuado se debe de cumplir con el conjunto de las tolerancias de diseño prescritas por el fabricante. Todas las tolerancias deben respetarse conjuntamente (verticalidad+torsión+altura+desviación N-S).

Cualquier pilar que no cumpla con las tolerancias establecidas deberá ser corregido o demolido.

No se permitirá la instalación de la estructura en caso de que exista algún pilar incorrectamente instalado.

La referencia para el montaje de la estructura será siempre el extremo superior del pilar central ya hincado, por lo que las tolerancias de montaje serán siempre referidas a ese punto.

Secuencia de instalación de los pilares

Para la correcta instalación de los pilares se recomienda seguir la siguiente secuencia de instalación: Pilar central-Pilar general de un extremo-Generar línea de referencia N-S entre el pilar central y el pilar general extremo-Pilar más cercano al extremo, teniendo en cuenta que su extremo superior debe cumplir con las tolerancias establecidas-Pilar siguiente más cercano al extremo. Instalados los pilares de la mitad del seguidor, se instalará el más cercano al central y así hasta el Pilar extremo.

Es obligatorio respetar la orientación de los pilares durante la instalación.

Validaciones de las profundidades de cimentación

Será obligada la comprobación de la profundidad de incado, mediante validación por criterio de muestra.

Deformaciones y desperfectos en pilares

No se admitirán deformaciones o desperfectos en los pilares.

❏ Instrucciones de almacenamiento, montaje y reparación del fabricante

Será de obligado cumplimiento las prescripciones que establece el fabricante en sus diferentes aspectos.

2.96. INVERSOR AISLADA

Se empleará un inversor monofásico de tensión nominal FRONIUS Eco 27.0-3 O SIMILAR 27kW o similar, potencia máxima a 25°C de 25.000 VA (25.000W), potencia pico: 37,800W, eficacia máxima 98,3%, frecuencia salida 50Hz, tipo de onda senoidal pura, del tipo Victron Phoenix equivalente.

❏ Protecciones

Cortocircuito de salida, sobrecarga, tensión de la batería demasiado alta, tensión de la batería demasiado baja; temperatura demasiado alta, 230 V CA en la salida del inversor y ondulación de la tensión de entrada demasiado alta.

❏ Normativa

UNE-EN 60335-1, UNE-EN IEC 55014-1, UNE-EN IEC 55014-2.

2.97. SISTEMA DE TELECONTROL

El objeto de este apartado es definir las condiciones técnicas de los equipos, así como las prescripciones generales que han de regir en el desarrollo de las obras relativas a la instalación de instrumentación, características de los materiales a emplear, normas que se han de seguir, control, automatización y adquisición de datos para el sistema de telegestión de redes de riego, así como las pruebas previstas para la recepción y plazo de garantía.

Se hace constar que las condiciones que se exigen en el presente Pliego serán las mínimas aceptables.

Obras que comprende:

- Centro de control
- Unidad maestra
- Unidad remota RTU

El presente apartado comprende las instalaciones necesarias para la telecontrol local y centralizada de la red de riego, que estará compuesta de los elementos que, de forma general, serán:

2.97.1. CENTRO DE CONTROL

Se define como centro de control el conjunto de equipos informáticos y aplicaciones diseñado para recopilar y procesar, de forma automática, los parámetros de estado del hidrante (estado de la válvula, lectura del contador, etc.) necesarios para la gestión y control del mismo. Los dispositivos que comprende el centro de control son:

- Un PC de calidad contrastada, para trabajo 24/24. Se incorporarán las protecciones adecuadas en la alimentación.
- SAI para asegurar el funcionamiento del sistema informático y de los equipos de comunicación durante cortes esporádicos de suministro eléctrico, con capacidad de suministro para cortes de duración de hasta 30 minutos.
- Conversor-aislador RS-232 a RS-485 para la comunicación vía cable entre el equipo y la Unidad Maestra.
- Software para centro de control SOFSCADA.

2.97.2. UNIDAD MAESTRA (CONCENTRADORA)

▣ Ubicación

La unidad maestra se ubica en un armario eléctrico con montaje carril DIN junto al equipo de comunicación radio-módem.

▣ Capacidad

Tendrá las siguientes características:

- 128 unidades remotas asociadas RTU (del modelo de mayor número de E/S)
- 1536 totalizadores
- 1536 caudales instantáneos
- 1024 solenoides (válvulas)
- 1536 estados de entradas digitales
- 256 medidas analógicas externas
- 128 registros de estados comunicación
- 128 registros de niveles de señal radio RSSI
- 128 registros de nivel pila

▣ Alimentación

Se alimenta con 12 VCC (entre 10,8 y 15,6 Vcc) (debe permitir alimentación fotovoltaica y/o operación a 12V durante un corte en suministro eléctrico)

▣ Consumo medio

Será inferior a 400 mA y si se alimenta por red eléctrica debe permitir, en caso de corte de suministro, una autonomía superior a 12 horas con el empleo de baterías recargables pequeñas (algunos Ah). Permite la alimentación solar con tamaños pequeños de panel.

Funciones

Sus funciones esenciales se enumeran en:

- Comunicación autónoma con las unidades remotas asociadas
- Concentración de todas las variables de entrada de las remotas asociadas: Entradas digitales, totalizadores, caudales, entradas analógicas y alarma intrusión
- Concentración de todas las variables de salida de las remotas asociadas (solenoides)
- Concentración de medidas internas de las remotas (tensión pila y estado de comunicación radio)
- Concentración de medidas efectuadas por el propio concentrador (Valor de señal radio del enlace con cada Unidad Remota, en los dos sentidos)
- Función cierre de solenoides por fallo en Centro de Control o enlace: Esta función realiza el cierre autónomo de todos los solenoides de las Unidades Remotas asociadas, en caso de pérdida del enlace o caída del Centro de Control. Deberá poder activarse o no. En caso de cierre, éste debe realizarse de manera progresiva para no provocar sobrepresiones excesivas en la red de suministro.
- Deberá incorporar la posibilidad de conmutar su modo de funcionamiento entre el modo normal autónomo con las unidades remotas y el modo transparente, para poder efectuar operaciones de actualización de firmware o reconfiguración de las unidades remotas, de manera individual o colectiva (broadcast). En el modo transparente se comporta como un radiomodem que permite la comunicación directa entre el Centro de Control y las unidades remotas.
- Modo Directo: Permitirá la comunicación directa del Centro de Control con una o más unidades RTU, empleando la unidad Master como modem transparente y, simultáneamente, manteniendo la unidad Maestra la comunicación secuencial normal con el resto de unidades RTU asociadas. Debe mantenerse el funcionamiento normal del sistema aún durante la lectura de históricos o carga de programas de riego de una RTU.

Puerto de Configuración

Dispone de conexión: RS-232 y RS-485, para la configuración de la unidad, el canal radio, el código de red (seguridad de los datos), la dirección ModBus de unidad, el forzado de test de transmisión y recepción radio con medidas de nivel de señal RSSI con precisión mejor que +/- 2 dBm, guardado y recuperación de configuraciones. Deberá permitir guardar la configuración de cada unidad en un fichero y permitir la configuración de una unidad empleando una configuración guardada.

❏ Puerto de Datos: Comunicación con el Centro de Control

Dispone de conexión Serie RS-232 y RS-485 o Ethernet.

❏ Protocolo

ModBus RTU o ModBus TCP-IP (es un protocolo universalmente conocido, muy empleado en sistemas de control y soportado por la mayoría de fabricantes de software SCADA y PLC's).

❏ Las velocidades en conexión serie

2400 y 9600 bps (se admiten otras velocidades adicionales).

❏ El formato de carácter en conexión serie

8N1, 8E1, 8O1.

Debe permitir la configuración a través del puerto de datos.

❏ Cableado y mástiles de antena

La torreta arriostrada tendrá una altura mínima de 12 m. El cable de pérdidas < 0,2 dB/m.

La antena omnidireccional tendrá adecuada fijación, capaz de soportar vientos de hasta a 180 Km/hora.

❏ Condiciones ambientales y seguridad

La unidad será integrada, conteniendo la circuitería de control y la circuitería de comunicación radio con las Unidades Remotas.

- Contenido en envoltorio con grado de protección IP50.
- Temperatura de funcionamiento entre -25°C a +60°C.
- Los puertos de comunicación y entrada de alimentación deberán disponer de protecciones integradas frente a descargas electrostáticas y soportar descargas de hasta una potencia de 500W (10/1000 μ S).
- Homologación según directiva europea 2014/53 CE transpuesta a la legislación española por el RD 188/2016.
- Seguridad eléctrica: Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo
- Compatibilidad electromagnética: Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo
- Homologación radio: ETS EN 300 113-2

❏ Instalación general

Se realizará bajo cubierto dentro de una caseta ventilada y cerrada, dentro de un armario eléctrico con montaje carril-DIN.

El armario eléctrico también contendrá el radiomodem de comunicación y toda la otra electrónica de alimentación y control que éste presente (fuentes alimentación, convertidores-reguladores, convertidor-aislador, etc..). Incluirá un interruptor magnético para detectar apertura de puerta.

Al encontrarse la unidad maestra en el Centro de Control, se utilizará un convertidor-aislador RS-232 a RS-485 para la comunicación con el PC (si la distancia supera los 15 metros).

La caseta ha de estar ubicada justo debajo de la torreta donde se ubique la antena de manera que la longitud del cable de antena sea la más corta posible.

Cableado y mástiles de antena

La torreta arriostrada tendrá una altura mínima de 12 m. El cable de pérdidas < 0,2 dB/m.

La antena omnidireccional tendrá adecuada fijación, capaz de soportar vientos de hasta a 180 Km/hora.

SAI

El SAI tendrá que garantizar una autonomía de 12 horas sin alimentación con una capacidad de baterías remanente del 50%. Dado que tanto la Unidad Maestra como los Radio-módem se alimentarán a 12V, podrá emplearse un sistema de SAI simple que proporcione 12 V de continua.

2.97.3. UNIDAD REMOTA RTU

Características

Dispondrá de salidas para el control de la apertura y cierre de válvulas solenoide tipo latch. Son compatibles con solenoides de 3 hilos con positivo común o negativo común, con control por descarga de condensador $\leq 4700 \mu\text{F}$, o de 2 hilos, con control por descarga de condensación $4700 \mu\text{F}$.

La salida tendrá una tensión inicial de descarga de 19 V, una capacidad de corriente instantánea máxima de 7 A y capacidad para soportar cortocircuito de la salida sin deterioro.

Deberá incorporar una función de cierre automático en caso de que su contador asociado sobrepase un determinado caudal con las siguientes configuraciones:

- Configuración de la asociación solenoide / contador
- Configuración del caudal de corte
- Configuración del tiempo mínimo de sobrecaudal antes del corte
- Generación y transmisión al Centro del estado de corte por sobrecaudal
- Posibilidad de reset del estado de sobrecaudal de forma local o remota

Deberá incorporar una función de cierre automático en caso de una sobrepresión en la red:

- Configuración de la asociación solenoide / sensor de presión
- Configuración de la presión de corte
- Generación y transmisión al Centro del estado de corte por sobrepresión
- Posibilidad de reset del estado de sobrepresión de forma local o remota

Incorporará una función de cierre opcional de solenoides por fallo con Unidad Maestra. Esta función realiza el cierre autónomo de los solenoides en caso de pérdida del enlace con la Unidad Maestra. Deberá poder activarse o no.

Las entradas de impulsos de contador con función Totalizador y Caudalímetro serán compatibles con impulsos generados por contadores provistos de salida por contacto mecánico (reed) libre de potencial, contacto electrónico por transistor bipolar NPN colector abierto (con y sin diodo serie de protección) y por contacto electrónico sin polaridad por transistor FET (con y sin resistencia 100 ohm de protección).

La frecuencia de impulsos de entrada (F_{max}): 5 impulsos/segundo y el filtraje integrado de estados de duración inferior a 30 mS.

La función Totalizador debe incorporar factores de división: 1; 2; 4; 5; 8; 10; 20; 40; 50; 80; 100 y 200, para la adecuación de pulsos al totalizador. La función DataLogger local para totalizadores, totalizadores horarios y medidas analógicas (configurable).

Debe proporcionar totalizaciones y consumos horarios (totalizadores horarios) y transmitir a la Unidad Maestra valores de totalizadores (no pulsos).

La función Caudalímetro efectuará sus cálculos a través de la medida del período de los impulsos. Los rangos de medida desde F_{max} hasta 1 impulso/hora. El rango dinámico de la medida de caudal de 150 para error máximo de 2% sobre la medida.

Debe incorporar la función de auto-cero progresivo en caso de parada del contador.

Otras funciones incorporadas en las RTU son: medida del tiempo acumulado de contacto cerrado (para medida de duraciones de lavado filtros), conteo de n° de cierres de contacto

con filtraje configurable entre incrementos (nº de lavados filtro) y reloj/calendario sincronizable automáticamente con la unidad Maestra.

Entradas y salidas

Las entradas de estados Digitales serán de las mismas características que la entrada impulsos del contador.

La entrada de alarma de intrusión por contacto (mismas características que la entrada de impulsos del contador). Debe poder seleccionarse la alarma por apertura o por cierre del contacto.

Las entradas analógicas presentarán las siguientes características:

- Compatible con sensores tipo: 0-20 mA; 4-20 mA de 2 ó 3 hilos
- La RTU debe proporcionar la alimentación de los sensores analógicos conectados (presión, temperatura, humedad,...): Tensión continua y estabilizada, de entre 14,5 y 20 V
- Debe permitir un consumo por sensor de hasta 30 mA. -
- Debe incorporar protección frente a cortocircuito.
- Resolución de conversión: ≥ 11 bits
- Precisión de medida: Igual o mejor que 0,1 % FS @ 25 °C
- Deriva: $\leq 0,007$ % FS / °C
- Aislamiento: Los sensores deben permanecer desconectados (aislados) mediante relés incorporados en la unidad RTU entre las medidas, para disminuir los riesgos de rotura por corrientes de tierra durante tormentas. Los sensores sólo se conectarán a la RTU de forma breve y automática durante la ejecución de una medida.

Dispondrá de conexión local para configuración y/o test capaz de soportar dos tipos de conexión: Serie tipo RS-232 para PC (con software de PC específico de configuración y test) y Bluetooth para Smartphone (con App. Específica de configuración y test).

Debe permitir la configuración de la unidad en los siguientes aspectos:

- Seleccionar los preselectores de contadores
- Inicialización de totalizadores
- Seleccionar rangos de medida de caudales
- Definir tipos de entrada analógica
- Configurar el Canal radio
- Código de red (seguridad datos radio)
- Modo de operación (autónomo / remoto)
- Programas de riego autónomo

- Ajuste del reloj/calendario

Debe permitir la visualización local de los siguientes caracteres:

- Totalizadores (8 cifras)
- Histórico de totalizadores horarios (> 15 días, 1 lectura/hora)
- Caudales instantáneos
- Medidas analógicas
- Estados de válvulas
- Tensión alimentación (pila)
- Número de serie
- Versión y chksum del Firmware y del Loader
- Estados de comunicación
- Alarmas
- Temperatura de la unidad
- Grado de enlace radio (calidad enlace) con precisión de +/- 1 dBm Forzado de:
- Apertura / cierre de válvulas
- Medidas analógicas
- Tests de transmisión y recepción radio con medida continua de señal RSSI (para orientación de antenas y confirmación grado cobertura enlace)

La actualización del Firmware de la unidad guardado y recuperación de configuraciones deberá permitir guardar la configuración de cada unidad en un fichero y la configuración de una unidad empleando una configuración guardada.

Comunicaciones entre Unidad Remota y su Unidad Concentradora

Tendrá los siguientes requisitos técnicos:

- Comunicación a través de canal radio
- Equipo radio de comunicación de datos integrado en la unidad
- Banda: UHF o VHF de uso privativo (con licencia) o no
- Canalización: 12,5 KHz ó 25 KHz (869 MHz)
- Número de canales disponibles en un mismo hardware RF: >= 2000
- Potencia de transmisión nominal: >= 27 dBm (500 mW)
- Sensibilidad del receptor: Mejor que -114 dBm
- Estabilidad en frecuencia mejor o igual a: ± 3 ppm de -30 °C a + 60 °C
- Conexión de antena mediante acople en alterna (la antena debe estar aislada en continua de la masa del equipo y de tierra, tanto en el elemento activo como en el no activo para aumentar la protección a descargas atmosféricas)
- Tramas de datos: Deben incluir encriptación y detección de errores
- Salida para antena exterior con conector TNC hembra

✚ **Período de comunicación radio y tiempos de respuesta**

Tendrá los siguientes requisitos técnicos:

- Comunicación radio continua y periódica cada 1 minuto o menos, entre cada Unidad Remota y su Unidad Concentradora.
- Tiempos de actualización / control (entre Unidad Remota y Unidad Concentradora):
- Actualización periódica de los estados de control de solenoides (válvulas): Cada 1 minuto o menos
- Actualización de valores de caudales instantáneos: Cada 5 minutos o menos
- Actualización de valores de totalizadores de contadores: Cada 15 minutos o menos
- Actualización de valores de medidas analógicas: Cada 5 minutos o menos
- Actualización de valores de medidas internas (tensión alimentación, nivel de señal enlace radio, etc.): Cada 15 minutos o mejor
- Actualización del Firmware de la unidad RTU, de manera individual y conjunta (broadcast). La actualización remota del firmware de todas las unidades RTU de una red no debe superar los 30 minutos.
- Reconfiguración de una Unidad
- Actualización de Totalizadores
- Carga de programas autónomos de riego
- Sincronismo automático de los relojes/calendario de las Unidades Remotas con el Centro de Control.

✚ **Alimentación de la Unidad Remota**

Se empleará una única pila o paquete no recargable para la alimentación de toda la unidad incluyendo la alimentación de los circuitos de control, los de radio y la alimentación de solenoides y sensórica analógica tipo 4-20 mA 2 hilos externa.

La pila será de tecnología Li y de una capacidad menor o igual que 12 AH, tensión nominal: 7,3 V, autodescarga: $\leq 3\%$ / año (@ 20 °C. Debe permitir almacenaje. Su rango de temperatura de funcionamiento será superior o igual al de la unidad.

Estará libre de componentes contaminantes como Mercurio, plata o plomo.

La unidad remota indicará a la unidad concentradora el estado de la pila y en su momento la necesidad de sustitución. La unidad debe mantener los datos de configuración aún en ausencia de alimentación.

Duración de la pila

Su duración será superior a 3 años. La pila realiza la alimentación de toda la unidad incluyendo la alimentación de los circuitos de control, los de radio y la alimentación de solenoides y sensorica analógica externa.

Se considera para el cálculo de duración de la pila, una unidad RTU tipo con las siguientes condiciones de trabajo: Unidad RTU con conexión a 6 contadores, 7 solenoides, 1 sensor 4-20 mA y comunicación radio con la Unidad Maestra cada 1 minuto con:

- Actualización periódica de los estados de control de solenoides (válvulas): Cada 1 minuto
- Actualización de valores de todos los caudales instantáneos: Cada 5 minutos
- Actualización de valores de todos los totalizadores de contadores: Cada 5 minutos
- Actualización de los totalizadores horarios de contadores (valores a cada hora exacta): Cada hora
- Actualización de valores de medidas analógicas: Cada 5 minutos
- Actualización de valores de tensión pilas: Cada 15 minutos
- 730 maniobras/año por cada solenoide
- Medidas analógicas (incluidos 20 mA para la alimentación del sensor): Cada 5 minutos.
- Duración de cada medida: 40 mS
- Medida de totalizadores y caudales: Continua
- Medidas de tensión pila y medidas relativas a comunicaciones radio: Cada 15 minutos
- Temperatura de funcionamiento dentro del rango, con una temperatura media de 30 °C

Indicación visual

La unidad incorpora algún tipo de indicación visual simple para verificar el funcionamiento de la misma

Instalación y Puesta en marcha

La instalación se hará bajo cubierta dentro de la arqueta de hidrante, con fijación mural en el punto más elevado posible.

La caja de la RTU y la salida de cables han de garantizar una protección IP-67 o superior. No se requiere que la RTU esté conectada a una toma de tierra. La unidad deberá disponer de los correspondientes conectores para la conexión de los elementos de medida y control.

Las conexiones deberán quedar protegidas del entorno.

La pila deberá ubicarse en el interior de la unidad y ser fácilmente extraíble/insertable, sin necesidad de emplear herramientas.

El acceso al interior de la unidad deberá ser simple y poder realizarse mediante el afloje de tornillo(s) de tapa o similar.

Las conexiones de entradas y salidas deberán ser mediante conectores enchufables interiores a la unidad y por apriete mediante tornillos.

La unidad deberá disponer de un elemento de sujeción para una fácil fijación a pared.

✚ Cambio de pila

La sustitución deberá poder ser efectuada por personal poco cualificado. Durante el cambio no deben perderse los valores de totalizadores, ni los parámetros de configuración.

✚ Sustitución de una Unidad Remota averiada

La sustitución deberá poder ser efectuada por personal poco cualificado. La unidad no deberá necesitar programación ni configuración local en la instalación (podrá pre-configurarse), exceptuando la puesta en hora de totalizadores.

✚ Modelos de Unidad Remota

Pueden existir unidades remotas con diferentes capacidades en cuanto a número de contadores, solenoides y entradas analógicas, según las necesidades de cada punto de la instalación.

Los elementos de control, comunicaciones, alimentación y caja deben ser comunes para todos los modelos de unidad remota, variando únicamente el número de elementos internos de circuitería de E/S.

Se exigirán modelos con capacidad combinada igual o superior a:

- Entradas digitales/contador: 12
- Salidas de solenoide: 10 de 2 ó 9 de 3 hilos
- Entrada analógica externa (incluye salida de alimentación): 4
- Las unidades remotas deben ser ampliables. Una unidad remota deberá poderse ampliar en un futuro hasta el número máximo de 12 entradas digitales/contador, 9 ó 10 salidas solenoide y 4 entradas analógicas.

La RTU debe disponer de la opción puerto serie tipo RS-485 que soporte el protocolo ModBus RTU para la conexión de un equipo programador de riegos de regante, que comunique con el Centro de Control aprovechando la misma red de comunicaciones de la RTU. Este puerto debe disponer de unos relés integrados de manera que la conexión entre la unidad RTU y los equipos programadores de riego esté aislada durante el tiempo en que no haya comunicación de datos. Mediante orden del Centro de Control debe poderse abrir el puerto RS-485 para soportar una comunicación directa entre el Centro y una de las unidades conectadas a dicho puerto de la RTU. Durante esta conexión no debe interrumpirse el normal funcionamiento de las comunicaciones automáticas y periódicas entre resto de unidades RTU y la unidad Maestra.

Cableado de señales

Conexión de contadores:

La distancia entre la RTU y los contadores no ha de exceder en ningún caso los 10 metros. La conexión debe hacerse con 2 hilos para cada contador, con cables trenzados con hilos de 0,5 mm² de sección o superior.

El aislamiento mínimo de 1500 voltios respecto a tierra y la capacidad <40 pF/m.

Conexión de solenoides:

La distancia máxima entre la RTU y los solenoides dependerá del tipo de solenoide y de la sección de cable (Ver especificaciones del fabricante). Puede variar entre un máximo de 1,5 m y 100 m.

La conexión puede tener 2 ó 3 hilos para cada solenoide. Los cables con hilos de 1 mm² ó 1,5 mm² de sección o superior. El aislamiento mínimo de 1500 voltios respecto a tierra.

Conexión de sensórica analógica:

El elemento de medida deberá estar aislado de tierra (> 500 V). En el caso de sensores tipo 4-20 mA a 2 hilos (los más comunes) se empleará cable apantallado y deberán ser operativos con tensiones mínimas de 12 VCC entre bornes.

Instalación de antena

El mástil de la antena tendrá al menos 3 m. El cableado se ejecutará por el interior del tubo. La entrada del cable a la arqueta protegida por tubo metálico.

✚ Condiciones ambientales y seguridad

- El grado de protección: Mejor o igual que IP-67 (incluye conexiones de E/S).
- Las tarjetas electrónicas deberán estar tropicalizadas mediante barnices específicos.
- Las entradas/salidas de cables a la unidad serán mediante prensaestopas de grado IP-67.
- La temperatura de funcionamiento estará entre -25°C y +60°C.
- Todas las E/S deberán disponer de protecciones integradas frente a descargas electrostáticas y soportar descargas de hasta una potencia de 500 W (10/1000 μ S).
- Homologación según directiva europea 2014/53 CE transpuesta a la legislación española por el RD 188/2016.
- Seguridad eléctrica: Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo
- Compatibilidad electromagnética: Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo
- La homologación de la radio de acuerdo al ETS EN 300 113-2.

2.97.4. COMUNICACIONES

Las comunicaciones emplearán sub-bandas en UHF específicas para la transmisión de datos. Se emplearán preferentemente frecuencias de uso privativo.

Las antenas empleadas serán simples y por tanto, resistentes a las inclemencias del tiempo.

La transmisión de información entre Unidad Remota y Unidad Maestra será redundante y repetitiva en el tiempo. Se incorporarán mecanismos de detección de errores basados en CRC polinomial.

Las unidades RTU y la Unidad Master deberán tener una potencia/sensibilidad suficiente para alcances de comunicación de varios kilómetros. La topología de la red deberá ser simple mediante enlaces directos entre las unidades RTU y la unidad Maestra. En ningún caso se aceptará el uso de repetidores radio entre las unidades RTU y la Unidad Master, ni tampoco se aceptarán unidades RTU que actúen de repetidor.

2.97.5. PARÁMETROS DE CONTROL Y ACTUACIÓN DEL SISTEMA

Desde el Centro de Control se han de poder visualizar los siguientes datos por cada hidrante:

Tipo de señal	Frecuencia muestreo	Rango y unidad
Consumo volumétrico (V)	15 minutos	Totalizadores en 8 cifras (m ³)
Consumo horario (V)	1 hora	Consumo entre cada hora exacta (m ³)
Caudal instantáneo (Q)	5 minutos	m ³ /h (configurable)
Señal analógica (Presión, etc.)	15 minutos	(configurable)

Desde el Centro de Control se ha de poder actuar en tiempo real sobre los siguientes elementos por hidrante:

Tipo de señal	Tiempo de actuación	Acciones
Estado de hidrante (V)	65 segundos	Abrir y cerrar

Desde el Centro de Control se han de poder visualizar los siguientes datos por cada hidrante:

Tipo de señal	Frecuencia muestreo	Rango y unidad
Consumo volumétrico (V)	15 minutos	Totalizadores en 8 cifras (m ³)
Consumo horario (V)	1 hora	Consumo entre cada hora exacta (m ³)
Caudal instantáneo (Q)	5 minutos	m ³ /h (configurable)
Señal analógica (Presión, etc.)	15 minutos	(configurable)

Desde el Centro de Control se ha de poder actuar en tiempo real sobre los siguientes elementos por hidrante:

Tipo de señal	Tiempo de actuación	Acciones
Estado de hidrante (V)	65 segundos	Abrir y cerrar

Desde el Centro de Control se han de poder visualizar los siguientes datos por cada punto de control (RTU):

Tipo de señal	Frecuencia muestreo	Descripción
Intrusismo (I)	<=5 minutos	Detección apertura puerta caseta o tapa arqueta
Medida analógica (Presión, nivel, humedad, etc.)	<= 5 minutos	Configurable
Estado de carga de pila y aviso de sustitución	<=15 minutos	Indicación cualitativa del nivel de carga de la pila y alarma cuando se llegue a un nivel de carga de la pila que garantice al menos 1 mes de autonomía
Nivel RSSI bidireccional	Cada comunicación	Valor del nivel de señal radio en cada sentido y alarma si desciende debajo de un nivel mínimo (para indicar deterioro de antena o degradación de unidad)
Calidad datos	Cada comunicación	Indicador de la calidad de los enlaces de datos vía radio de con cada Unidad Remota (RTU) con la Unidad Maestra. Alarma en caso de pérdida de comunicación o deterioro de la calidad del enlace
Temperatura de la unidad	<=15 minutos	Temperatura interna Es igual a la de la arqueta

2.97.6. TABLA DE INTERCAMBIO UNIVERSAL

La tabla de intercambio universal es una tabla de base de datos que está definida para el intercambio de información entre el programa de Gestión del Telecontrol (en cuya base de datos se puede encontrar), y los equipos remotos a través del frontal o frontales de comunicación instalados en el sistema. Posee un formato fijo soportado por SQL Server y conocido por todos los elementos del sistema.

Para que la tabla de intercambio pueda servir como un estándar de comunicación tiene que tener definida tanto la estructura de la misma como lo siguiente:

- Todas las posibles órdenes que se pueden mandar a las remotas o recibir de ellas y que tienen que ser entendidas por los frontales
- Un sistema de prioridades que ordena la comunicación entre las remotas y el/los programas de gestión
- Las confirmaciones de las comunicaciones de las órdenes al frontal y a las remotas, mediante la utilización de un código llamado ACK
- La especificación de los dispositivos con los que se puede comunicar

2.97.6.1. FORMATO DE LA TABLA DE INTERCAMBIO

El formato de la tabla de intercambio será el siguiente:

- IdRegistro (Int, no allow nulls). Identificador único del registro.
- FechaCreacion (Datetime, allow nulls). Fecha y hora de creación de ese registro.
- Prioridad (Int, allow nulls). Prioridad de la instrucción y forma de envío.
- TimeOut (Datetime, allow nulls). Caducidad del registro.
- Sistema (Varchar-50, allow nulls). Destinatario de la orden.
- TipoDispositivo (Varchar-50, allow nulls). Elemento de control o dispositivo al que va dirigida la orden.
- Tarjetas (Varchar-50, allow nulls). Identificador del equipo remoto del que procede o al que va dirigida la orden.
- Puertos (Varchar-50, allow nulls). Conexión correspondiente al elemento de control o dispositivo.
- Código (Varchar-30- allow nulls). Denominación de la orden.
- Datos (Varchar-200- allow nulls). Parámetros asociados a la orden.
- Ack (Int allow nulls). Código que indica el estado de evolución de la orden.

2.97.6.2. ÓRDENES DE LA TABLA DE INTERCAMBIO

Se recogerán y validarán por la Dirección de Obra, o quien esta designe, todas las órdenes y parámetros asociados que se podrán utilizar en la tabla de intercambio. Tanto las ordenes como sus parámetros serán conocidos por el frontal de comunicaciones para poder transmitir las correspondientes instrucciones a los terminales remotos y que éstos serán capaces de ejecutar.

2.97.6.3. PRIORIDADES DE LAS ÓRDENES

Se gestionarán las órdenes según una determinada prioridad indicada en uno de los campos de la tabla de intercambio.

Dependiendo de la prioridad el sistema podrá gestionar de una manera u otra el envío de datos en ambos sentidos de la comunicación.

PRIORIDAD	DESCRIPCIÓN	Intervalo	Prioridad. sustitutiva por defecto
0	Envío cuando exista conexión	0 al 9	0
10	Forzar comunicación en el día y envío cuando se produzca conexión	10 al 19	0
20	Forzar comunicación inmediata y envío en esa conexión	20 al 29	10
30	Envío por mensaje SMS	30 al 39	20
40	Envío por mensaje SMS y forzar comunicación en ese día	40 al 49	30
50	Envío por mensaje SMS y confirmar con mensaje SMS	50 al 59	40
60	Llamada directa	60 al 69	50
70	Envío de datos almacenados en el frontal	70 al 79	0

Todo mensaje SMS que se envíe en cualquiera de los dos sentidos se confirmará cuando se produzca una comunicación GSM/GPRS entre la remota y el centro de control. No se dará ninguna información como enviada mientras no se confirme de esta manera.

El campo prioridad, que se rellenará por parte del programa de gestión, será analizado por el frontal para el envío organizado de información.

El nivel de prioridad se organiza de esta forma para posibles ampliaciones de prioridades de envío.

A continuación, son detallados los distintos niveles básicos de prioridad de envío:

- **0. Envío cuando exista conexión**

Cuando la prioridad es 0 las entradas en la tabla de intercambio se almacenarán, por parte del frontal, esperando a que se produzca una comunicación de la remota con el centro de control.

- **10. Forzar comunicación en el día y envío cuando se produzca conexión**

Esta prioridad está orientado a las configuraciones de comunicación GSM con frecuencia de comunicación menor a la diaria, de tal manera que se enviará un mensaje SMS a la remota forzando a que establezca la comunicación, a la hora prefijada en la configuración

de la remota, le toque comunicar ese día o no. Cuando se produzca la comunicación se procederá al intercambio de la información.

Únicamente se mandará un mensaje a la remota coincidiendo con la primera entrada en la tabla de intercambio con esta prioridad y hasta la siguiente comunicación.

- **20. Forzar comunicación inmediata y envío en esa conexión**

Si la prioridad se establece con un valor 20 se mandará un mensaje SMS para que en el momento en que lo reciba la remota se ponga en contacto con el centro de control. Cuando se produzca esta comunicación se hará el intercambio de información.

- **30. Envío por mensaje SMS**

Para la prioridad de valor 30 el envío será por mensaje SMS. El frontal se encargará de concatenar los mensajes que lleguen en un determinado tiempo después del cual mandará el mensaje completo.

La confirmación de este mensaje se hará cuando se produzca la siguiente comunicación con el centro de control.

- **40. Envío por mensaje SMS y forzar comunicación en ese día**

Con prioridad 40 se enviará la información (concatenando de manera similar a la anterior) vía mensaje SMS y se incluirá un aviso a la remota para forzar la comunicación a la hora configurada. Cuando se establezca la comunicación se confirmará el mensaje enviado.

- **50. Envío por mensaje SMS y confirmar con mensaje SMS**

Cuando la prioridad sea 50 se enviará la información (concatenando de manera similar a la anterior) vía mensaje SMS y se solicitará una confirmación vía mensaje SMS por parte de la remota. Cuando se establezca comunicación con el centro de control se procederá a confirmar ambos mensajes.

- **60. Llamada directa**

Si la prioridad es 60 se hará una llamada directamente del centro de control a la remota para hacer el intercambio de la información por parte de ambos. Para este tipo de prioridades tendrá que haber un estado de escucha continua por parte de la remota.

- **70. Envío de datos almacenados en el frontal**

Para un valor de prioridad 70 el dato será procesado por el frontal, respondiendo con la última información que éste ha registrado de la remota. Bajo esta prioridad, el frontal responderá únicamente a peticiones de lecturas; para el caso del resto de órdenes, éstas serán gestionadas como si se tratara de un envío con prioridad 0.

Los valores intermedios entre estas prioridades, valores entre 0 y 9 y sucesivos, se podrán utilizar y se entenderán con la misma descripción que la de cabecera, teniendo que ordenarlos de mayor a menor a la hora de mandar los códigos a las remotas. Por ejemplo, primero se enviarán a la remota las órdenes con prioridad 9, después las de prioridad 8, y así sucesivamente hasta llegar a la prioridad 0.

Cualquier información pendiente deberá enviarse a las remotas en la siguiente comunicación, tenga la prioridad que tenga, salvo que se haya superado el tiempo del timeout.

2.97.6.4. ESTADO DE EVOLUCIÓN DE LAS ÓRDENES: CÓDIGOS ACK

La siguiente tabla detalla los diferentes códigos ACK a ser procesados:

CÓDIGO	SIGNIFICADO	RESPUESTA
0	Registro procesado por el frontal	Frontal
1	Fallo al procesar la orden	Frontal
2	Tarjeta no dada de alta en frontal	Frontal
3	Operación no reconocida	Frontal
4	Operación no necesaria	Frontal
6	Operación realizada correctamente	Tarjeta
8	Dispositivo no configurado o no activo	Tarjeta
9	Direccionamiento incorrecto (código sensor incorrecto)	Frontal
11	Incongruencia en fechas de riego	Frontal
12	Riego en proceso	Tarjeta
13	D.F. Calorimétrico: $T_{\text{estabilización}} + T_{\text{WARMUP}} \geq T_{\text{entre lecturas}}$	Tarjeta
14	Fecha inicio riego menor que la de la tarjeta	Tarjeta
15	Conexión errónea en la remota	Tarjeta
16	La cadencia de riego no está soportada	Frontal
18	Riego solapado	Tarjeta
19	No existe riego en curso	Tarjeta
20	Dispositivo asociado a la orden, no configurado	Tarjeta
21	El riego no se enviará a la remota (dos PP.RR. con el mismo ID)	Frontal
26	Parámetro perteneciente a otra remota al darla de alta	Frontal
48	Agotado timeout	Frontal

Al enviar una orden a la tabla de intercambio, por parte del programa de gestión, será insertado “NULL” en el campo ACK, una vez que el registro ha sido procesado por el frontal se modificará insertando el ACK correspondiente una sola vez, respondiendo en una trama diferente en el campo ACK en el caso en que la orden haya sido aceptada o rechazada. La única excepción a este proceso es el ACK 48, que sustituirá al ACK 0 cuando se haya pasado el tiempo de timeout sin comunicar la orden a la remota.

En caso de envío de configuraciones, programas de riego y borrado de éstos se insertará además en el campo dato el ID de registro al que se hace referencia una vez procesadas las órdenes.

Descripción de los códigos ACK:

- ACK 0: respuesta del frontal que indica que la orden ha sido procesada correctamente.
- ACK 1: respuesta del frontal que indica que la orden no es reconocida, por estar mal direccionada, carecer de algún parámetro o el elemento de control no está configurado, y por tanto no es procesada, orden desconocida o trama incompleta.
- ACK 2: respuesta del frontal que indica que la tarjeta no está dada de alta.
- ACK 3: respuesta del frontal ante una orden desconocida, esa orden no existe para ese modelo de remota.
- ACK4: el frontal no procesa la operación porque no es necesaria, bien porque esa orden se ejecuta por defecto o porque procesa otra orden similar.
- ACK 6: respuesta que indica que la orden ha sido recibida correctamente por la remota. Operación realizada.
- ACK 8: respuesta de la tarjeta que indica que el dispositivo no está en estado activo o bien no se ha configurado.
- ACK 9: respuesta del frontal que indica error en el puerto o puerto inexistente.
- ACK 11: respuesta del frontal que indica que la fecha de inicio del riego es posterior a la de fin.
- ACK 12: respuesta de la tarjeta que indica riego en curso.
- ACK 13: el tiempo de estabilización del detector de flujo calorimétrico es mayor que el tiempo entre lecturas del sensor.
- ACK 14: respuesta de la tarjeta que indica que el reloj de la tarjeta tiene fecha posterior a la fecha de inicio del programa de riego.
- ACK 15: respuesta de la tarjeta que indica que no existe correspondencia entre la tarjeta que se indica en el sistema y la que realmente hay en campo.
- ACK 16: respuesta del frontal que indica que la duración de la cadencia es menor que la duración del ciclo de riego en un riego cíclico.
- ACK 18: no se enviará el riego al equipo porque existe otro riego de diferente ID y se solapan.
- ACK 19: no se puede modificar el riego porque no está en curso.

- ACK 20: no se puede enviar la configuración porque es dependiente de otra trama no configurada.
- ACK 21: El riego no se enviará al equipo. Se han programado dos o más programas de riego con el mismo ID, los cuales no han sido enviados aún a la tarjeta. La remota ejecutará el último enviado y devolverá un ACK 21 en los anteriores, de tal forma que no lleguen a enviarse.
- ACK 26: Al dar de alta una tarjeta en el frontal o cambiar algún parámetro en un equipo, existe algún parámetro (conexión, nombre del equipo o número de teléfono) que pertenece a otra tarjeta.
- ACK 48: respuesta del frontal que indica que el tiempo de espera de respuesta ha superado el timeout.

Además de los citados, se dispondrá de unos intervalos de números indicados por la dirección de obra, que no coincidan con los anteriores, destinados a ACKs propios de cada fabricante, que se podrán utilizar para labores de depuración.

2.97.6.5. DISPOSITIVOS A LOS QUE VAN DIRIGIDAS LAS ÓRDENES

A continuación, se enumeran los distintos elementos de control a tener en cuenta, los cuales tienen asociados una serie de órdenes que coincidirán con las definidas por la Dirección de Obra. Estas órdenes pueden ir dirigidas a “Campo”, para el caso de órdenes enviadas desde el programa de gestión hacia el frontal de comunicaciones y la remota, o bien a “Sistema”, en cuyo caso son procesadas por el frontal e insertadas en la tabla de intercambio. Estas órdenes derivan en instrucciones que han de ser gestionadas de manera eficiente por la remota de telecontrol.

- Dispositivo ALIMENTACIÓN, correspondiente a la alimentación de la tarjeta.
- Dispositivo CONTADOR, referente al elemento de control contador.
- Dispositivo DETFLUJOTAN, elemento de control detector de flujo tangencial.
- Dispositivo DETFLUJOCAL, elemento de control detector de flujo calorimétrico.
- Dispositivo DETPOSICION, referente al sensor detector de posición.
- Dispositivo INTRUSION, correspondiente al detector de intrusión.
- Dispositivo MODEM, referente al módem de la tarjeta.
- Dispositivo PRESOSECUND, elemento de control presostato secundario.
- Dispositivo PRESOSTATO, elemento de control presostato.
- Dispositivo SOLENOIDE, correspondiente al solenoide.
- Dispositivo TARJETA, referente a órdenes propias de la remota.
- Dispositivo TRANSPRESION, elemento de control transductor de presión.

2.97.7. ESTUDIO DE COBERTURAS DE COMUNICACIONES DE LA ZONA REGABLE

Previamente a la instalación del sistema de telecontrol, se deberá realizar un estudio de cobertura de comunicaciones por radiofrecuencia. Este estudio deberá ser realizado por un Ingeniero de Telecomunicaciones o personal técnico con suficiente experiencia y capacitación. El estudio deberá contemplar la cobertura de todos los puntos donde se ubican los hidrantes y deberá ser realizado con el mismo tipo de modem que se vaya a instalar finalmente.

2.97.7.1. ESTUDIO DE COBERTURAS RADIO

El estudio de la cobertura para comunicaciones por radiofrecuencia determinará la visibilidad de la señal entre cada hidrante y el centro de control. En este estudio se determinará en qué hidrante o hidrantes se instalará una concentradora de señales radio que sirva de repetidor para aquellas remotas que no tengan una visibilidad directa con el centro de control. Ocasionalmente, se podrán instalar emisoras de radio en puntos que no coincidan con hidrante alguno de la zona regable.

En el estudio de coberturas radio se detallarán los siguientes aspectos:

■ Objeto del estudio

En el que se indicará la denominación de la obra y el promotor, además de incluir un mapa de situación de la zona.

■ Alcance

En el que se indicará el número de puntos o hidrantes objeto de estudio y su ubicación en un plano (las coordenadas serán facilitadas en su momento por la Dirección de Obra), así como las especificaciones técnicas del modem que se instalará en los equipos remotos.

■ Metodología e instrumentación utilizada en las mediciones

Con indicación de los equipos *hardware* y *software* empleados, ilustrado con capturas de pantalla. Las mediciones se deberán realizar con equipos de medida profesional calibrados, que indicarán si existe *visibilidad* o no con el centro de control.

■ Resultados del estudio de cobertura

Se insertarán en la que se indicará, junto a la fecha y hora de medición y las coordenadas UTM de cada hidrante, la existencia o no de *visibilidad* con el centro de control (SI ó NO) y, en caso negativo, indicar el hidrante que hará las funciones de concentradora. Además de la fecha de las mediciones, se deberán definir las condiciones ambientales meteorológicas (T^a , humedad, estado del cielo, etc.).

Conclusiones

Se resumirá el resultado de las mediciones realizadas, indicando los hidrantes que deberán funcionar de concentradora.

Anejos

En los que se incluirá reportaje fotográfico, hidrante por hidrante, junto a las capturas de pantalla del software utilizado. Las fotos de los hidrantes deberán ser panorámicas (360°, con indicación del Norte), para poder visualizar con detalle el entorno de cada punto de medición. En este anejo se incluirán mapas de seccionamiento de la zona en los que se pueda observar la distribución de los hidrantes en función de la concentradora a través de la que vayan a comunicar o si comunican directamente con el centro de control. Para la elaboración de dichos mapas la Dirección de Obra facilitará a la empresa de telecontrol la cartografía de partida en la que se incluya la localización exacta de cada hidrante en la zona.

2.97.8. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS

Los trabajos complementarios serán todos aquellos que sean necesarios para conseguir una correcta explotación del sistema de telecontrol por el personal que se asigne para ello por parte del usuario final.

Estos trabajos complementarios se clasifican en tres apartados:

- Documentación e información técnica del sistema.
- Formación de personal.
- Consumibles y repuestos.

2.97.8.1. DOCUMENTACIÓN E INFORMACIÓN TÉCNICA

La documentación a entregar junto con el sistema de telecontrol estará al menos constituida por los siguientes documentos:

- Manuales de operación del sistema de telecontrol desde todos los puntos susceptibles de realizar una operación del sistema.
- Manuales de usuario del sistema de telecontrol en los que se incluya información detallada sobre los distintos bloques que lo integran en lo referente a su función, configuración e interconexión.
- Libro con información técnica de cada uno de los equipos y elementos del sistema de telecontrol en lo referente a sus características y modos de funcionamiento.

- Libro de instalación de cada terminal remoto, en el que se deberá incluir toda la información referente a la configuración instalada y conexionado de sus entradas y salidas.
- Libro de mantenimiento de cada terminal remoto, donde se especificará todas las labores de mantenimiento necesarias para preservar el correcto funcionamiento de los equipos, separando claramente entre tres planes de mantenimiento:
 - Mantenimiento durante Campaña de Riego
 - Mantenimiento durante las épocas de bajas temperaturas en invierno
 - Mantenimiento para un correcto almacenaje
- Manual de instalación y manejo del frontal de comunicaciones, así como los ficheros necesarios para su instalación.
- Libro de instalación de cada elemento de control, incluyendo toda la información referente al conexionado de los mismos.
- Libro y plan de mantenimiento y calibración de todos los equipos del sistema de telegestión, indicando la periodicidad y las operaciones a realizar, así como los materiales a sustituir. Se detallarán los mantenimientos necesarios en épocas de bajas temperaturas, así como en épocas de puesta en marcha, funcionamiento y parada.
- Protocolo de puesta en marcha y verificación del correcto funcionamiento del sistema de telecontrol.

2.97.8.2. FORMACIÓN DE PERSONAL

Además de la documentación indicada anteriormente, deberán realizarse cursos de formación para el personal técnico. La formación se hará según tres niveles técnicos:

- Nivel de gestión y explotación de todo el sistema: En el que se detallarán las operaciones necesarias para el manejo del sistema de telecontrol.
- Nivel de operador del sistema de telecontrol: En el que se detallarán todas aquellas operaciones y configuraciones de la tabla de intercambio, así como el correcto uso de los elementos y equipos de telecontrol.
- Nivel de mantenimiento del sistema de telecontrol: En el que se detallarán todas las operaciones de mantenimiento y calibración de los elementos del sistema de telegestión.

2.97.8.3. CONSUMIBLES Y REPUESTOS

Junto con la instalación del sistema, deberán proporcionarse los suministros suficientes susceptibles de ser reemplazados con urgencia en el caso de un mal funcionamiento que afecte a la funcionalidad completa del sistema de telecontrol. Los consumibles y repuestos mínimos serán los siguientes:

- Remotas: 10% de las remotas a instalar
- Detector de posición: 3% de los elementos instalados
- Detector de intrusión: 3% de los elementos instalados
- Transductor de presión: 10% de los transductores instalados
- Sensores de humedad: 3% de los sensores de humedad instalados

2.98. APARAMENTA ELÉCTRICA

Toda la aparamenta eléctrica cumplirá las normas generales UNE-EN 62271-1:2019, UNE-EN IEC 62271-102:2021, y la RU 6401, a parte de las específicas que en cada caso sean de aplicación.

La tornillería empleada para la fijación del aparellaje al pórtico será galvanizada en caliente, con tipo de rosca métrica y calidad de tornillo 5.6, según la norma DIN 7990. Las tuercas se apretarán con llaves dinamométricas para garantizar que se consigan los pares de apriete óptimos.

La tornillería empleada para la interconexión eléctrica de todo el aparellaje será de latón, con tipo de rosca métrica, cabeza hexagonal según las normas DIN 933 (tornillo), DIN 934 (tuerca) y DIN 125 (arandela). Las tuercas se apretarán con llaves dinamométricas para garantizar que se consigan los pares de apriete óptimos.

2.98.1. SECCIONADOR DC 630A

Se instalará un interruptor/seccionador con indicación ON-OFF/I-O bipolar giratorio con eje tipo telescópico ajustable para diferentes profundidades, mando de plástico negro con enclavamiento por candado en la posición O-OFF, que dispondrá de las siguientes características:

- Tensión nominal de aislamiento U_i 1500V
- Tensión nominal de impulso. 12KV
- Intensidad nominal en condiciones normales 630A.
- Intensidad operativa nominal DC-21B 1000V 2P 630A.
- Intensidad admisible de corta duración 1000V (1 seg.) 10 kA.
- Capacidad nominal de cierre de cortocircuito, 1500 V 10KA

- Pérdida de potencia por polo a corriente nominal 7-8W
- Tamaño de terminales M10x30 mm
- Grado de protección: IP20
- Modo operativo: Operado por el frente

Todos los componentes metálicos del mismo serán galvanizados en caliente de acuerdo con la norma UNE 37501.

Además, cumplirá también las siguientes normas: IEC 60947-1, IEC60947-1:2007/A1:2010/A2:2014, IEC60947-3:2008/A1:2012/A2:2015.

2.98.2. SECCIONADOR DC 6300A

Se instalará un interruptor/seccionador con indicación ON-OFF/I-O bipolar giratorio con eje tipo telescópico ajustable para diferentes profundidades, mando de plástico negro con enclavamiento por candado en la posición O-OFF, que dispondrá de las siguientes características:

- Tensión nominal de aislamiento U_i 1500V
- Tensión nominal de impulso. 25KV
- Intensidad nominal en condiciones normales 6300A.
- Intensidad operativa nominal DC-21B 1000V 2P 6300A.
- Intensidad admisible de corta duración 1000V (1 seg.) 32 kA.
- Capacidad nominal de cierre de cortocircuito, 1500 V 32KA
- Pérdida de potencia por polo a corriente nominal 22W
- Tamaño de terminales M12x30 mm
- Grado de protección: IP20
- Modo operativo: Operado por el frente

Todos los componentes metálicos del mismo serán galvanizados en caliente de acuerdo con la norma UNE 37501.

Además, cumplirá también las siguientes normas IEC 60947-1, IEC60947-1:2007/A1:2010/A2:2014, IEC60947-3:2008/A1:2012/A2:2015.

2.98.3. BASE PORTAFUSIBLES

Se instalará en cada circuito una base cortacircuitos unipolar, portafusible modular según las normas IEC y UL con un grado de protección IP20, de material plástico UL94V2 ignífugo con índice de inflamabilidad de hilo incandescente de hasta 960 ° C para cartuchos fusibles del calibre 10x38 gPV de baja disipación de potencia para montaje en carril según DIN según EN 60715.

Dispondrá de las siguientes características:

- Tensión máxima en continua 1000 DC.
- Intensidad nominal 32A.
- Clasificación de corriente de cortocircuito 100KA
- N° de polos: 1
- Temperatura de operación entre -40°C a 70°C.
- Sección de conductor: 1-16 mm² (16-6AWG) Máx. 2x6 mm²

Normas IEC60269-1&2, UL4248/19.

2.98.4. FUSIBLES FOTOVOLTAICOS

Fusibles fotovoltaicos calibre 10x38 gPV, de 12A/1000VCC con cuerpo cerámico, virolas de contacto de cobre chapado en plata, encapsulado en miniatura, sin indicador fusible fundido. Los enlaces fusibles cilíndricos "gPV" protegen instalaciones y equipos eléctricos contra el efecto dinámico de corrientes elevadas de corta duración. Limitan y suprimen sobre corrientes excesivas y corrientes de cortocircuito de hasta su capacidad de ruptura nominal.

- Corriente Nominal 12A
- Poder de corte 10KA
- Tamaño de Fusible 10 x 38mm
- Tensión Nominal 1kV dc
- Material del Cuerpo Melamina
- Categoría de Aplicación gPV

Normas: IEC 60269-6, UL2579

2.99. CUADROS ELÉCTRICOS

2.99.1. GENERALIDADES

El objeto del presente pliego es el especificar las condiciones de servicio e instalación, las características técnicas y los ensayos que serán de aplicación a los cuadros eléctricos de baja tensión, con envolvente, cuya tensión nominal no exceda de mil voltios (1.000 V) con frecuencias que no excedan de 100 Hz, en corriente alterna.

Los cuadros, eléctricos a los que se refiere este pliego son los que forman parte de instalaciones receptoras y contienen los aparatos de medida, maniobra y protección que son necesarios en cada caso.

2.99.2. NORMATIVA

Los cuadros eléctricos de baja tensión cumplirán las especificaciones del vigente "Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión" del Ministerio de Industria y Energía, en lo sucesivo REBT.

Los armarios o cajas de los cuadros eléctricos de baja tensión y los aparatos que contengan cumplirán las normas que en cada apartado específico se indicarán.

2.99.3. MONTAJE

Los cuadros eléctricos de baja tensión deberán ser suministrados completamente montados y conexionados. En caso de que esté constituido por varios módulos que tengan que ser separados para el transporte, podrá ser fácilmente armado en su emplazamiento, tanto la parte de envolvente como las conexiones de enlace.

Según las condiciones ambientales, atendiendo especialmente a los valores de humedad relativa, celeridad de variación de la temperatura y contenido en el aire del polvo, humo, vapores, etc., se cuidará la calidad hermética de la envolvente, o, si fuera ventilada, se graduará y se comprobará el funcionamiento de las resistencias de caldeo.

Cuando los cuadros se instalan en lugares sometidos a vibraciones, se colocarán dispositivos amortiguadores en los puntos de anclaje.

2.100. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

2.100.1. DEFINICIÓN

La instalación de puesta a tierra es aquella que comprende toda la ligazón metálica directa, sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo, o grupo de electrodos enterrados en el terreno, con objeto de conseguir que en el conjunto de las instalaciones, edificios y zonas próximas no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta o de las descargas de origen atmosférico.

2.100.2. NORMATIVA

Los criterios de proyecto y construcción de las instalaciones de puesta a tierra estarán subordinados a la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, modificado por Orden Ministerial de 27 de noviembre de 1987 y a la Instrucción Complementaria MI BT 18 del Reglamento Eléctrico para Baja Tensión, ambos del Ministerio de Industria y Energía.

2.100.3. MATERIALES

Los conductores de las líneas de tierra serán de cobre, de la sección especificada en las mediciones, por ser resistente a la corrosión por los agentes del terreno en que esté enterrado.

Se tendrá en cuenta que el cobre en presencia de otros metales enterrados como el plomo, zinc, hierro o acero, que son anódicos respecto del cobre, pueden dar lugar a la formación de una pila galvánica con el consiguiente riesgo de corrosión en las estructuras, tuberías, etc., situadas en su entorno.

En los equipos eléctricos alojados en edificios se podrá sustituir el cable por pletina de cobre de sección equivalente.

2.100.4. ELECTRODOS

Se utilizarán picas de acero recubierto de cobre; deberán cumplir las siguientes normas:

- UNE 21056: "Electrodos de puesta a tierra. Picas cilíndricas acoplables de acero-cobre".
- Recomendación UNESA 6501 B, "Electrodos de puesta a tierra. Picas cilíndricas acoplables de acero-cobre".

En las instalaciones de puesta a tierra realizadas con cable de cobre y picas de acero-cobre, todas las conexiones de cables entre sí, se realizarán mediante soldadura aluminotérmica. Las conexiones entre cables y picas, o cables y armaduras, se realizarán mediante grapas de presión atornilladas.

2.100.5. EJECUCIÓN

De los tres sistemas de toma de tierra, radial, de barra y malla, se utilizará el radial en todas las instalaciones.

La red estará formada por cables de cobre de la sección especificada en las mediciones, enterrados en zanjas de treinta a cuarenta y cinco centímetros (30 a 45 cm) de profundidad, formando una retícula rectangular de lados mayores a los de la nave.

En las derivaciones de cables longitudinales y transversales se hincarán picas que se conectarán a ambos cables y se efectuará la soldadura aluminotérmica a los pilares de la estructura metálica.

Si el tipo de suelo, tamaño del conductor y dimensiones del terreno lo permitiesen, se podrán emplear sistemas mecanizados para hacer las zanjas y, simultáneamente, tender los cables de la red.

La red de tierra se ejecutará después de que se haya terminado el movimiento de tierras, excavación, relleno y compactación, en el terreno de la instalación, pero antes del acabado superficial del mismo.

El valor obtenido de resistencia de la red de tierra será inferior a los 20 Ω , en caso de no obtener ese valor se recurrirá al uso de productos químicos de reconocido prestigio.

2.101. SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA

El sistema de videovigilancia deberá estar compuesto por los siguientes elementos:

2.101.1. CÁMARA MOTORIZADA PARA EXTERIOR

Las características de la cámara motorizada a instalar en la zona de bombas son:

Dirección	0-255
Pan	360° Rotación continua
Tilt	0° -90° Flip
Velocidad pan	0.1-240° /Seg
Velocidad tilt	0.1-120° /Seg
Velocidad de preset / precisión	300° /Seg // ±0.10°
Puntos Preset	128 Points
Tours	6 programables
Protocolo	Pelco_D/P
Barrido automático	Si (Velocidad programable)
Memoria inteligente mantiene los ajustes y estado actuales en caso de apagado	Si
Posición Home	Si
Zoom digital	10×zoom
Zoom óptico	X10
IP66	Si
Temperatura de uso	-30°C - 70°C
Humedad	0%-75%
Calefactor	No
Alimentación	24VAC 1000mA
Consumo	6W
Comunicación	RS485 (+/-)
Sistema	PAL
Sensor	1/4" transferencia interlineal CCD
Pixels totales	795(H) X 596(V)
Sistema de barrido	2:1 entrelazado
Sincronización del sistema	Interna / VD-Lock
Iluminación mínima	0.7 Lux/F1.8 (50 ire); color/0.02 Lux/F1.8 (50 IRE); B/W
Resolución	500TVL (Min); Color (Wide)/570TVL (Min.) B/N(Wide)
Relación S / R	50 dB (AGC OFF, weight on)
Balance de blancos	ATW / AWB /Manual (1800° k-10500° k)
Función BLC	Bajo/Medio/Alto/Off seleccionable
Iris	Auto, Manual
Detección de movimiento	On/Off (4 zonas programables por pan-talla)
OSD	Instalado
Día & Noche	Auto1, Auto2, color, B/N(ICR)
Zoom	100X (10X Óptico 10X Digital)
Enfoque	Auto / Manual/One push
Distancia mínima de enfoque	1000mm
Salida de vídeo	CVBS:1.0Vp-p/75 ohm
Lentes	Instaladas
SSNR	Bajo, medio, alto, off
Privacidad	On/Off (32 zonas, consiste en 8 grupos de 4 zonas programables por pantalla)

2.101.2. CÁMARA MOTORIZADA PARA INTERIOR

Las características de la cámara motorizada a instalar en la sala de control son:

Dirección	0-255
Rango Pan	360° rotación continua
Rango Tilt	0° -90° Flip
Velocidad manual Pan	0.1-240° /Seg
Velocidad manual Tilt	0.1-120° /Seg
Velocidad preset	300° /Seg
Precisión preset	±0.10°
Presets	128 puntos
Tours	6 programables
Protocolo	Pelco_D/P
AutoScan	Si (velocidad programable)
Memoria inteligente, mantiene los ajustes y estado actuales	Si
Posición inicio	Si
Temperatura de uso	0°C a +50°C
Humedad	0% a 75%
Alimentación	24VAC
Consumo	6W
Comunicación	RS485 (+/-)
Sistema	PAL
Sensor	1/4" CCD
Pixels totales	752 x 582
Sincronización del sistema	Interna
Iluminación mínima	
Color	0.6 lux
D&N	0.002 lux
Resolución	500 líneas color / 570 líneas B&N
Relación S / R	50 dB
Balance de blancos	Auto
Función B.L.C.	On / Off
Corrección Gamma	0.45 /1
Obturador electrónico	Auto / Manual (X128 - 1/50s - 1/20.000s)
Zoom óptico	10 X
Zoom digital	10 X
Lente	3.8 a 38 mm F1.8
Día & Noche	Iris mecánico

2.101.3. CÁMARA FIJA PARA EXTERIOR

Las características de la cámara motorizada a instalar en el exterior son:

Dispositivo	1/3 color SONY EFFIO CCD
Número de pixels	PAL: 976(H) x 582(V)
Sistema de señal	PAL / NTSC
Resolución Horizontal	700 líneas de televisión
Iluminación mínima	0lux / F1.2
Compensación de contraluces	Auto
Balance de Blancos	Auto
Obturador electrónico	1/50 (1/60) - 1/100,000 seg
Lente	2.8 a 10 mm
Relación S/R	Más de 48 dB
Corrección Gamma	Más de 0.45
Temperatura de funcionamiento	-20°C a +50°C
Sincronización del sistema	Interno
Salida de Vídeo	1.0Vp-p / 75Ω
Alimentación	12 V DC
Consumo	550 mA
Dimensiones	102(D) x 103(H) mm
Peso	1450g
Leds	42 unidades
Alcance de los IR	40 - 45 Metros

2.101.4. VIDEOGRABADOR

Las características del videograbador a instalar en el puesto de videovigilancia son:

Video	Cámaras soportadas	8
	Salida	2 BNC (1 para monitor principal, 1 para monitor secundario), 1 VGA (máx. 1920x1080)
Audio	Entrada/Salida	4 RCA / 2 RCA / HDMI
	HDMI Entradas de sensor / Salida de relé	8 entradas de sensor / 1 salida de relé
	USB	1 X USB 2.0, 1 X USB 1.1
	Cuentas	1 Administrador + 4 Usuarios
	Velocidad	240 fps
Grabación	Compresión	H.264 ASP
	Resolución dual stream Principal (grabación)	704 X 576, 704 X 288, 352 X 288 pixels
	Resolución dual stream Secundario (red)	352 X 288
	Calidad de imagen	5 niveles (Superior, alto, norma, básico, mínimo)
	Modo	Manual, movimiento, sensor, agenda
		D1 100 fps (704 x 480) HD1 240 fps (704 x 240)
	Velocidad	CIF 240 fps (352 x 240)
	Pre-alarma / Post-alarma	10 sg / 1 -60 seg
	Marca de agua	Sí
	Reproducción de Grabación	Modo de búsqueda
Zoom		Digital (X2 - X8)
Snapshot		Sí
Velocidad		Normal, REW & FF (velocidad de grabación X2, X4, X8, X16, X32, X64), frame a frame, pausa
Red	Protocolo	TCP/IP, SMTP, HTTP, DHCP, PPPoE (ADSL)
	Aplicación	Windows XP, VISTA, 7
	3G / GPRS	Symbian, Windows Mobile, JAVA, Blackberry, iPhone, Android, iPad
Backup	Audio	Sí
	Dispositivo	Red / USB / USB DVD ± RW
Alarma	Detección de movimiento	Sensibilidad: 10 niveles por canal Área: Detección programable por cámara de forma individual
	Tiempo de espera	1 ~ 60 seg
	Eventos	Hasta 1000 eventos (sensor, movimiento, pérdida de vídeo, encendido, acceso remoto, desconexión, error en disco duro, disco duro completo)

OSD	GUI	32 bit True Color
	Mando a distancia	Mando a distancia infrarrojo (4 dispositivo)
	Actualización	USB / Red
	Cámara Pan / Tilt	Interfaz RS-485 (Pelco P, Pelco D, Samsung, LG, LiLin)
Otros	Disco duro interno	2 dispositivo SATA máximo
	Dimensiones (mm) / Peso	430 X 55 X 293 / 2.4 Kg
	Alimentación / Consumo	Entrada 100 ~ 240 V, Salida 12 V 5 A / 60 W

2.101.5. CABLE COAXIAL RG-59

Para la interconexión de las cámaras analógicas con el videograbador será preciso la utilización de un cable coaxial con objeto de disminuir las pérdidas, así como del uso de los conectores apropiados en cada extremo del cable, de tipo N, bien sean macho o hembra.

Las características del cable coaxial son:

Tipo	Impedancia [Ω]	Núcleo	Dieléctrico		Diámetro		Trenzado	Velocidad	
			Tipo	[in]	[in]	[mm]			
RG-59	75	0.81 mm	Sólido PE	0.146	3.7	0.242	6.1	simple	0.66

2.102. SEÑALES Y CARTELES VERTICALES

Los materiales utilizados como sustrato en las señales y carteles verticales, tanto de empleo permanente como temporal, serán indistintamente: aluminio y acero galvanizado. El empleo de sustratos de naturaleza diferente, quedará sometida a la aprobación del Director de las Obras previa presentación, por parte del Contratista, del certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias.

Los anclajes para placas y lamas así como la tornillería y perfiles de acero galvanizado empleados como postes de sustentación de señales cumplirán las características indicadas en las UNE 135312 y UNE 135314.

2.103. ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE RESIDUOS TRAS SU GESTIÓN

Las prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en obra, son las siguientes:

2.103.1. GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Ley 7/2022, de 8 de abril.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas por la Junta de Castilla y León mediante contenedores o sacos industriales apropiados.

2.103.2. CERTIFICACIÓN DE LOS MEDIOS EMPLEADOS

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad de los certificados de los contenedores empleados, así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas.

2.103.3. LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

2.103.4. CON CARÁCTER PARTICULAR

Prescripciones a incluir que son de aplicación en la obra:

- El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 m³, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.
- El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
- Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15 cm a lo largo de todo su perímetro.

- En los mismos deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor / envase 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 contadores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.
- En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.
- Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.
- En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados.
- La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.
- Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización autonómica, asimismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en el registro pertinente.
- Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos.
- 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.

2.104. MATERIALES CUYAS CONDICIONES NO ESTÁN ESPECIFICADAS EN ESTE PLIEGO

Los materiales cuyas condiciones no estén especificadas en este pliego, deberán cumplir la normativa vigente y aquellas que el uso ha incorporado a las buenas normas de construcción.

En todo caso, deberán ser sometidas a la consideración de la Dirección de Obra, para que decida sobre la conveniencia de autorizar su empleo, quedando obligado el Contratista a la Norma a que esté sometido el producto.

Dada la gran variedad de materias existentes en el mercado con calidad suficiente, y las novedades y mejoras técnicas que pudieran presentarse en las fechas de ejecución de las obras, la Dirección de Obra, podrá ordenar la utilización de productos análogos a los definidos en este Pliego, y que por sus características se consideren más idóneos en el momento de realización de las obras.

3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS: EJECUCIÓN

3.1. PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA

Dentro de las tareas de redacción del proyecto se han realizado prospecciones de las trazas de las infraestructuras. Se han detectado las interferencias posibles y presupuestado las medidas oportunas para la protección los yacimientos arqueológicos se refiere. No obstante se define como primer punto de partida una prospección y documentación arqueológica previa, consistente en lo siguiente:

Documentación

- Revisión de fuentes documentales y archivísticas.
- Análisis, revisión y comprobación bibliográfica.
- Análisis cartográfico (mapas antiguos y actuales).
- Examen de foto aérea.
- Estudio toponímico.
- Revisión de fichas ya existentes en el Inventario Arqueológico de la Provincia.
- Estudio de los materiales arqueológicos de los yacimientos ya conocidos.

Trabajo de campo

Esta fase consistirá en la prospección arqueológica del terreno; es decir, el reconocimiento de los lugares seleccionados en la etapa anterior, susceptibles de contener información arqueológica, debiéndose constatar tanto los yacimientos localizados como las visitas negativas. La citada prospección arqueológica será previa a toda actuación en la zona de las obras.

Se ha realizado una prospección arqueológica previa a la elaboración del presente proyecto que habrá que tener en cuenta durante la ejecución del mismo así como la notificación de la Comisión Territorial de Patrimonio Cultural, ambos documentos se adjuntan como anejo a la memoria del proyecto.

3.2. REPLANTEO

Antes de dar comienzo las obras, la Dirección de Obra de las mismas, procederá a la verificación del replanteo, que podrá realizarse en una o varias fases, trasladando al terreno los datos expresados en el Documento Planos que define la obra.

Del resultado de este replanteo se levantará acta que suscribirán la Dirección de Obra y el Contratista.

Éste acta se elevará a la Superioridad, y en ella, constará la conformidad entre el Proyecto de la obra y el terreno, o las variaciones existentes en su caso.

El Contratista está obligado además a realizar el replanteo, a suministrar todos los útiles y elementos auxiliares necesarios para este, con inclusión de los clavos y estacas, corriendo de su cuenta el personal necesario que deberá tener la capacidad técnica e instrucción suficiente para la realización de estos trabajos.

Podrán realizarse con posterioridad y conforme lo exija el programa de los trabajos, los replanteos de detalle en los que se fijen las tangentes y las bisectrices, así como los ejes de las obras de fábrica, transversales, los puntos de origen y final de las obras de fábrica longitudinales y los puntos del terreno en las alineaciones, intermedios entre los vértices que se utilizarán para tomar los perfiles transversales del terreno, de los que en su día, obtendrán la cubicación de los movimientos de tierra.

El Contratista será responsable de la conversión de los puntos, señales y mojones, y si en el transcurso de las obras sufrieran deterioro o destrucción, serán de su cargo los gastos de reposición y comprobación.

Se exceptúan de la anterior prescripción, aquellas señales o hitos enclavados dentro de la zona ocupada por las obras, las cuales deberán referirse a otros puntos fijos, de tal forma que pueda restituirse su posición.

Serán de cuenta del Contratista todos los gastos que se originen en los replanteos, incluso los que se ocasionen al verificar los replanteos parciales que exija el curso de las obras, así como el levantamiento topográfico de la obra, la ejecución de los perfiles a ejecutar en obra y detectar e informar a la Dirección de Obra de los servicios afectados para la correcta ejecución de la obra objeto del presente proyecto.

El Contratista elaborará los perfiles a ejecutar en obra y los presentará a la Dirección de Obra con tiempo suficiente para aprobación expresa y por escrito de la misma.

A partir del momento en que se lleve a cabo el replanteo de detalle, la continuación de los replanteos será de responsabilidad del Contratista, quién deberá disponer de personal debidamente instruido para la realización de dichos trabajos.

3.3. APORTACIÓN DE EQUIPO Y MAQUINARIA

El equipo destinado a la obra, deberá estar disponible en la misma con la suficiente antelación para que no se produzcan retrasos en el desarrollo de los trabajos por este motivo.

Su potencia y capacidad será la adecuada para ejecutar la obra dentro del plazo programado.

El equipo deberá mantenerse en todo momento en condiciones de trabajo satisfactorias, haciéndose las sustituciones o reparaciones para ello.

Toda maquinaria presente en la obra debe mantenerse al día con la Inspección Técnica de Vehículos y debe mantenerse la puesta a punto cumpliendo con los programas de revisión y mantenimiento especificados por el fabricante de los equipos, realizándose las revisiones y arreglos pertinentes siempre en servicios autorizados.

El parque de maquinaria y el punto limpio se ubicarán sobre suelos impermeabilizados para evitar la contaminación de los suelos y/o las aguas subterráneas. Deberá llevarse a cabo un seguimiento periódico del estado de la zona de instalaciones auxiliares con objeto de evitar situaciones irregulares en relación a posibles vertidos de aceites o gasóleo

Como norma general, las acciones llevadas a cabo para la ejecución de la obra propuesta deberán hacerse de manera que el ruido producido no resulte molesto. Por este motivo el personal responsable de los vehículos, deberá acometer los procesos de carga y descarga sin producir impactos directos sobre el suelo tanto del vehículo como del pavimento, así como evitar el ruido producido por el desplazamiento de la carga durante el recorrido.

Para disminuir el ruido emitido en las operaciones de carga, transporte y descarga, se exigirá que la maquinaria utilizada en la obra tenga un nivel de potencia acústica garantizado inferior a los límites fijados por la Directiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2000.

Toda la maquinaria que se vaya a utilizar deberá estar insonorizada en lo posible según normativa específica. No se podrán emplear máquinas de uso al aire libre cuyo nivel de emisión medido a 5 m sea superior a 90 dBA. En caso de necesitar un tipo de máquina

especial cuyo nivel de emisión supere los 90 dBA, medido a 5 metros de distancia, se pedirá un permiso especial, donde se definirá el motivo de uso de dicha máquina y su horario de funcionamiento.

Correcto mantenimiento de la maquinaria cumpliendo la legislación vigente en la materia de emisión de ruidos aplicable a las máquinas que se emplean en las obras públicas (Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, y su posterior modificación mediante el Real Decreto 524/2006, de 28 de abril).

Se controlará la velocidad de los vehículos de obra en las zonas de actuación y accesos (40 km/h para vehículos ligeros y 30 km/h para los pesados).

Revisión y control periódico de escapes y ajuste de motores, así como de sus silenciadores (ITV).

Empleo de medidas que mejoren las condiciones de trabajo del personal que opera las máquinas y el que trabaja en su entorno cercano, en cumplimiento del 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.

Cuando se precise maquinaria especialmente ruidosa se realizará el trabajo en horario diurno, según la legislación vigente.

En caso de considerarse necesario, se realizarán controles de las emisiones sonoras en las inmediaciones de las viviendas con probable afección acústica debido a la ejecución de las obras, especialmente en los horarios más críticos en cuanto a la inmisión de ruido, para garantizar que los valores predominantes no excedan los límites de inmisión permitidos por la normativa vigente. Si se sobrepasan los umbrales de calidad acústica establecidos por la normativa de aplicación, se propondrán las medidas correctoras adicionales oportunas.

Deberá contemplarse un mantenimiento preventivo de toda la maquinaria de obras y de los vehículos con el fin de reducir el riesgo de verter accidentalmente al suelo aceites, lubricantes, fluidos de los sistemas hidráulicos, combustibles, etc. por averías de los motores y demás mecanismos. El mantenimiento se realizará en lugares habilitados para ello, fuera de la zona de obras. Se comprobará previamente a su utilización que toda máquina de obra o vehículo cuenta con la emisión favorable de su correspondiente ITV, OCA o cualquier acreditación que le sea de aplicación.

3.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Estos trabajos incluyen todas las operaciones necesarias para la excavación de las zonas afectadas por las obras.

3.4.1. DESPEJE Y DESBROCE

Retirada de la capa vegetal

Se retirará la capa vegetal de la excavación en las trazas que atraviesen masas de parcelas de cultivo, para volver a reponerla tras el tapado de las zanjas. Este horizonte se ha estimado, según el estudio geotécnico, en 25 cm y se hará en todo el ancho de ocupación de la zanja.

Desarbolado y destocoñado

Cuando la traza de la tubería coincida con arbolado se procederá a su derribo, dejándolos fuera del lugar de plantación, hasta su carga y transporte.

Tras el desarbolado, se procederá al arranque de los tocones, dejándolos fuera del lugar de plantación, hasta su carga y transporte.

Remoción de los materiales de desbroce

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en fauna y flora, separando cuidadosamente en montones los restos vegetales que hayan de ser reutilizados, valorados o desechados.

Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a la obra. Así como a la fauna y flora de la misma.

Retirada de los materiales objeto de desbroce

Todos los sub-productos forestales, excepto la leña de valor comercial, serán reutilizados, valorados o retirados a vertedero.

Vertederos y escombreras

Antes de comenzar las obras de excavaciones el Contratista propondrá a la Dirección de Obra los lugares de posibles caballeros o depósitos de escombreras que deberán ser aprobadas por aquella.

Todo escombros vertido fuera de los lugares autorizados por la Dirección de Obra deberá ser recogido, transportado y vertido en los lugares autorizados, por cuenta del Contratista.

Estará terminantemente prohibido verter escombros en el cauce de los ríos que puedan ser arrastrados por las riadas y depositados formando barras debajo de los cauces, aliviaderos de descargas y demás instalaciones que en su funcionamiento resultan afectadas por motivo de dicho vertido de escombros no autorizado, serán por cuenta del Contratista las sanciones económicas que podrán llegar al cien por cien del importe de la excavación cuyos escombros han sido vertidos en lugares no autorizados.

Los escombros se dejarán en los depósitos de manera que sean estables y no entorpezcan el tráfico ni la evacuación de las aguas pluviales.

En cualquier caso, se reutilizarán o valorizarán todos los escombros posibles. Sólo se utilizará las escombreras como última opción.

3.4.2. ACCESO A LAS OBRAS

Los caminos, pistas, sendas, pasarelas, escaleras, etc., para acceso a las obras y a los distintos tajos serán construidos por el Contratista por su cuenta y riesgo, elementos que la Dirección de Obra designe y marque como destinados a ser conservados intactos.

Para disminuir en lo posible el deterioro de los árboles que hayan de conservarse, se procurará que los que hayan de derribarse caigan hacia el centro de la zona objeto de limpieza. Cuando sea preciso evitar daños a otros árboles o a los elementos destinados a permanecer, los árboles se irán troceando por su copa y troncos progresivamente. Para proteger estos árboles, u otra vegetación destinada a permanecer en su sitio, se levantarán vallas o se utilizará cualquier otro medio que cumpla los fines deseados.

Aquellos árboles que ofrezcan posibilidades comerciales, y sea obligatorio tirarlos serán podados y limpiados; luego se cortarán en trozos adecuados, y finalmente se almacenarán pudiendo exigir la Dirección de Obra mejorar los accesos a los tajos o crear otros nuevos si fuese preciso para poder realizar debidamente su misión de inspección durante la ejecución de las obras. Todo cambio o reposición de cualquier vía de acceso debido a la iniciación de nuevos tajos o modificaciones de proyectos, será por cuenta del Contratista sin que por ello tenga derecho de indemnización alguna ni a que sean modificados los planos de ejecución de las obras. Estas sendas, pasos, escaleras y barandillas, cumplirán las normas legales de seguridad del personal.

También será de cuenta del Contratista los caminos de acceso a las escombreras.

La conservación y reparación ordinaria de los caminos y demás vías de acceso a las obras o a sus distintos tajos, serán por cuenta del Contratista.

3.4.3. EXCAVACIONES

Las excavaciones se ejecutarán con arreglo a las rasantes y alineaciones fijadas en el replanteo, los planos y perfiles del proyecto, los perfiles reales de la obra, así como los planos de detalle que facilitará la Dirección de Obra cuando lo considere necesario.

El levantamiento topográfico de la obra y los perfiles reales de la obra correrán por cuenta del Contratista.

Los productos sobrantes de las excavaciones que no se empleen en las obras, se transportarán a vertedero. Se intentará emplear en las obras los máximos productos sobrantes posibles.

El Contratista propondrá las zonas de vertedero, que serán autorizadas por la Dirección de Obra.

La Dirección de Obra, durante el curso de los trabajos, podrá ordenar variaciones en el perfil de las obras, y por tanto de las excavaciones, para su emplazamiento, a la vista de las condiciones del terreno.

El agotamiento o achique de las excavaciones se mantendrá el tiempo necesario hasta finalizar la ejecución correspondiente: balsa, zanjas, pozos, anclajes, arquetas, etc., estando incluido en las propias labores de excavación el agotamiento continuado hasta la finalización completa de los trabajos, no sólo los de la propia excavación, sino todos los posteriores hasta consumir el tapado o trasdosado de la excavación.

En la ejecución de las zanjas para tuberías, además de lo indicado en este artículo con carácter general, se seguirán particularmente las prescripciones y procedimientos que figuran en el artículo correspondiente del presente pliego.

Excavaciones en zanja o pozo

El Contratista de las obras notificará a la Dirección de Obra, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que ésta pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización de la Dirección de Obra.

Los primeros 30 cm de tierra vegetal de cualquier excavación de zanja se retirarán y separarán del resto de material de la excavación, depositándose fuera de la misma. Una vez esté colocada la tubería y se proceda al relleno de la zanja, se colocará como última capa del relleno la tierra vegetal extraída anteriormente.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, la Dirección de Obra autorizará la iniciación de las obras de excavación. La excavación continuará hasta llegar a la

profundidad de los perfiles recogidos en los Planos y obtenerse una superficie firme y limpia, a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, la Dirección de Obra podrá modificar tal profundidad, si, a vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar una estabilidad satisfactoria.

También estará obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, siempre que se lo ordene la Dirección de Obra.

Cuando aparezca agua en las zanjas o pozos que se están excavando, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarios para agotarla, siendo dichos medios por cuenta y riesgo del Contratista.

El material excavado se colocará, en la medida de lo posible, de forma que no se obstruya la buena marcha de las obras, ni el cauce de arroyos, acequias o ríos, accesos a parcelas para labores agrícolas y de riego, ni haga peligrar la estructura de las fábricas parcial o totalmente terminadas.

Las superficies de cimentación se limpiarán de todo material suelto o flojo que posean, y sus grietas y hendiduras se rellenarán adecuadamente. Asimismo se eliminarán todas las rocas sueltas o desintegradas, y los estratos excesivamente delgados. Cuando los cimientos apoyen sobre material cohesivo, la excavación de los últimos treinta centímetros (30 cm) no se efectuará hasta momentos antes de construir aquellos.

Los caballeros que se formen deberán tener forma regular, superficies lisas que favorezcan las escorrentías de las aguas, y taludes estables que eviten cualquier derrumbamiento. Deberán situarse en lugares que eviten arrastres hacia la carretera o las obras de desagüe, y donde no se obstaculice la circulación por los caminos que haya establecidos, ni el curso de los ríos, arroyos o acequias que haya en las inmediaciones de los caminos.

Entibaciones

El Contratista deberá prever el empleo de entibaciones en todos aquellos tramos de zanja o pozo en los que la seguridad del trabajo así lo exija. El Contratista será responsable de cualquier accidente ocurrido por ausencia de entibación según las normas.

3.5. DESBROCE Y DESPEJE DEL ÁREA OCUPADA POR LAS INFRAESTRUCTURAS

Se consideran incluidos en esta operación los trabajos de abatir, extraer y retirar del área de ocupación del camino todo obstáculo a la obra tales como árboles, tocones, matorrales o cualquier otro material que afecte a la traza del camino a construir. Además, se retirará y transportará fuera del área de ocupación la capa existente de tierra vegetal, cuya profundidad mínima se estima en 20 cm.

Previamente a la operación de desbroce, el constructor, balizará las líneas de contacto entre la franja de actuación de la obra y los elementos naturales a preservar definidos en el Proyecto o en su caso por el Director de Obra.

Será requisito imprescindible antes de iniciar el desbroce de cada camino que el constructor obtenga la aprobación por parte de la Dirección de la Obra del balizamiento realizado, en caso de ser éste necesario.

Cuando al realizar el desbroce y despeje se observe que algún elemento de valor pueda ser dañado o afectado por la ejecución de la obra, se abandonará la realización de la tarea que pueda producir el daño y se procederá a poner el hecho en conocimiento del Director de la Obra.

No se eliminará ni dañará bienes ó vegetación arbustiva ó arbórea situada fuera de la ocupación prevista en los planos de planta, siendo obligación del contratista la reparación de los daños efectuados en su caso.

3.5.1. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Deberán eliminarse las raíces con diámetros superiores a diez centímetros bajo la superficie del terreno hasta cincuenta centímetros de profundidad, como mínimo.

Una vez extraídos los tocones, raíces o cualquier material que haya sido preciso eliminar, se taparán las oquedades resultantes con tierra que se compactará hasta que la superficie se ajuste a la del resto del terreno.

Estos tocones, raíces o cualquier material extraído serán transportados al vertedero más próximo, de tal manera que se eliminen de la zona de la obra.

3.6. DESMONTE Y TRANSPORTE

Los desmontes o excavaciones se clasifican atendiendo a la naturaleza del terreno, dentro de alguna de las tres clases siguientes:

- Excavación en roca: Es la realizada en aquellos materiales tan cementados que exclusivamente puedan ser excavados mediante uso de martillo hidráulico.
- Excavación en terrenos de tránsito. Definido como aquel terreno que es posible romper, con rendimiento normal, por un tractor oruga con ripper, de una potencia igual o inferior a 240 CV.
- Excavación en terrenos de consistencia normal. Comprende la excavación de aquellos materiales cuya consistencia permita la acción directa de las máquinas normales de excavación: bulldozers, traíllas, retroexcavadoras, etc. A este tipo se le denomina habitualmente tierra o terreno franco.

La determinación de las clases a las que corresponden las excavaciones y transportes, de acuerdo con la anterior clasificación compete únicamente al Director de Obra.

3.6.1. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Cuando la naturaleza, consistencia y humedad del terreno hagan presumir la posibilidad de desmoronamientos, corrimientos o hundimientos, se deberá a su tiempo apuntalar o entibar las excavaciones.

La inclinación de los taludes en las excavaciones será la que se fija en el Proyecto, siendo la Contrata responsable de los posibles daños a personas o cosas por desprendimientos y estará obligada a retirar el material derribado y a reparar las obras.

La Contrata deberá proceder, por todos los medios posibles, a defender las excavaciones de la penetración de aguas superficiales o freáticas, mediante los oportunos desagües o agotamiento.

El transporte de tierras para los terraplenes se realizará con maquinaria adecuada a las distancias calculadas en Proyecto y de cualquier manera sólo se pagará cuando las rasantes conseguidas tengan, como mínimo, la calidad de las proyectadas y siempre previa aprobación del Director de Obra.

Antes de proceder a la excavación en terreno de roca, la contrata deberá avisar al Director de Obra, con un mínimo de 24 horas de antelación, para que este proceda a realizar las mediciones y comprobaciones oportunas.

3.6.2. EXCAVACIONES EN DESMONTE

Una vez terminados los trabajos previos e inspeccionados y admitidos éstos por el Director de Obra, los trabajos de excavación se realizarán ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás datos que figuran en el Proyecto.

Las tierras procedentes de las excavaciones que, a juicio del Director de Obra, no se consideren adecuadas para la construcción de terraplenes o para otro empleo, deberán alejarse del área de ocupación del camino, depositándolas en zonas de caballero previstas en el Proyecto o bien procuradas por cuenta del Contratista y de modo que no dañe propiedades públicas o privadas. Cuando esto se incumpla el Director de Obra podrá disponer el alejamiento de las tierras siendo todos los gastos que se ocasionen con cargo al Contratista.

En los tramos de excavaciones en roca se excavarán, como mínimo, quince centímetros más que los fijados como cota de explanación, rellenándose este exceso de excavación

con material idóneo que se compactará y se perfilará de acuerdo con las normas sobre terraplenes indicadas más adelante.

En las zonas de excavación donde existan corrientes de agua superficiales, se desviarán fuera de las áreas donde vaya a construirse el terraplén, de acuerdo con las indicaciones del Director de Obra.

En las zonas de excavación donde existan corrientes de agua subálveas, se procederá a su captación y conducción mediante la ejecución de zanjas de profundidad suficiente rellenas de material drenante.

3.6.3. TRANSPORTE DE MATERIALES EN LA OBRA

En los transportes de tierras y áridos y en general en la circulación de vehículos por la obra se tomarán las siguientes medidas:

Para reducir el impacto de la compactación del terreno, se deben aprovechar las carreteras y caminos existentes para acceder a la zona de obras, evitando en la medida de lo posible la apertura de nuevos accesos, reduciendo lo máximo posible la superficie ocupada por las obras y transitada con maquinaria mediante una planificación de las obras y posterior señalamiento de las mismas. Además, se evitará, en la medida de lo posible, transitar sobre terreno con alto contenido de humedad.

Se evitará siempre que sea posible la realización de trabajos de excavación y el tránsito de vehículos y maquinaria durante el periodo de lluvias para evitar de este modo que se produzcan efectos erosivos por efecto de las mismas.

Riego de superficies pulverulentas Se realizarán riegos periódicos con agua de los caminos de tierra habilitados para la circulación de maquinaria, de los acopios de tierras y áridos y en general de todas aquellas superficies que sean fuentes potenciales de polvo (incluidos aquellos materiales que son transportados en camiones, los cuales además de la medida anterior, serán regados antes de su cubrición en momentos de fuertes vientos o de sequía extrema). La periodicidad de los riegos se adaptará a las características de las superficies a regar y a las condiciones meteorológicas, siendo más intensos en las épocas de menores precipitaciones, de modo que en todo caso se asegure que los niveles resultantes de concentración de partículas en el aire, no superen los límites establecidos por el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire. Se realizará una media de dos riegos diarios en la época estival, si bien esta periodicidad se modificará tras las inspecciones visuales que permitan determinar la necesidad de ampliar o reducir la periodicidad de los riegos para el cumplimiento de la legislación vigente.

Cubrición de los camiones de transporte de material térreo y de los acopios de áridos mediante lonas de forma que se evite la incidencia directa del viento sobre ella y por tanto la dispersión de partículas. Las lonas deberán cubrir la totalidad de las cajas de los

camiones. Esta medida se aplicará a todos los medios de transporte de materiales pulverulentos, principalmente en días ventosos y en zonas habitadas. En todo caso, es obligado que cuando estos vehículos circulen por carreteras lo hagan siempre tapados.

Igualmente se cubrirán con lonas los materiales pulverulentos que deban permanecer acopiados durante la ejecución de las obras con objeto de evitar la emisión de polvo a la atmósfera durante rachas de viento.

Limitación de la velocidad de circulación en los caminos de obra no pavimentados en zona de obras para reducir la emisión de partículas pulverulentas a la atmósfera.

Se evitará, en la medida de lo posible, la utilización de contenedores metálicos.

Se evitará el tráfico nocturno por núcleos urbanos, de manera que los materiales se acopien en las áreas destinadas a tal efecto hasta la mañana siguiente. De esta manera se evitará la afección acústica a los residentes por el paso de los vehículos pesados.

En caso de considerarse necesario, se realizarán controles de las emisiones sonoras en las inmediaciones de las viviendas con probable afección acústica debido a la ejecución de las obras, especialmente en los horarios más críticos en cuanto a la inmisión de ruido, para garantizar que los valores predominantes no excedan los límites de inmisión permitidos por la normativa vigente. Si se sobrepasan los umbrales de calidad acústica establecidos por la normativa de aplicación, se propondrán las medidas correctoras adicionales oportunas.

3.6.4. EXCAVACIONES EN ZONAS DE PRÉSTAMOS

El Director de Obra, podrá ordenar la apertura de zonas de préstamo si lo estimara necesario.

El contratista comunicará al Director de Obra, con suficiente antelación, la apertura de las canteras, con objeto de que se puedan medir sus dimensiones sobre el terreno natural y realizar los debidos ensayos antes de dar su aprobación. Al mismo tiempo deberá presentar al Director de Obra autorización escrita, del propietario de las parcelas de las que se pretende extraer el préstamo. Corre por cuenta del Contratista las gestiones comerciales y legales que la adquisición de tales préstamos suponga.

Las zonas de préstamos de materiales para la construcción de los terraplenes, deberán ser previamente desprovistas de la cubierta vegetal y de la capa de suelo que contenga una proporción de materia orgánica superior a uno por ciento en peso de suelo seco y de todos aquellos elementos perjudiciales que se quiera evitar en la explanación del camino.

Si durante la explotación de la zona de préstamo aparecieran materiales no idóneos, serán rechazados.

Los desmontes se realizarán de forma que los taludes queden con la inclinación conveniente a fin de impedir corrimientos de tierra, cuya responsabilidad será de la Contrata.

Una vez terminada su explotación, las zonas de préstamo deberán quedar en buenas condiciones de aspecto, drenaje, circulación y seguridad.

3.7. TERRAPLENES

Los materiales a emplear en la construcción de terraplenes procederán de los desmontes de la propia obra o de las zonas de préstamo adecuadas, señaladas o aprobadas por la Dirección de Obra.

Su ejecución incluye las siguientes operaciones: la preparación de la superficie de asiento, extensión de una tongada, humectación y desecación de la tongada, compactación de la tongada, terminación y refino.

Las tongadas se efectuarán con el espesor fijado, de acuerdo con la maquinaria a emplear, que a su vez será la adecuada al tipo de material.

Los taludes de terraplén serán los que marquen los planos de perfiles transversales.

Deberá cuidarse de que todo el plano de fundación preciso para el asiento de terraplén se encuentre libre de materia orgánica y raíces. Además, es necesario que en él no existan blandones o manantíos. Si en las operaciones de movimientos de tierras se detectaran terrenos de esta naturaleza será preciso establecer un adecuado drenaje antes de iniciar las operaciones de terraplén. En este caso será imprescindible la supervisión del Director de Obra para continuar los trabajos de terraplén.

3.7.1. CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES

El contenido en materia orgánica no deberá exceder del uno (1) por ciento en peso de suelo seco.

No deberán contener elementos pétreos cuyo tamaño exceda de quince centímetros.

La densidad seca máxima en el ensayo de compactación Proctor Modificado será, como mínimo, de uno con ochenta (1,80 g/cm³). Solamente podrán emplearse tierras de densidad inferior cuando lo autorice previamente el Director de Obra.

El límite líquido debe ser menor de treinta y cinco.

El agua a emplear para la compactación deberá estar exenta de materia orgánica y sustancias nocivas.

3.7.2. CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Las características de las tierras se comprobarán antes de su utilización en obra, mediante la ejecución de los ensayos cuya frecuencia y tipo se señalan a continuación para cada una de las procedencias elegidas, siempre teniendo en cuenta lo que la dirección de obra marque en cuanto a muestreo o intensidad de ensayos necesarios, siendo lo que se indica, los ensayos mínimos a realizar:

▶ **Por cada 1.000 m³ ó 2.000 m³ o fracción de materiales a emplear**

- Determinación de materia orgánica
- Ensayo granulométrico
- Próctor Modificado
- Ensayo de Límites de Atterberg

▶ **Por cada 4.000 m³ o fracción de materiales a emplear**

- Determinación Índice CBR

▶ **Por cada 8.000 m³ o fracción de materiales a emplear**

- Ensayo de hinchamiento
- Contenido en yesos
- Ensayo de colapso
- Contenido en sales solubles

3.7.3. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Antes de extenderse la primera tongada deberá perfilarse y compactarse el plano de fundación donde se asentará el terraplén, hasta una densidad del 96% del Próctor Modificado.

Según las características de los materiales a emplear en la construcción del terraplén, se establecen las siguientes prescripciones a tener en cuenta:

Materiales cohesivos

Una vez extendida cada tongada se procederá, en caso necesario, al riego homogéneo de la tierra hasta alcanzar un grado de humedad constante en todos sus puntos, que deberán ser el óptimo obtenido mediante el ensayo de compactación.

Para conseguir la humidificación homogénea, se emplearán equipos móviles de riego con esparcidor de agua a presión regulable y equipos idóneos para la mezcla y homogeneización de los materiales.

No se ejecutará la compactación cuando los materiales, por efecto de la lluvia o por cualquier otro motivo, tengan una humedad superior a la óptima.

La compactación de cada tongada se efectuará empleando los medios necesarios para alcanzar, la densidad seca establecida en cada caso.

Materiales no cohesivos

Las tongadas se extenderán en espesor uniforme, suficientemente reducido para que con los equipos disponibles se obtenga el grado de compactación exigido.

Una vez extendida cada tongada, se procederá al riego homogéneo de los materiales, hasta alcanzar en todos sus puntos la humedad adecuada.

Después de la humidificación se compactará cada tongada con los medios necesarios para alcanzar como mínimo, la densidad relativa establecida en cada caso.

Los terraplenes se compactarán con equipos adecuados (rodillos lisos, compactadores de ruedas neumáticas, compactadores vibratorios, etc.), regulando el número de pases hasta alcanzar la densidad exigida.

3.7.4. CONTROL DE CALIDAD EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las diferentes capas del terraplén se compactarán de manera que su densidad sea, como mínimo, el 96% de la densidad máxima alcanzada por ese material en el ensayo Próctor Modificado.

Se tolerarán diferencias de +/- 5 cm en la cota de la rasante respecto a la indicada en cada caso.

La ejecución de las obras se controlará mediante la realización de los ensayos, cuya frecuencia y tipo se señalan a continuación, entendiéndose que estas cifras son mínimas y se refieren a cada una de las procedencias elegidas, la dirección de obra decidirá si con estas son necesarias o se requieren más.

- ▶ **Por cada 1.000 m³ ó 2.000 m³ (según contemple la Dirección de Obra) o fracción de materiales a emplear**
 - Una determinación de materia orgánica
 - Ensayo granulométrico
 - Próctor Modificado
 - Ensayo de Límites de Atterberg

- ▶ **Por cada 4.000 m³ o fracción de materiales a emplear**
 - Determinación Índice CBR

- ▶ **Por cada 8.000 m³ o fracción de materiales a emplear**
 - Ensayo de hinchamiento
 - Contenido en yesos
 - Ensayo de colapso
 - Contenido en sales solubles

3.8. SUPERFICIE DE LA EXPLANACIÓN

3.8.1. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La superficie de la explanación, también denominada explanada, se compactará siempre previo riego hasta alcanzar la humedad óptima.

El ancho de la superficie de la explanación debe ser el marcado en perfiles transversales. No se admitirán vertidos de tierras adosados al talud de terraplén, ya que los movimientos de tierras están compensados dentro del proyecto y en todo caso se determinan zonas para vertederos fuera de la ocupación de la obra.

Antes de iniciarse el proceso de compactación será preceptivo el visto bueno del Director de Obra confirmando que el perfilado de la rasante es correcto y que los bombeos y peraltes son los adecuados.

3.8.2. CONTROL DE CALIDAD

El grado exigido de compactación de la superficie de la explanación en sus últimos 50 cm será del 100% del Próctor Normal o el 96% del Próctor Modificado, debiéndose cumplir esta condición tanto para desmonte como para terraplén.

Se admitirá una diferencia de +/- 20 cm en la anchura de la superficie de la explanación respecto a la indicada en cada caso, y de +/- 2 cm en la profundidad de las cunetas.

La ejecución de la obra se controlará mediante la realización de ensayos, cuya frecuencia y tipo se señalan a continuación, entendiéndose que las cifras que se dan son mínimas, la dirección de obra decidirá si con estas son necesarias o se requieren más.

▶ **Por cada 1.000 m³ ó 2.000 m³ (según contemple la Dirección de Obra) o fracción de materiales a emplear**

- Una determinación de materia orgánica
- Ensayo granulométrico
- Próctor Modificado
- Ensayo de Límites de Atterberg

▶ **Por cada 4.000 m³ o fracción de materiales a emplear**

- Determinación Índice CBR

▶ **Por cada 8.000 m³ o fracción de materiales a emplear**

- Ensayo de hinchamiento
- Contenido en yesos
- Ensayo de colapso
- Contenido en sales solubles

3.9. EXCAVACIONES EN CAUCES Y DESAGÜES

El contratista deberá notificar, con suficiente antelación, al Director de Obra el comienzo de la excavación a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno natural.

Las zanjas se ejecutarán con las dimensiones y taludes indicados en el Proyecto; no obstante, el Director de Obra podrá modificar tales características si las condiciones del terreno así lo exigen.

3.10. PEDRAPLENES Y RELLENOS DE ROCA

Consiste en la extensión y compactación de materiales pétreos idóneos procedentes de las excavaciones en roca en zonas de blandón o en pedraplenes.

Su ejecución incluye las operaciones de preparación de la superficie de asiento, extensión y compactación de material en tongadas.

3.10.1. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Los materiales pétreos a emplear estarán constituidos por roca, no susceptible bajo la acción de los agentes atmosféricos con el tiempo.

Se extenderá por tongadas de espesor comprendido entre sesenta centímetros (0,60 m.) y un metro (1 m.) con material cuyo tamaño máximo no supere los setenta por ciento (70 %) del espesor de la tongada, debiendo tener en cuenta, que el extendido de dicho material se realizará, pasando los camiones por encima de dicha tongada y llevando una continuidad en la misma, nunca se extenderá acopiando el material en pilas y disperso.

La humedad de compactación será aprobada por el Ingeniero Director de la Obra.

La escollera de piedras sueltas se ejecutará de forma que el frente de las piedras será uniforme; y carecerá de lomos y depresiones, sin piedras que sobresalgan o formen cavidades respecto a la superficie general.

3.11. RELLENOS LOCALIZADOS

Estas unidades consisten en la extensión de suelos procedentes de desmonte o préstamos para relleno de zanjas, trasdós de obras de fábrica o cualquier zona cuyas dimensiones no permitan la utilización de maquinaria de elevado rendimiento.

3.11.1. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Los materiales a emplear en trasdós de muros y bóvedas serán suelos seleccionados.

Los materiales a emplear en rellenos que forman parte de la infraestructura serán suelos semejantes a los que se empleen en las zonas correspondientes de los terraplenes.

Los materiales a emplear en rellenos que no formen parte de la infraestructura serán suelos tolerables.

Será obligatoria la aportación de maquinaria para extendido, humectación y compactación adecuada a las exigencias del relleno en este Pliego. El equipo de trabajo será aprobado por la Dirección de la Obra.

En principio el espesor de tongadas medidos después de la compactación no será superior a veinte (20) centímetros. No obstante, la Dirección de la obra podrá modificar este espesor a la vista de los medios disponibles y del resultado de los ensayos que se efectúen.

En todos los rellenos que estén dentro de la infraestructura de la explanación, la densidad que se alcance después de la compactación no será inferior a la máxima obtenida en el ensayo Próctor normal.

3.12. EXPLANACIONES MEJORADAS CON MATERIALES NATURALES

3.12.1. CONDICIONES QUE HAN DE SATISFACER LOS MATERIALES

Los materiales para la construcción de la explanación mejorada serán suelos naturales o seleccionados con bajo contenido en arcilla.

Carecerán de elementos de diámetro superior a la mitad del espesor del estrato y la fracción que pase por el tamiz número 200 A.S.T.M., será inferior al 25%.

Además, habrán de cumplir las condiciones siguientes:

- Índice CBR > 10
- Límite líquido < 30
- Índice plástico < 10
- Equivalente en arena > 25

3.12.2. CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Las características de los materiales se comprobarán, antes de su utilización, mediante la ejecución de los ensayos cuya frecuencia y tipo se señalan a continuación, refiriéndose a

cada una de las procedencias elegidas, la dirección de obra decidirá si con estas son necesarias o se requieren más.

▶ **Cada 500 ó 1000 m³ (según contemple la Dirección de Obra) o fracción de material a emplear, como mínimo**

- Análisis granulométrico
- Límites de Atterberg
- Proctor modificado
- Índice CBR
- Materia orgánica
- Coef. de desgaste de los Ángeles
- Equivalente de arena

▶ **Cada 200 ml**

- Un ensayo de compactación modificado.

▶ **Cada 10.000 ml**

- Un ensayo de placa de carga.

3.12.3. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Una vez terminada la explanación del camino, inspeccionada y admitida ésta por la Dirección de Obra, se procederá a la construcción de la explanación mejorada.

Los materiales a emplear en su construcción, que cumplirán las condiciones indicadas anteriormente, se extenderán en tongadas de espesor uniforme y suficientemente para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo el espesor el grado de compactación exigido.

Una vez regado el material a humedad óptima, se procederá a su compactación hasta alcanzar como mínimo una densidad igual al 100% de la máxima obtenida en el ensayo de compactación modificado.

La compactación se ejecutará a exteriores, marchando hacia el centro y a un tercio del elemento compactador.

Durante las operaciones de compactación se darán frecuentes pases de motoniveladora, a fin de que la superficie de la explanación mejorada quede con la misma pendiente transversal que habrá de tener el firme.

Las explanaciones mejoradas se ejecutarán cuando la temperatura ambiente sea superior a +2 °C, debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite. Durante la construcción de la explanación mejorada se prohibirá el tráfico.

3.12.4. CONTROL DE CALIDAD EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La ejecución de las obras se controlará mediante la realización de ensayos cuya frecuencia y tipo se señalan a continuación, entendiéndose que las cifras son mínimas, la dirección de obra decidirá si con estas son necesarias o se requieren más.

- ▶ **Cada 500 ó 1000 m³ (según contemple la Dirección de Obra) o fracción de material a emplear, como mínimo**
 - Análisis granulométrico
 - Límites de Atterberg
 - Proctor modificado
 - Índice CBR
 - Materia orgánica
 - Coef. de desgaste de los Ángeles
 - Equivalente de arena
- ▶ **Cada 200 ml**
 - Un ensayo de compactación modificado.
- ▶ **Cada 10.000 ml**
 - Un ensayo de placa de carga.

3.13. HORMIGONES

La fabricación del hormigón, así como su transporte, documentación necesaria, recepción, hormigonado en tiempo caluroso y frío, vibrado y curado del mismo, cumplirá en cualquier caso lo especificado en el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio).

3.13.1. DEFINICIÓN DE MATERIALES

Los tipos de hormigón que se utilizarán en estas obras son los siguientes:

- Hormigón en masa HM-20 (20 N/mm²) sulforresistente
- Hormigón para armar HA-25 (25 N/mm²) sulforresistente
- Hormigón para armar HA-30 (30 N/mm²) sulforresistente
- Hormigón para armar HA-35 (35 N/mm²) sulforresistente

Los materiales a emplear en la fabricación de estos hormigones son los definidos en los artículos correspondientes al presente Pliego.

No se podrán emplear en la obra hormigones fabricados “in situ”, el hormigón se fabricará conforme lo especificado en el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio).

3.13.2. TRANSPORTE

Para el transporte de hormigón se utilizarán procedimientos adecuados para conseguir que la masa llegue al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua del amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media, excepto en el hormigonado de piezas especiales y prefabricados de hormigón que puede llegar a 150 minutos en función de los aditivos empleados. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tipo de fraguado.

Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80% del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la nueva carga de masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

3.13.3. DOCUMENTACIÓN

Cada carga de hormigón fabricado en central irá acompañada de una hoja de suministro (albarán) que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo los siguientes datos:

- Identificación del suministrador.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Nombre de la central de fabricación del hormigón.
- Identificación del peticionario.
- Fecha y hora de entrega.
- Cantidad de hormigón suministrado.

- Designación del hormigón T-R/C/TM/A. Siendo: T= HM, HA o HP, R= resistencia en N/mm², C= letra inicial del tipo de consistencia, TM= tamaño máximo del árido en mm, A= tipo de ambiente.
- Tipo y contenido de cemento.
- Relación agua/cemento.
- Tipo y cantidad de aditivos.
- Contenido de adiciones, en su caso.
- Identificación del cemento, adiciones y aditivos empleados.
- Identificación del lugar de suministro.
- Identificación del camión que transporta el hormigón.
- Hora límite de uso del hormigón

Certificado de garantía final de suministro

El suministrador de hormigón aportará al final del suministro un certificado final de suministro, en el que se recogerán la totalidad de los materiales suministrados conforme el modelo del Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio).

3.13.4. RECEPCIÓN

Queda expresamente prohibida la adición al hormigón de cualquier cantidad de agua u otras sustancias que puedan alterar la composición original de la masa fresca.

El control del hormigón comprende los ensayos de consistencia y resistencia, cuya toma de muestras se realizará en el momento de la entrega con arreglo a lo especificado en la norma UNE-EN 12350-1:2020 y en un momento comprendido entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{4}$ de la descarga del mismo en obra.

El ensayo de consistencia se realizará “in situ” en el momento de suministro del hormigón, mientras que el ensayo de resistencia se realizará en el laboratorio.

Dichos controles los realizará un laboratorio de control autorizado conforme el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio) y serán recogidos en un registro de resultados de ensayo.

Cualquier rechazo de hormigón basado en los resultados de los ensayos de consistencia deberá ser realizado durante la entrega. No se podrá rechazar ningún hormigón por estos conceptos sin la realización de los ensayos oportunos.

Índice de consistencia

Se realizará un ensayo de consistencia siempre que se tomen muestras para la realización de un ensayo de resistencia a compresión. El valor de la consistencia del hormigón se

determinará mediante el cono de Abrams, de acuerdo con el método de ensayo de la norma UNE-EN 12350-2:2020.

La consistencia vendrá determinada por el valor medio de un número de determinaciones igual o superior a 2. Este valor deberá cumplir con las especificaciones indicadas en la siguiente tabla y coincidir con la consistencia solicitada en el pedido.

Consistencia	Tolerancia en cm	Intervalo resultante
Seca	0	0 - 2
Plástica	+ - 1	2 - 6
Blanda	+ - 1	5 - 10
Fluida	+ - 2	8 - 17
Líquida	+ - 2	14 - 22

Salvo en aplicaciones específicas que así lo requieran, se evitará el empleo de las consistencias seca y plástica. No podrá emplearse la consistencia líquida, salvo que se consiga mediante el empleo de aditivos superplastificantes.

Resistencia a compresión

Los ensayos de resistencia a compresión sobre probetas fabricadas y curadas conforme la norma UNE-EN 12390-2:2020, se mantendrán en el molde convenientemente protegidas durante al menos 16 horas y nunca más de 3 días. Durante su permanencia en la obra no deberán ser golpeadas ni movidas de su posición y se mantendrán al resguardo del viento y del asoleo directo. Durante este periodo la temperatura del aire alrededor de las probetas deberá estar comprendido entre los siguientes límites. En el caso de que puedan producirse otras condiciones ambientales el Constructor habilitará un recinto en el que puedan mantenerse dichas condiciones.

Rango de temperatura	Fck (N/mm ²)	Periodo máximo de las probetas en obra
15 °C - 30 °C	< 35	72 horas
	>= 35	24 horas
15 °C - 35 °C	Cualquiera	24 horas

Los ensayos de resistencia a compresión se realizarán conforme la norma UNE-EN 12390-3:2020 y el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio).

El número de ensayos a realizar en la obra será el indicado en el Código Estructural, según el tipo de elemento a hormigonar, la cantidad suministrada, etc.

El recorrido relativo de un grupo de 3 probetas obtenido mediante la diferencia entre el mayor resultado y el menor, dividida por el valor medio de las 3, tomadas de la misma

amasada, no podrá exceder el 20%. En el caso de 2 probetas, el recorrido relativo no podrá exceder el 13%.

3.13.5. LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

Hormigonado en tiempo frío

Como norma general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas (48) siguientes, pueda descender la temperatura mínima del ambiente por debajo de los cero grados centígrados (0°C).

La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5°C. Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armadura, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a 0°C.

En el caso en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas se utilizarán relaciones agua/cemento lo más bajas posibles y mayores contenidos de cemento o de cementos de mayor categoría resistente. Con ello conseguirá acelerarse la velocidad de curado del hormigón, aumentar la temperatura del mismo y reducir el riesgo de helada. El empleo de aditivos anticongelantes requerirá una autorización expresa, en cada caso, de la Dirección de Obra.

Si existe riesgo de helada prolongada o de hielo, el hormigón fresco se protegerá mediante dispositivos de cobertura o aislamiento, o cerramientos para el calentamiento del aire que rodee el elemento estructural.

Hormigonado en tiempo caluroso

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación de agua de amasado y para reducir la temperatura de la masa. Para ello la temperatura en el momento del vertido será inferior a 35°C en el caso de estructuras normales y de 15°C en el caso de grandes masas de hormigón y los elementos constituyentes de hormigón, encofrados y moldes destinados a recibirlo estarán protegidos del soleamiento.

Una vez colocado el hormigón se protegerá éste del sol y del viento para evitar que se deseeque. Si la temperatura es superior a 40°C o hay viento excesivo se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten, medidas especiales.

Se recomienda tomar medidas especiales para evitar retracciones plásticas cuando exista peligro de evaporaciones superficiales superiores a 1 kg/m²/h, según el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio).

3.13.6. VIBRADO DEL HORMIGÓN

Es obligatorio el empleo de vibradores de hormigón para mejorar la calidad del mismo, vigilando muy especialmente la condición de que la acción vibratora afecte a toda la masa del hormigón.

Los vibradores tendrán una frecuencia no menor a siete mil (7.000) impulsos por minuto.

El vibrador debe introducirse verticalmente sin que pueda ser movido en sentido horizontalmente mientras está en el hormigón. Se vibrará especial y cuidadosamente el hormigón junto a los encofrados a fin de evitar la formación de coqueas. No se permitirá que el vibrador afecte al hormigón parcialmente endurecido, ni que se aplique al elemento de vibrado directamente a las armaduras.

El tipo de vibrador a emplear, requerirá para ser aprobado, el sufrir una prueba experimental que resulte satisfactoria a la Dirección de Obra.

3.13.7. CURADO DE HORMIGÓN

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, se asegurará el mantenimiento de la humedad del mismo mediante riego directo que no produzca deslavado o protegiendo las superficies mediante recubrimientos plásticos u otros tratamientos adecuados, siempre que tales métodos, ofrezcan garantías de retención de la humedad y no contengan sustancias nocivas para el hormigón.

La duración mínima del curado se estimará con la siguiente fórmula:

$$D = KLD0 + D1$$

Siendo:

D = duración mínima en días del curado

K = coeficiente de ponderación ambiental.

Clase de exposición	Valor de K
I No agresiva	1,00
II Normal	
III Marina	1,15
IV Con cloruros no marinos	
H Heladas sin sales fundentes	
Q Químicamente agresivo	1,30
F Heladas y sales fundentes	

L = coeficiente de ponderación térmica.

T media durante en °C	Coefficiente L
T MEDIA < 6°C	1,7
6°C ≤ T MEDIA < 12°C	1,3
T media ≥ 12°C	1,0

D0 = parámetro básico de curado.

► **Determinación del parámetro básico de curado D0**

Condiciones ambientales durante el curado	Velocidad de desarrollo de la resistencia del hormigón			
	Muy rápida	Rápida	Media	Lenta
- A- - No expuesta al sol. - No expuesta al viento. - Humedad relativa > 80%.	1	2	3	4
- B- - Expuesta al sol con intensidad media. - Velocidad del viento media. - Humedad relativa entre el 50 y el 80%.	2	3	4	5
- C- - Soleamiento fuerte. - Velocidad de viento fuerte. - Humedad relativa inferior al 50%.	3	4	6	8

► **Determinación del parámetro D1**

Tipo de cemento	Valores de D1
Portland	CEM I 0
Con adiciones	CEM II CEM II-S CEM II-D CEM II-P CEM II-V CEM II-L CEM II-M 1
De horno alto	CEM III/A CEM III/B 3 4
Puzolánico	CEM IV 2
Compuesto	CEM V 4
Especial	ESP VI-1 ESP VI-2 4 4
De aluminato de calcio	CAC/R Estudiar cada caso

La velocidad de desarrollo de la resistencia del hormigón se puede determinar en función de la clase de cemento utilizado y de la relación agua/cemento según lo indicado en la siguiente tabla.

Clase del cemento	Relación agua/cemento (A/C)		
	A/C < 0,50	0,50 ≤ A/C ≤ 0,60	A/C > 0,60
52,5 R, 52,5 y 42,5 R	Muy rápida	Rápida	Lenta
42,5 y 32,5 R	Rápida	Media	Lenta
32,5	Media	Lenta	Lenta
22,5	Lenta	Lenta	Lenta

3.14. ENCOFRADOS Y CIMBRAS

Los encofrados, moldes y cimbras podrán ser de madera, metálicos o de otros materiales que cumplan las condiciones de eficiencia requeridas.

Antes de iniciar la ejecución de los encofrados o cimbras deberá someterse su proyecto a la aprobación de la Dirección de Obra, pero esta aprobación no disminuirá en nada la responsabilidad del Contratista en cuanto a la seguridad, resistencia, buena calidad de la obra ejecutada y su buen aspecto.

Los encofrados, serán replanteados, colocados y fijados en su posición, por cuenta y riesgo del Contratista.

Para las obras de fábrica, no se admitirán errores de replanteo superiores a dos (2) centímetros en planta, ni más menos diez (10) milímetros de altura.

Las cimbras y encofrados tendrán la resistencia y disposición necesarias para que en ningún momento los movimientos locales sobrepasen los cinco milímetros (5 mm) ni los de conjunto la milésima de la luz (0,001).

Tanto las uniones como las piezas que constituyen los encofrados, deberán poseer la resistencia y la rigidez necesarias para que, con la marcha del hormigonado prevista, y especialmente, bajo los efectos dinámicos producidos por el vibrado, no se originarán en el hormigón esfuerzos anormales durante su puesta en obra, ni durante su período de endurecimiento, ni en los encofrados movimientos locales superiores a cinco milímetros (5 mm).

Las superficies interiores de los encofrados deberán ser lo suficientemente uniformes y lisas para lograr que los parámetros de las piezas de hormigón en ellos fabricados no presenten defectos, bombeos, resaltos o rebabas de más de cinco milímetros (5 mm).

Tanto las superficies de los encofrados como los productos que a ellos que se pueden aplicar, no deberán contener sustancias agresivas a la masa de hormigón.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado para evitar la absorción del agua en el hormigón y se limpiarán, especialmente los fondos, dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

Las juntas entre las diversas tablas, deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego o por el agua del hormigón, sin que, sin embargo, dejen escapar las pastas durante el hormigonado.

Se autoriza el empleo de tipos y técnicas especiales de encofrados, cuyos resultados están sancionados por la práctica, debiendo justificarse la eficacia de aquellos que se propongan y que, por su novedad carezcan de aquella garantía a juicio de la Dirección de Obra.

No se efectuará ningún desencofrado ni descimbrado antes de que el hormigón haya adquirido las resistencias suficientes para no resultar la obra dañada por dichas operaciones. Como norma, los periodos mínimos de desencofrado y descimbrado serán los expuestos en la siguiente tabla.

Tipo de encofrado	Temperatura superficial del hormigón			
	≥ 24°C	16 °C	8°C	2°C
Vertical	9 horas	12 horas	18 horas	30 horas
Losas: fondo de encofrado	2 días	3 días	5 días	8 días
Losas: puntales	7 días	9 días	13 días	20 días
Vigas: fondo de encofrado	7 días	9 días	13 días	20 días
Vigas: puntales	10 días	13 días	18 días	28 días

3.15. ARMADURAS

3.15.1. CALIDAD DE LA EJECUCIÓN

El Contratista deberá presentar a la Dirección de Obra para su aprobación, los planos de despiece de armaduras de cada parte de las obras, con detalle de los empalmes previstos para el mejor aprovechamiento del material, de acuerdo con las normas y especificaciones del proyecto.

En el doblado y en la colocación se cumplirán las prescripciones de los planos y se aplicarán los artículos correspondientes del Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio).

3.15.2. CONTROL DE CALIDAD

El suministrador aportará de cada fabricante de barras y/o mallas enviadas el Certificado de Calidad Siderúrgica de AENOR correspondiente para cada tipo y diámetro de barra y/o

malla colocada en obra. En caso contrario aportará de cada fabricante lo indicado a continuación:

- Certificado de Calidad de Producto de las barras conforme la norma UNE 36065 :2011, UNE 36099:96 o UNE 36731:96.
- Certificado de Calidad de Producto de las mallas conforme la norma UNE 36092:2014.
- Certificado de Homologación de Adherencia de barras y mallas conforme la norma UNE 36740:98 o conforme la norma UNE-EN 10080:2006, con una antigüedad inferior a 36 meses.

Además, aportará de todas las barras y mallas recibidas en obra el certificado de calidad correspondiente a cada una de las coladas para cada fabricante, diámetro y tipo de acero.

En el caso de suministrar ferralla armada mediante soldadura no resistente, el suministrador aportará los certificados de cualificación del personal que realiza dicha soldadura, que avale su formación específica para dicho procedimiento.

En el caso de emplear ferralla armada mediante soldadura resistente, el suministrador aportará los certificados de homologación de soldadores, según la norma UNE-EN ISO 9606-1:2017 y del proceso de soldadura, según UNE-EN ISO 15614-1:2018.

En todos los casos, el adjudicatario aportará con cada suministro el Certificado de Inspección de la colada correspondiente, por diámetro, tipo de acero y fabricante. Existiendo en todos los casos coincidencia entre las lecturas realizadas “in situ” sobre los aceros suministrados y las indicadas en los Certificados de Inspección correspondientes.

Albaranes

Todos los albaranes del suministrador contendrán como mínimo la siguiente información:

- Identificación del suministrador.
- Identificación del lugar de suministro.
- Nº del certificado de Marcado CE, o en su caso, indicación de autoconsumo.
- Nº de identificación del Certificado de Homologación de Adherencia.
- Nº de serie de la hoja de suministro.
- Nombre de la fábrica.
- Identificación del peticionario.
- Fecha y hora de entrega.
- Identificación del acero utilizado (fabricante y número de colada).

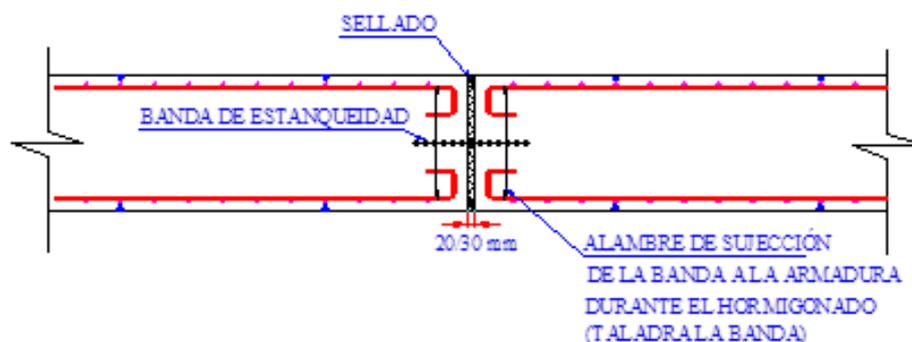
- **■ Certificado de garantía final de suministro**

El suministrador aportará al final del suministro un certificado final de suministro, en el que se recogerán la totalidad de los materiales enviados conforme al Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio).

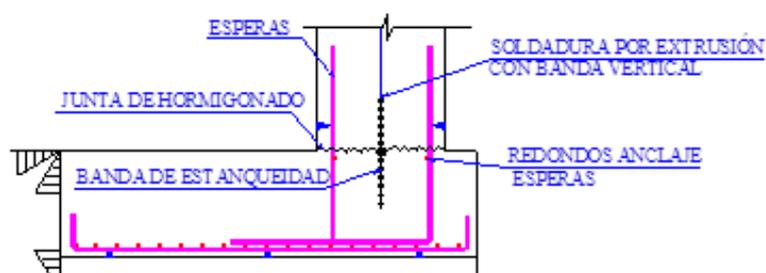
3.16. BANDAS PARA LA ESTANQUEIDAD DE LAS JUNTAS DE DILATACIÓN

La colocación de las bandas para la estanqueidad de juntas de dilatación se realizará conforme lo especificado en los siguientes esquemas, siendo las bandas para la estanqueidad de las juntas de dilatación las denominadas en los esquemas como “banda de estanqueidad”:

► **Detalle de armadura en juntas de dilatación**



► Detalle junta de hormigonado zapata-muro



3.17. IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS ENTERRADOS

Todos los muros enterrados se impermeabilizarán por su cara interna con dos capas de impermeabilizante de emulsión bituminosa.

La primera capa será de impermeabilizante diluido en agua al 50% y la segunda capa será de impermeabilizante diluido en agua lo mínimo posible hasta permitir su correcta aplicación.

3.17.1. MANIPULACIÓN, ALMACENAJE Y CONSERVACIÓN

El impermeabilizante se almacenará en su envase original bien cerrado en un lugar seco y protegido de la lluvia, el sol, el calor y las bajas temperaturas. Temperaturas inferiores a 0 °C pueden afectar a la calidad del producto. En estas condiciones se podrá almacenar el impermeabilizante aproximadamente seis meses desde su fecha de fabricación.

En el caso de que se produzcan sedimentaciones del impermeabilizante, se removerá antes de su empleo, hasta devolverlo al estado inicial.

3.17.2. MODO DE EMPLEO

🧱 Preparación del soporte

El estado del soporte sobre el que se aplicará el impermeabilizante estará limpio, exento de polvo, grasa, restos de pintura, yeso y cuerpos extraños. Las partículas sueltas o mal adheridas al soporte serán eliminadas. Las coqueras, grietas y rugosidades se colmatarán con impermeabilizante, evitando que queden vacíos o huecos que puedan romper la película bituminosa una vez formada.

❏ Tipo de soporte

El impermeabilizante no se aplicará sobre superficies pulidas ya que pueden producirse fallos de adherencia.

❏ Humedad del soporte

- El impermeabilizante puede aplicarse sobre superficies secas o húmedas, pero sin escurrimiento de agua. En superficies muy absorbentes o con aplicaciones en tiempo caluroso y al sol, es conveniente regar la superficie a fin de evitar que el agua de la emulsión sea absorbida o se evapore con excesiva rapidez, lo que podría favorecer la formación de cuarteamientos en la película.
- No se aplicará el producto si está lloviendo o nevando.

❏ Tiempo de secado y temperatura de aplicación

- Variable en función de la temperatura ambiente, insolación y humedad relativa.
- No se aplicará con temperaturas ambientales inferiores a +5 °C.

❏ Tiempo mínimo entre capas

- Recomendable esperar 24 horas.
- Herramientas de aplicación
- Rodillo, brocha o cepillo.

3.18. TUBERÍAS

Antes de comenzar la ejecución de las zanjas para tuberías, el Contratista presentará a la Dirección de Obra por escrito, la justificación del cálculo mecánico de las tuberías en función del terreno de la obra para su aprobación expresa por la misma.

La instalación de tuberías estará coordinada en todas sus actividades a “tajo parejo”: no se excavarán más de 100 m de zanja sin proceder a la regularización del fondo, incorporación de cama, instalación de tubería y relleno, al menos parcial, para evitar la posible flotación de los tubos en caso de inundación de la zanja y también para protegerlos, en lo posible de los golpes. No se dejará ninguna tubería sin punteado (tapado parcial que tapa todo menos las juntas) más de 4 horas. Los anclajes de hormigón armado de las piezas especiales se ejecutarán también a continuación de la excavación y montaje de la tubería: no se instalarán más de 500 m de tubería sin ejecutar los anclajes correspondientes a ese tramo.

3.18.1. ZANJAS

Las zanjas durante su excavación deben cumplir lo siguiente:

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

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

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

No se excavarán más de 100 m de zanja sin proceder a la regularización del fondo, incorporación de cama, instalación de tubería y relleno, al menos parcial, para evitar la posible flotación de los tubos en caso de inundación de la zanja y también para protegerlos, en lo posible de los golpes. Los anclajes de hormigón armado de las piezas especiales se ejecutarán también a continuación de la excavación y montaje.

El agotamiento o achique de las excavaciones se mantendrá el tiempo necesario hasta finalizar la ejecución correspondiente: zanjas, pozos, anclajes, arquetas, etc., estando incluido en las propias labores de excavación el agotamiento continuado hasta la finalización completa de los trabajos, no sólo los de la propia excavación, sino todos los posteriores hasta consumir el tapado o trasdosado de la excavación.

3.18.2. ANCLAJES DE PIEZAS ESPECIALES Y VÁLVULAS EN TUBERÍAS

Todas las piezas metálicas y de HPCC de la red de riego, así como todas las válvulas de la red de riego, tienen que estar ancladas con hormigón, excepto las especificadas a continuación:

- Tés de hidrante con salida vertical.
- Tés de ventosa (con una sola ventosa, las tés de ventosa dobles sí se tendrán que hormigonar).
- Carretes de desmontaje de las válvulas.

Dichos anclajes se realizarán con hormigón armado tipo HA-25 N/mm² sulforresistente y malla de Ø16-20 mm. Tanto el hormigón como el acero a emplear en los mismos tendrán que cumplir en todos los casos el Código Estructural (aprobado por el RD 470/2021, de 29 de junio) y las especificaciones del hormigón y del acero contempladas en los apartados correspondientes del presente pliego.

■ Comprobaciones previas:

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

- Replanteo de la pieza y/o válvula.
- Comprobación de la nivelación de la pieza y/o válvula.
- Existencia de la sujeción adecuada de la pieza con cables para evitar su flotación durante el hormigonado. Los cables no dañarán las piezas a hormigonar. Sólo será necesaria esta sujeción para las piezas de DN superior o igual a 500 mm.
- Existencia de 2 tubos de PVC corrugado de Ø160 a ambos lados de la pieza y/o válvula a hormigonar a la cota de la generatriz inferior de la tubería o del apoyo de la válvula, que permita dar continuidad a través del anclaje de la pieza y/o válvula al drenaje que supone la cama y relleno realizado mediante material granular seleccionado de tamaño 6/12.

■ Dimensiones mínimas y especificaciones de ejecución de los anclajes

Las dimensiones mínimas de los anclajes de las piezas y las válvulas serán las especificadas en el *Anejo 14 - Cálculos de anclajes*.

La ejecución de los anclajes se realizará conforme las especificaciones descritas en los esquemas del *Anejo 14 - Cálculos de anclajes*, así como en los planos correspondientes.

3.18.3. TRANSPORTE A OBRA

El transporte a obra de cualquier tipo de tubería y accesorio se realizará en camiones o en otro medio de transporte en los que el piso y los laterales de la caja estén exentos de protuberancias o bordes rígidos o agudos que puedan dañar a los tubos o a las piezas especiales.

Si el transporte incluye tubos de distinto diámetro, se colocarán en sentido decreciente de los diámetros a partir del fondo, no debiendo admitir cargas adicionales sobre los tubos que puedan producir deformaciones excesivas en los mismos y garantizando la inmovilidad de los tubos, apilándolos de forma que no queden en contacto unos con otros, disponiendo para ello cunas de madera o elementos elásticos.

Los tubos con uniones de enchufe o embocadura termoconformada y extremo liso deben colocarse con los extremos alternados, de tal modo que los enchufes no queden en contacto con los tubos inferiores.

3.18.4. SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO

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

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

El número de hileras superpuestas en los acopios y la disposición de las mismas (piramidal o prismática) debe ser tal que ninguno de los tubos apilados sufra daños y cuando la manipulación sea manual, la altura máxima será inferior al alcance que en condiciones de seguridad tenga el personal que realice el trabajo, no debiendo, en ningún caso, excederse alturas de 3 metros. En la siguiente tabla se indican las alturas máximas de apilamiento.

DN	HPCC	PVC	PE
100		12	10
200		7	6
300		4	4
400		3	3
500		2	3
600		2	3
700		2	3
800	2	1	3
900	2	1	2
1.000	2	1	2
1.100	2		2
1.200	2		2
1.400	1		2
>1.500	1		1

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

Los tubos de PVC y de PE no estarán en ningún caso en contacto con combustibles y disolventes, estarán protegidos de la luz solar y de que su superficie no alcance temperaturas superiores a 45 ó 50 °C.

Todos los tubos de PVC se suministrarán y almacenarán en obra protegidos con un plástico opaco con libre circulación de aire para evitar la incidencia directa de la luz solar sobre los mismos

Las tuberías de PVC recubiertas con protección, se almacenarán en soportes que las mantengan alejadas del suelo para prevenir que sean dañadas. Todas las tuberías deberían ser almacenadas en soportes cuando el tiempo sea muy frío para evitar que se peguen al suelo por la helada.

Los tubos y accesorios, permanecerán siempre protegidos de la exposición al sol continuada, no aceptando la Dirección de Obra la colocación de ningún tubo que presente decoloración, con respecto al patrón original de color correspondiente. Esta causa será motivo de rechazo del material afectado en su caso.

Los tubos se tienen que almacenar de forma que se cumpla el sistema de rotación basado en el principio de que “el más antiguo salga el primero”.

3.18.5. MANIPULACIÓN

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

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

En general, las operaciones de carga y descarga de los tubos se realizarán mediante equipos mecánicos, si bien, para diámetros reducidos pueden emplearse medios manuales. En cualquier caso, no se admitirán dispositivos formados por cables desnudos ni cadenas en contacto con el tubo, siendo recomendable, por el contrario, el uso de bragas de cinta ancha recubiertas de caucho, o procedimientos de suspensión a base de ventosas. La suspensión de tubo por un extremo y la descarga por lanzamiento no se realizará nunca. La descarga mediante estribos, enganchando para ello las bocas del tubo, si será una práctica admisible.

No se permitirá la rodadura o el arrastre de los tubos sobre el terreno, máxime si los tubos tienen revestimientos exteriores. Si la Dirección de Obra admite expresamente la rodadura, ésta debe realizarse, sólo, sobre superficies preparadas a tal efecto de forma que no se ocasionen desperfectos en el tubo.

La descarga de los tubos de materiales plásticos, cuando se transporten anidados unos dentro de otros, se comenzará por los del interior. En los tubos de PVC, cuando se manejen con temperaturas inferiores a 0 °C se prestará especial atención a todas estas operaciones, evitando que sufran golpes.

Durante la manipulación se tendrán en cuenta las indicaciones del fabricante.

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

Las tuberías de PVC se suministrarán protegidas con una lámina opaca con libre circulación de aire (lonas o lámina de polietileno).

3.18.6. COLOCACIÓN

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

Las tuberías van enterradas sobre un lecho de material seleccionado tipo 6/12 de 15 ó 20 cm de espesor regularizado, dependiendo del diámetro. Se comprobará el espesor de la cama de tubería mediante nivel láser y receptor en mira.

El desplazamiento de los tubos hasta su correcto alojamiento se realizará mediante maquinaria o mediante tráctel, empleando en cualquiera de los dos casos eslingas. En ningún caso se podrán colocar mediante el empuje de la cabeza del tubo sobre un tablón.

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

Generalmente no se colocarán más de 100 metros lineales de tubería sin proceder al relleno, al menos parcial, para evitar la posible flotación de los tubos en caso de inundación de la zanja y también para protegerlos, en lo posible de los golpes. El relleno de la tubería se realizará con material seleccionado hasta 30 cm por encima de la generatriz superior del tubo y con material ordinario el resto de la zanja conforme lo indicado en los perfiles correspondientes.

No se rellenarán las zanjas en tiempo de grandes heladas o con material helado.

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

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

3.18.7. PRUEBA DE LAS TUBERÍAS

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

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

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

Diámetro Nominal, DN (mm)	Longitud máxima del tramo (m)
$1000 \leq DN$	500
$700 \leq DN < 1.000$	750
$450 \leq DN < 700$	1.000
$DN < 450$	1.250

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

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

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

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

La constructora deberá aportar a las pruebas un transductor de presión digital portátil y autónomo mediante batería, con capacidad de registro de datos y una precisión del 0.2%. Con su correspondiente certificado de calibración, verificado periódicamente.

Antes de comenzar la prueba se comprobará que todos los accesorios y manguitos de la tubería están descubiertos, como mínimo 50 cm a cada lado del accesorio o manguito, que el interior de la conducción está libre de escombros, raíces o de cualquier otra materia extraña, así como que todas las piezas especiales y los carretes de anclaje de las válvulas están correctamente hormigonados y han transcurrido más de 28 días desde su hormigonado. La zanja estará parcialmente llena, dejando las juntas descubiertas. Así como que están colocados en su posición definitiva todos los tubos, las piezas especiales, las válvulas y demás elementos de la tubería, debiendo comprobarse que las válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas y que las piezas especiales están ancladas y las obras de fábrica con la resistencia debida.

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

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso estará provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Irá colocada en el punto más bajo de la tubería a ensayar y estará provista al menos de un manómetro de precisión no inferior a 0,02 N/mm². La medición del volumen de agua debe realizarse con una precisión no menor de litro.

En cualquier caso, pero especialmente en los de altas presiones, durante la realización de la prueba de la tubería instalada, se tomarán las medidas de seguridad necesarias para que en caso de fallo de la tubería no se produzcan daños a las personas y que los materiales sean los mínimos posibles. A estos efectos debe ponerse en conocimiento del personal que pudiera ser afectado que se está realizando una prueba, no debiendo permitirse el acceso al tramo que se esté ensayando, ni trabajar en tramos cercanos. En este sentido, los manómetros se colocarán de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

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

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

A partir de este momento, la deflexión circunferencial a corto plazo (de 3 a 6 meses) producida tanto en toda la longitud del tubo como de sus uniones debe ser inferior al 3% del diámetro interior del mismo. Será potestad de la Dirección de Obra indicar a la constructora que empape hasta el punto de saturación el terreno superior circundante que carga sobre los tubos instalados y realice la comprobación anterior, corriendo todos los medios necesarios a cuenta y cargo de la constructora. Si los resultados obtenidos son negativos, según y del modo que determine la Dirección de Obra la constructora deberá proceder a subsanar la situación, asumiendo igualmente todos los costes derivados de la desinstalación, fabricación de nuevas tuberías, restitución del terreno en caso de que no sea posible modificar la traza del mismo, etc... y de posterior reinstalación correcta y prueba.

Operaciones preliminares

► Relleno y anclaje

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

► Selección y llenado del tramo de prueba

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

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

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

Todo escombros y cuerpo extraño debe ser retirado de la conducción antes de la prueba. El tramo de prueba debe llenarse con agua. Para conducciones de agua potable debe utilizarse agua potable en la prueba de presión, salvo especificación contraria del proyectista.

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

Presión de Prueba

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

▶ **Golpe de ariete calculado**

$$STP = MDP_c + 0,1 \text{ MPa}$$

▶ **Golpe de ariete no calculado**

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

- El menor de los dos valores.
- El cálculo del golpe de ariete debe efectuarse por métodos apropiados y utilizando ecuaciones generales aplicables, de acuerdo con las condiciones fijadas por el proyectista y basadas en las condiciones de explotación más desfavorables.
- En circunstancias normales, el equipo de prueba debe estar situado en el punto más bajo del tramo de prueba. Si no es posible instalar el equipo de prueba en el punto más bajo del tramo de prueba, la presión de la prueba de presión debe ser la presión de prueba de la red calculada para el punto más bajo del tramo considerado, minorado con la diferencia de cota.

Procedimiento de ensayo

▶ **Especificaciones generales**

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

- Prueba preliminar.
- Prueba de purga.
- Prueba principal de presión.

▶ **Prueba preliminar**

La prueba preliminar tiene por objeto:

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

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

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

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

► Prueba de purga

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

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

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

► Prueba principal de presión

Generalidades:

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

Se admiten dos métodos de prueba básicos:

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

El proyectista debe especificar el método a utilizar.

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

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

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

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

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

- Δ Vmaxes la pérdida de agua admisible, en litros;
- V es el volumen del tramo de conducción en prueba en litros;
- Δp es la caída de presión admisible definida anteriormente, en kilopascales;
- E_w es el módulo de deformación del agua, en kilopascales;
- d_i es el diámetro interior del tubo, en metros;
- e es el espesor de la pared del tubo, en metros;
- E_R es el módulo de deformación de la pared del tubo, en kilopascales;
- 1,2 es un factor de corrección (por ejemplo, para el aire residual) durante la prueba principal de presión.

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

- Aumentar la presión regularmente hasta alcanzar el valor de la presión de prueba de la red (STP).
- La duración de la prueba de caída de presión debe ser de 1 hora o de mayor duración si así lo especifica el proyectista
- Si la pérdida de estanquidad sobrepasa lo especificado o si se encuentran defectos, la red debe examinarse y rectificarse donde sea necesario. La prueba debe repetirse hasta que su resultado sea conforme a las especificaciones.
- Cuando la conducción haya sido dividida en dos o más tramos de prueba y todos ellos hayan pasado con éxito la prueba de presión, el conjunto de la red deberá someterse, si así lo especifica el proyectista, a la presión de funcionamiento de la red (OP) durante al menos dos horas. Los componentes adicionales (no ensayados) incluidos después de la prueba de presión en secciones adyacentes deben ser inspeccionados visualmente para detectar fugas y cambios de alineamiento y nivel.
- Debe realizarse y archivar un informe completo con los detalles de las pruebas.

3.19. HINCAS

Antes de comenzar la ejecución de la hinca la empresa ejecutora presentará a la Dirección de Obra para su aprobación expresa, una memoria del cálculo mecánico de la misma, garantizando que la tubería de acero a emplear para la ejecución de la hinca soportará la carga de tráfico rodado y las condiciones del terreno.

La holgura que deberá existir entre el diámetro interior de la tubería de acero y el diámetro exterior de la tubería ejecutada mediante hinca será de 20-30 mm.

Para proteger los tramos ejecutados mediante hinca, se colocará al inicio y al final de la hinca, así como cada 3 metros de hinca, una banda de neopreno con tacos que cumplirá lo especificado en el presente pliego para bandas de neopreno con tacos.

La ejecución de la hinca cumplirá también lo especificado en los anejos y planos correspondientes del presente proyecto.

3.20. 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.

3.21. BOMBAS

3.21.1. ENSAYOS EN FÁBRICA

Los ensayos en fábrica presenciales se realizarán como mínimo, sobre una bomba de cada uno de los tipos de bombas y motores de la obra, entendiéndose por tipo la misma potencia y el mismo tipo de funcionamiento (variador o arranque directo). Los ensayos presenciales serán de tipo observado y se realizarán en presencia de un representante del contratista, dicho representante tendrá garantizado el acceso a los talleres del fabricante y dispondrá de las facilidades y datos necesarios para permitirle realizar la inspección satisfactoriamente. El fabricante avisará al contratista con un mínimo de 10 días de antelación de la fecha prevista para la realización de dichos ensayos.

Antes de realizar los ensayos presenciales, el fabricante tendrá una lista detallada y completa de todos los ensayos realizados a cada bomba, incluyendo las curvas y los datos de ensayo, certificados como correctos de todas y cada una de las bombas.

En el caso de que para la realización de los ensayos de las bombas se emplee la norma UNE-EN ISO 9906:2012 no se aceptarán tolerancias negativas en los rendimientos.

Los ensayos de las bombas se realizarán conforme la norma UNE-EN ISO 9905:99 ó UNE-EN ISO 9906:2012 Grado I y a la tensión y régimen de funcionamiento de las mismas. Como mínimo se realizarán a cada bomba los ensayos que se especifican a continuación.

🛠️ Ensayo hidrostático

Todas las envolventes sometidas a presión deben superar un ensayo hidrostático con el agua a temperatura ambiente como mínimo a 1,5 veces la presión máxima admisible. El ensayo hidrostático se considerará como satisfactorio si no se han observado fuga o goteo durante 30 min como mínimo.

■ Ensayo de funcionamiento

El fabricante debe hacer funcionar la bomba en el taller durante el tiempo suficiente para permitirle determinar las características completas, y especialmente la altura energética, el caudal y la potencia en, al menos, cinco puntos de funcionamiento. Estos puntos normalmente son, el caudal de la parada, el caudal mínimo estable continuo, el caudal a la mitad de la altura entre el caudal mínimo y el caudal nominal, el caudal nominal y el 110% del caudal nominal.

No se admitirán como satisfactorios resultados de rendimiento negativos.

En el caso de realizarse algún tipo de modificación en las bombas tras el ensayo de funcionamiento en fábrica, este ensayo quedará invalidado y será necesario realizar un nuevo ensayo de funcionamiento en fábrica.

■ Ensayo de la NPSH

Los datos de la NPSH deben verificarse en los cuatro puntos siguientes: el caudal mínimo continuo estable, a la mitad de la altura entre el caudal mínimo y el caudal nominal, al caudal nominal y al 110% del caudal nominal. El ensayo de la NPSH debe estar de acuerdo con la norma ISO 9906:1999.

■ Ensayo de vibraciones

Todas las bombas se ensayarán conforme la norma UNE-EN ISO 9905 como mínimo para el caudal nominal (+-5%) y para la velocidad nominal (+-5%). Las vibraciones máximas permitidas en función de la altura longitudinal del eje de la bomba serán 2,8 mm/s para alturas menores o iguales a 225 mm y 4,5 mm/s para alturas mayores de 225 mm.

■ Ensayo de la temperatura de los rodamientos

En los dos rodamientos de todas las bombas ensayadas se comprobará la temperatura de los mismos, para todos los caudales empleados para realizar el ensayo de funcionamiento excepto para el caudal de parada, siendo en todos los casos la temperatura obtenida inferior a 40°C más la temperatura ambiente.

3.21.2. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

La preparación para la expedición debe hacerse después de que se hayan completado todos los ensayos e inspecciones del equipo, haya sido aprobado por el Contratista y se haya recibido la documentación correspondiente.

La preparación del pedido hará que el equipo soporte adecuadamente un almacenamiento en el exterior durante 6 meses a contar desde la fecha de expedición.

El fabricante proporcionará todas las instrucciones necesarias para preservar la integridad de la preparación apropiada para el almacenamiento, entre la fecha de llegada del equipo al puesto de trabajo y el arranque de la bomba.

La ficha de información sobre los productos de protección y su eliminación estará fijada de forma segura a la bomba.

Se adoptarán todas las precauciones posibles para asegurarse de que las pequeñas tuberías y auxiliares o accesorios correspondientes están protegidos contra daños durante la expedición y transporte.

Un ejemplar de las instrucciones de instalación estándar del fabricante se embalará y expedirá con la bomba.

Una vez instalados los grupos motobomba sobre sus correspondientes bancadas, deberán ser alineados nuevamente.

3.22. MOTORES

El fabricante realizará, sobre cada uno de los motores suministrados, los ensayos estándar y además deberá poseer la capacidad de realizar los ensayos especiales que se detallan a continuación. Todos los ensayos se realizarán teniendo en cuenta las especificaciones recogidas en la legislación vigente.

Ensayos estándar

- Ensayo de resistencia eléctrica en frío.
- Ensayo de resistencia eléctrica en caliente.
- Ensayo de vacío.
- Ensayo en carga.
- Ensayo de rotor bloqueado.
- Ensayo de rigidez dieléctrica.
- Ensayo de calentamiento.
- Comprobación del rendimiento, factor de potencia, corriente y velocidad al 100%, 75% y 50%.
- Ensayo de par máximo en tensión nominal.

Ensayos especiales

- Ensayo de nivel de ruido.
- Ensayo de sobrevelocidad al 12%.
- Ensayo de sobrecarga.
- Ensayo de vibración

Preparación para la expedición

La preparación para la expedición debe hacerse después de que se hayan completado todos los ensayos e inspecciones del equipo y se haya recibido la documentación correspondiente.

El transporte y almacenamiento de los motores se realizará conforme lo indicado en el presente pliego para bombas.

3.23. ESTRUCTURA PREFABRICADA

Antes de iniciarse el montaje de la estructura prefabricada se realizará una comprobación visual del aspecto de la estructura, con el fin de rechazar aquellos elementos que han sido dañados durante su transporte o manipulación.

Deberá comprobarse en obra una vez finalizada la unión, un 50% del total de los tornillos que componen las uniones entre elementos, confirmando que el apriete de las tuercas es a tope y que la disposición geométrica es la adecuada. En caso de que un 25% de los tornillos sea considerado como rechazable, por falta de apriete, se procederá a la comprobación del 100% de los tornillos que componen la junta.

Las correas se arriostrarán en los vanos mediante las tirantillas correspondientes roscadas en ambos extremos.

3.24. ESTRUCTURA METÁLICA

Antes de iniciarse el montaje de la estructura metálica se realizará una comprobación visual del aspecto de la estructura, con el fin de rechazar aquellos perfiles o elementos que han sido dañados durante su transporte o manipulación.

Deberá comprobarse en obra una vez finalizada la unión, un 50% del total de los tornillos que componen cada junta, confirmando que el apriete de las tuercas es a tope y que la disposición geométrica es la adecuada. En caso de que un 25% de los tornillos sea considerado como rechazable, por falta de apriete, se procederá a la comprobación del 100% de los tornillos que componen la junta.

Las correas se arriostrarán en los vanos mediante tirantillas de 12 mm roscadas en ambos extremos.

Se comprobarán en obra el 30% de las soldaduras ejecutadas “in situ” conforme lo especificado en el presente pliego para soldaduras de piezas metálicas.

3.25. EJECUCIÓN DE CERRAMIENTOS DE PANEL PREFABRICADO

Antes de colocar los paneles se acopiarán en obra y se procederá a la inspección visual de los mismos para comprobar si se encuentran en adecuadas condiciones para ser instalados, tanto en lo que respecta a acabados exteriores, armaduras y esquinas, como ausencia de golpes y desconchones.

Los paneles se colocarán perfectamente aplomados para seguidamente fijarlos a la estructura con los adecuados sistemas de sujeción embutidos en los propios paneles.

Las juntas de los paneles se sellarán con mortero resistente a humedad y pintado en igual color que el propio panel.

3.26. CARPINTERÍA METÁLICA

3.26.1. INSTALACIÓN DE PUERTAS Y MARCOS METÁLICOS

El presente artículo trata del suministro, mano de obra, medios auxiliares, materiales y ejecución de todas las operaciones relacionadas con la instalación de puertas y marcos metálicos, de acuerdo con los planos correspondientes al proyecto.

Los marcos de las puertas y ventanas se instalarán nivelados y aplomados y se anclarán de un modo seguro a los muros.

Las puertas de bisagras se colgarán adecuadamente, de modo que giren horizontalmente y se mantengan en cualquier posición.

Los elementos de cerrajería se instalarán limpia y adecuadamente, se ajustarán y se dejarán en condiciones de funcionamiento perfecto.

3.26.2. CARPINTERÍA METÁLICA EN ALUMINIO

Todas las ventanas serán del tipo, tamaño y forma que se indican en los planos y cualquier variación que se introduzca será con la autorización por escrito de la Administración.

El Contratista tiene la obligación de presentar a la Administración detalles de construcción, dimensiones, disposición de ventilación, funcionamiento, etc. y toda la información precisa para ser aprobada por el Director de Obra.

Las ventanas se montarán bien encuadradas y a plomo en las alineaciones y nivelaciones exactas. Todos los anclajes se ajustarán antes de colocar las ventanas.

Todas las puertas irán provistas de dos (2) llaves con el número de la cerradura estampado en las mismas. Cada cerradura llevará estampado el número correspondiente en la superficie. Se suministrarán tres (3) llaves maestras para cada sistema de llaves.

3.27. PASOS PROVISIONALES

Los pasos provisionales necesarios para la correcta ejecución de las obras objeto del presente proyecto, serán de dimensión suficiente para el uso al que se destinen y garantizarán la suficiente resistencia mecánica para aguantar el tiempo que la Dirección de Obra considere necesario.

3.28. URBANIZACIÓN

3.28.1. PLANO DE FUNDACIÓN

El plano de fundación o explanada se compactará según lo especificado en el PG3 hasta alcanzar el 95% del Próctor Normal conforme la norma UNE 103501:1994. La compactación se comprobará con una frecuencia de 1 ensayo cada 620 m.

La geometría de la explanación se comprobará en toda su superficie teniendo que coincidir con la cota especificada en los planos.

3.28.2. SUBBASE

La subbase se realizará con zahorra natural de 2” una vez comprobada su idoneidad conforme el presente pliego, como mínimo al inicio del suministro y cuando cambie la procedencia de la misma, mediante el ensayo de una muestra significativa del material en Laboratorio debidamente homologado por cuenta del Contratista.

El espesor de la subbase será 20 cm +/- 15 mm y se comprobará mediante calicatas o levantamiento topográfico antes y después de echar la zahorra natural, siendo en éste último caso el espesor de la zahorra la diferencia entre los dos levantamientos. Se realizarán catas o levantamientos cada 500 ml y se realizarán al tresbolillo en franjas de 6 m de anchura.

La subbase se compactará según lo especificado en el PG3 hasta alcanzar el 98% del Próctor Modificado conforme la norma UNE 103501:1994. La compactación se comprobará con una frecuencia de 1 ensayo cada 330 ml.

3.28.3. BASE

La base se realizará con zahorra artificial de 1". En el caso de que el proveedor tenga marcado "CE" de la zahorra artificial y sus especificaciones coincidan con las expuestas en el presente pliego, no será necesario controlar su calidad en caso contrario se comprobará su idoneidad como mínimo al inicio del suministro y cuando cambie la procedencia de la misma, mediante el ensayo de una muestra significativa del material en Laboratorio debidamente homologado por cuenta del Contratista.

El espesor de la base será 20 cm +/- 15 mm y se comprobará mediante calicatas o levantamiento topográfico antes y después de echar la zahorra artificial, siendo en este último caso el espesor de la zahorra la diferencia entre los dos levantamientos. Se realizarán catas o levantamientos cada 500 ml y se realizarán al tresbolillo en franjas de 6m de anchura.

La base se compactará según lo especificado en el PG3 hasta alcanzar el 100% del Próctor Modificado conforme la norma UNE103501:94. La compactación se comprobará con una frecuencia de 1 ensayo cada 330 m.

3.28.4. SOLERA DE HORMIGON

Se ejecutará según lo indicado en el apartado de hormigones y armaduras del presente documento.

3.29. TERRAPLÉN DE LA BALSA

Antes de comenzar el terraplén, se retirará la capa vegetal de la zona donde se ubicará la balsa y sus estructuras. Este horizonte se ha estimado, según el estudio geotécnico, en 30 cm.

Previamente al inicio de los trabajos de desbroce de la balsa, el Contratista deberá avisar a la Dirección de Obra con suficiente antelación para que realice el levantamiento taquimétrico del terreno natural si así lo estima oportuno.

De igual manera, previamente al inicio de los trabajos de terraplén de la balsa, el Contratista deberá avisar a la Dirección de Obra con suficiente antelación para que realice el levantamiento taquimétrico del terreno desbrozado si así lo estima oportuno.

Previo a la colocación de la lámina se dejarán el movimiento de tierras durante al menos 6 meses (preferiblemente en invierno) para su asiento. Después del reposo corregirán los asientos y re perfilará por cuenta del adjudicatario de la obra.

Compactación del terraplén

El terraplén de la balsa se ejecutará por tongadas de un espesor máximo de 25 cm. Como mínimo se comprobará en 10 puntos de cada una de las tongadas la compactación obtenida, siendo en todos los puntos de la cimentación y el núcleo del terraplén la compactación obtenida superior al 95% del Próctor Modificado y siendo en todos los puntos de la coronación la compactación obtenida superior al 100% del Próctor Normal.

En cada tongada se clavarán estacas con fleje grapado, de altura efectiva máxima sobre el nivel del terreno de 25 cm, en número de tres cada 20 metros, para control del espesor de las tongadas durante la ejecución.

Control geométrico

La explanada del terraplén tendrá la misma cota en toda su extensión y anchura, según se va subiendo uniformemente el terraplén.

Se comprobará cada 30 m de distancia, la sección y la anchura de la tongada, como mínimo se realizarán 3 comprobaciones de la sección y la anchura de la tongada en cada una de las tongadas.

En el control geométrico de las secciones, las dimensiones de la anchura, no diferirán en más del $\pm 5\%$ de las especificadas en los planos, con respecto a la altura en la que se está realizando el control, que como máximo será cada 2 m de altura y medidas de tramos longitudinales de 30 m de distancia.

Control de la capa de zahorra artificial de 1”

Cumplirá lo especificado en el presente pliego para bases.

3.30. LÁMINA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

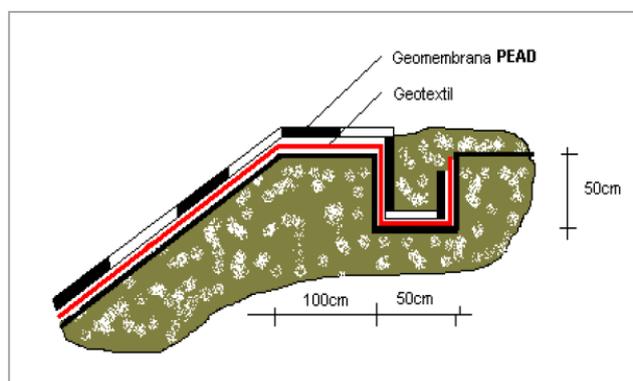
3.30.1. TIPOS DE ANCLAJES

Anclaje en coronación

Las láminas de impermeabilización se anclarán en la coronación de los taludes en una zanja de dimensiones mínimas (las establecidas en la figura 1). Con el fin de no deteriorar la coronación del talud, la zanja se separará del borde del talud al menos 1 m. Esta zanja también servirá de anclaje de los demás geosintéticos que componen el sistema de impermeabilización.

Una vez soldada y comprobada la lámina de PEAD, la zanja se rellenará con el propio producto de la excavación y se compactará.

Figura 1



❏ Anclaje en pie de talud

Las láminas al pie de talud se anclarán mediante fuelles conformados con lámina de PEAD de 2 mm de espesor y sección con perímetro 1,45 m. De peso no inferior a 115 kg/m. Rellenos con árido natural lavado 6/12 mm. Quedarán colocados sobre una capa de geotextil, que impida la rotura de la lámina de PEAD.

❏ Anclaje en fondo

Las láminas en el fondo de la balsa se anclarán de forma similar al anclaje en el pie de talud.

❏ Anclaje en líneas de máxima pendiente

Las láminas en las líneas de máxima pendiente se anclarán de forma similar al anclaje en el pie de talud.

❏ Anclaje en taludes

Las láminas en los taludes se anclarán mediante tubería PE100 \varnothing 160 mm rellena de gravilla 6/12 mm, colocada sobre una capa de geotextil, que impida la rotura de la lámina de PEAD.

■ Anclaje a fábricas de hormigón

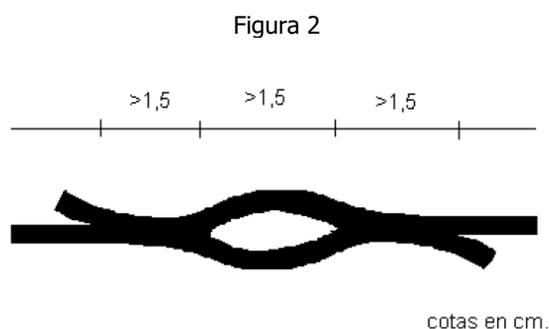
Las láminas se unirán a las fábricas de hormigón mediante un anclaje sencillo con perfiles de acero inoxidable en forma de té, provistos de garras, los cuales se embutirán en el hormigón fresco. Una vez haya fraguado el hormigón, se fijará la lámina PEAD mediante atornillado de contra-pletina de acero inoxidable, apretada con tornillos M16 soldados (a la pletina base) y tuercas, también en acero inoxidable. Los tornillos irán soldados cada 13 cm. Para la estanquidad se incorporará una junta de neopreno entre la pletina y la lámina de PEAD y se sellará, para mayor seguridad, el borde en toda su longitud con masilla de poliuretano.

3.30.2. SOLDADURAS

Las soldaduras de las láminas de PEAD serán por termofusión o tipo doble con canal intermedio de comprobación, excepto en los casos que este tipo de soldadura no sea posible como en las soldaduras de puntos triples y reparaciones de la balsa, en las que se realizarán soldaduras por extrusión.

■ Soldaduras por termofusión

Las dimensiones de las soldaduras por termofusión serán las indicadas en la figura 2, la anchura de solape mínima será de 10 cm.



La maquinaria a utilizar podrá ser de cuña caliente, aire caliente o ambas, pero siempre será automática, y con un sistema de control de la temperatura de soldado digital y con impresión de las condiciones de soldadura: presión de los rodillos, velocidad y temperatura.

La temperatura y velocidad de soldadura, se regulará según las condiciones climatológicas, y a partir de ensayos previos realizados “in situ” con tensiómetro automático de campo.

Las geomembranas de PEAD a soldar estarán siempre limpias y exentas de polvo o grasa.

✚ Soldaduras por extrusión

Se realizarán con una máquina extrusora portátil que aporta material del mismo tipo que la geomembrana de PEAD. La materia prima de la lámina de PEAD y el material de aporte de la soldadura por extrusión reunirán las mismas características técnicas para garantizar la durabilidad de las mismas.

La soldadura por extrusión consiste en:

- Limpieza de la zona a soldar.
- Unión mediante calor.
- Lijado de una zona de aproximadamente 6 cm común a ambas láminas. Este lijado se realizará siempre en dirección perpendicular a la soldadura, no eliminando más de un 10% del espesor de la lámina.
- Extrusión del material de aporte.

El cordón de soldadura tendrá una anchura mínima de 3 cm y una altura mínima del espesor de la lámina de PEAD.

3.30.3. INSTALACIÓN Y MANIPULACIÓN

Durante la instalación y manipulación de las láminas de PEAD, será responsabilidad del instalador lo siguiente:

- Que la maquinaria y herramienta utilizada sea la adecuada para no dañar las geomembranas.
- Que ninguna de las personas que estén trabajando sobre las geomembranas fumen, lleven calzados que las dañen o realicen otro tipo de operaciones que puedan deteriorarlas.
- Que el método utilizado para desenrollarlas, no cause arañazos, ni deteriore el suelo del soporte o del geotextil de base.
- Que el sistema de distribución adoptado para las geomembranas minimice la formación de arrugas. Se deberá identificar el lugar donde se ha instalado cada rollo en planos o croquis.
- Que se coloquen contrapesos durante su instalación para prevenir descolocaciones causadas por el viento.
- Que el desenrollado de las geomembranas se realice a temperaturas ambientales que no superen los 36°C.
- Que la instalación de las geomembranas no se realice durante precipitaciones, en presencia de excesiva humedad (niebla, rocío) o en presencia de vientos excesivos y siempre bajo el control del supervisor.

- Que se coloquen cargas adecuadas (por ejemplo, sacos de arena o artículos similares que no dañen la geomembrana) para prevenir levantamientos por el viento. Caso que los vientos sean fuertes, se colocarán cargas constantes a lo largo de los lados de las láminas para reducir el riesgo de flujo de viento bajo las láminas.
- Que las áreas de tráfico en contacto directo con las geomembranas se minimicen, protegiéndola con geotextiles, otra geomembrana superpuesta u otro sistema protector.

3.30.4. COMPROBACIONES Y ENSAYOS

Durante la instalación de la lámina de PEAD se realizará el control de calidad que se expone a continuación, cuyos resultados se reflejarán en el documento diario de la empresa instaladora.

Comprobación del terreno de apoyo de los materiales geosintéticos

Se comprobará la superficie de apoyo de los materiales geosintéticos, mediante visita a obra por técnico especializado, verificando que se cumple lo que la UNE 104427:2010 recoge al respecto.

La superficie de apoyo deberá ser regular y uniforme, convenientemente compactada y con granulometría continua y con ausencia de tamaños grandes, raíces u otros elementos punzantes.

Control de calidad de las soldaduras por termofusión

Se controlará el 100 % de las soldaduras, verificándose su calidad inmediatamente después de su ejecución. En caso de no conformidad se procederá a repetir la soldadura. Todas las soldaduras serán codificadas y recogidas en un plano de despiece de paños. Las soldaduras serán comprobadas mediante dos tipos de ensayos:

Comprobación de estanqueidad del canal central de soldadura por prueba de aire a presión bajo norma UNE 104481-3-2

El ensayo será realizado por el técnico de control de calidad de la empresa de control de calidad contratada para tal fin. Los resultados serán recogidos en fichas de campo donde se recogerán los aspectos contemplados en la normativa e incluidos en el informe final.

Criterio de aceptación / rechazo

No se aceptarán disminuciones mayores del 10 % de la presión administrada, tal como indica la norma UNE 104481-3-2.

► **Ensayo de desgarro/pelado mediante Tensiómetro de campo UNE 104304:2015**

El ensayo será realizado por el técnico de control de calidad de la empresa de control de calidad contratada para tal fin. Los resultados serán recogidos en fichas de campo donde se recogerán los aspectos contemplados en la normativa e incluidos en el informe final.

• **Criterio de aceptación / rechazo**

No se aceptarán roturas en la zona de soldadura. La probeta debe romper por la zona inmediatamente contigua a la zona soldada. El valor de rotura será superior al marcado por la normativa de aplicación.

► **Control de Calidad de las soldaduras por extrusión**

Este tipo de soldadura solamente se hará cuando no haya otra posibilidad. Se soldará por extrusión en parches, refuerzos, botas, baberos, uniones a obras de fábrica, arquetas tubos y puntos triples entre láminas, tal y como indica la normativa UNE 104427, y siempre que la máquina de termofusión no pueda hacerlo.

Se controlará el 100 % de las soldaduras, verificándose su calidad inmediatamente después de su ejecución. En caso de no conformidad se procederá a repetir la soldadura.

Todas las soldaduras serán codificadas y recogidas en un plano de despiece de paños.

El ensayo será realizado por el técnico de control de calidad de la empresa de control de calidad contratada para tal fin. Los resultados serán recogidos en fichas de campo donde se recogerán los aspectos contemplados en la normativa.

El instalador realizará las soldaduras por extrusión siempre delante del técnico de control de calidad y serán comprobadas por dos tipos de ensayos:

► **Comprobación de estanqueidad por el Método de la campana de vacío bajo norma UNE 104425 Anexo c**

El ensayo será realizado por el técnico de control de calidad de la empresa de control de calidad contratada para tal fin. Los resultados serán recogidos en fichas de campo donde se recogerán los aspectos contemplados en la normativa e incluidos en el informe final.

• **Criterio de aceptación / rechazo**

No se aceptarán aquellas soldaduras que muestren burbujas como reflejo de entrada de aire.

► **Comprobación de estanqueidad por el método del potenciómetro de campo (Chispómetro) Spark Test**

Para la realización de este ensayo el instalador tendrá que tener siempre disponible hilo de cobre.

El ensayo será realizado por el técnico de control de calidad de la empresa de control de calidad contratada para tal fin. Los resultados serán recogidos en fichas de campo donde se recogerán los aspectos contemplados en la normativa e incluidos en el informe final.

- **Criterio de aceptación / rechazo**

No se aceptarán soldaduras que al pasar el chispómetro salten chispas como reflejo de establecerse conexión eléctrica.

▣ **Trazabilidad de la lámina PEAD mediante coordenadas GPS**

Se elaborará un plano de despiece con la correspondiente codificación y situación de los distintos paños de lámina PEAD, así como, la correcta codificación y situación de todas las soldaduras, todos los ensayos, reparaciones y refuerzos.

La situación de paños y soldaduras de lámina PEAD se realizará en plano mediante coordenadas GPS.

La trazabilidad de la lámina PEAD se realizará estableciendo la correspondencia entre los códigos de los diversos paños de lámina PEAD y los números de rollo y lote a los que corresponden.

▣ **Control de calidad de aspectos relacionados**

- Verificación de los certificados del fabricante respecto a las especificaciones de proyecto y/o normativa.
- Comprobación sistemática de los parámetros de soldadura de termofusión (temperatura, presión de rodillos y velocidad de avance).
- Comprobación sistemática de los parámetros de soldadura de extrusión (temperatura del extrudado).
- Control del correcto despliegue de los distintos materiales geosintéticos.
- Medición de todos los parámetros ambientales recogidos en la normativa (temperatura ambiente, temperatura lámina, humedad relativa, etc....)
- Recogida de toda la información en los correspondientes documentos de campo.
- Se controlará el marcado CE de los materiales comprobando los valores de la ficha técnica de los materiales asociada al marcado CE y comparándolos con los resultados de laboratorio y con valores de la normativa vigente y/o de proyecto.

- Comprobación del terreno de apoyo de los materiales geosintéticos emitiendo certificado de validez.
- Correcto solape entre materiales.
- Correcta ejecución de anclajes en zanjas, bermas y taludes.
- Las uniones de la lámina de PEAD a tuberías, obras de fábrica y en general puntos singulares serán especialmente comprobadas, supervisando la ejecución de las uniones y someténdolas a las comprobaciones pertinentes mediante ensayos de campo.
- Dossier fotográfico
- Informe final de laboratorio y obra con sello de acreditación.

3.30.5. DOCUMENTACIÓN A APORTAR

El instalador antes de comenzar la colocación de las láminas aportará la documentación siguiente:

- Fases de realización. Se entregará el plano de las fases en que se va a realizar la impermeabilización, señalando en cada caso las zonas en donde se van a iniciar los trabajos.
- Planos de detalle. Donde se señalarán los anclajes de la lámina en coronación y los elementos singulares (arquetas, sumideros, tuberías, etc.).

Todos los días durante la ejecución de la impermeabilización, el instalador aportará un documento donde aparezca la localización, las fichas de identificación y de control de calidad de los rollos de lámina de PEAD colocados en ese día y los resultados de los controles y ensayos realizados.

3.31. CONTROL DE BOMEBO

3.31.1. CUADRO DE CONTROL

El cuadro estará formado por un armario de chapa, de dimensiones aproximadas 2000 x 1200 x 600 (ancho x alto x profundidad) mm, dispondrá de un zócalo completo de 200 mm de altura para elevarlo del suelo y poder facilitar las entradas de los cables al mismo con libertad. El cual constará de dos puertas donde se colocarán los elementos de interconexión hombre-máquina como son:

- Selectores de maniobras (manual-0-automático) con llave, para seleccionar el tipo de maniobras de los variadores y arrancadores.
- Pulsadores para cuando esté el selector en posición de manual poder ordenar el comienzo y el fin de la maniobra.

- Pilotos de señalización para indicar si la bomba está en funcionamiento (verde), o por el contrario presenta alguna anomalía (rojo).
- Visualizadores de la presión en el colector de aspiración e impulsión.
- Potenciómetros para fijar la frecuencia de salida de los variadores cuando están funcionando en manual.
- Seta de emergencia.

Este cuadro es el encargado de controlar la instalación de forma que pueda funcionar de tres modos distintos:

- Automático, controlada por el SCADA.
- Parada.
- Manual, controlada por un operador.

Este cuadro se alimenta a través de una salida del cuadro de servicios auxiliares, estando protegida por un interruptor automático de 16 A de intensidad nominal, disponiendo de un contacto auxiliar de señalización, un interruptor diferencial de 25 A 30 mA de clase A, contra corrientes de defecto continuas y continuas pulsantes, también dispondrá de un contacto de señalización, que en paralelo con el anterior se llevará a una entrada digital del SCADA. Se incorporará para su protección un descargador de sobretensiones tipo DEHN rail M2P 255 FM con un contacto de señalización para indicar su estado.

Este cuadro albergará para el control de la instalación de forma automática un módulo de entradas que se comunica con el SCADA. Un sistema con redundancia de hardware y software definido por:

- Dos estaciones de proceso totalmente operativas que alberguen el programa de control y que sean capaces, cada una por separado, de mantener el sistema totalmente en funcionamiento para el caso que una de ellas falle.
- Un programa de operador que pueda obtener las señales del sistema de cualquiera de las estaciones de proceso de la estación y del cuadro de la toma de balsa.

La estación remota situada en la instalación de toma tendrá su propia estación de proceso y deberá mantener la operatividad de los equipos allí instalados aún en la situación de pérdida de comunicación con la estación de bombeo. Las comunicaciones entre puntos de control y central se realizarán mediante una red LAN-WIFI propia que permitirá tener información de cualquiera de los procesos involucrados. Las variables controladas quedan definidas en la relación de entradas y salidas de la instalación de toma de esta memoria.

El software altamente disponible (redundante) se carga tanto en la estación maestra como en la estación de reserva. La CPU maestra procesa todas las señales involucradas y solo podrá ceder el control a la unidad de reserva en caso de fallo. En la estación de reserva está preparado el programa para asumir el procesamiento.

Tanto la estación maestra como la de reserva tendrán como mínimo las siguientes características:

- Totalmente cerrados y sin ventilación (fanless).
- Compatibles con sistemas operativos comerciales.
- Procesador Intel M2800 (2 cores a 1.86 GHz). 64 bits.
- Memoria RAM 2 GB DDR3
- 2 interfaces de red, al menos una de ellas Gigabit.
- Disco duro de estado sólido (SSD) de al menos 16 GB SATA
- 4 puertos USB
- 2 puertos RS-232
- Salida de video (VGA/HDMI)

Todas las comunicaciones se realizarán a través de dos switch con terminales de conexión apantallada de tipo EDS316-Moxa o similar.

Los módulos de entradas y salidas se conectarán a dos cabeceras de comunicaciones del tipo NA-4010-Moxa o similar y serán de las siguientes características:

- 9 módulos de 16 entradas digitales cada una. M1601-Moxa o similar
- 4 módulos de 16 salidas digitales cada una. M2601-Moxa o similar
- 2 módulos de 8 entradas analógicas cada una. M3802-Moxa o similar
- 26 módulos de 2 entradas RTD M6200-Moxa o similar.
- 1 tarjeta ampliación de sistema M7001-Moxa o similar

Para evitar que en caso de ausencia de la tensión de alimentación se produzcan reinicios de la instalación, toda la alimentación del control se realizará a través de un SAI de 1100 VA colocado en el exterior del armario. Según se observa en el esquema de la salida de alimentación del SAI se conectará un descargador de sobretensiones DEHN rail M2P 255 FM con un contacto de señalización cableado a una entrada digital del autómat. A la salida del descargador de sobretensiones se conectarán seis interruptores de hasta 1 A de intensidad nominal alimentando cada uno de ellos:

- Fuente de alimentación de la CPU 1 (maestra).
- Fuente de alimentación de la CPU 2 (reserva).
- Fuente de alimentación del sistema I/O distribuido (maestra).
- Fuente de alimentación del sistema I/O distribuido (reserva).

- Fuente 1 de alimentación de circuitos de mando (maestra).
- Fuente 2 de alimentación de circuitos de mando (reserva).

En el cuadro se dispondrá también de dos tomas de corriente para alimentar la programadora y cualquier otro receptor informático. Estas tomas de corriente serán de un color (amarillo) que las distinga de las de otros usos, para evitar como es muy común en las instalaciones que se conecte un receptor portátil, como puede ser un taladro pudiendo interferir en el funcionamiento normal del autómatas.

Cada par de fuentes (maestra - reserva) de alimentación se instalarán en paralelo mediante un módulo de redundancia, de tal forma que si cae una la otra siga aportando la corriente necesaria para el normal funcionamiento de la instalación.

Estas fuentes alimentarán el circuito de mando del cuadro, por tanto todo el aparellaje previsto para este cuadro deberá funcionar a 24 Vcc.

Todas las señales de las PT-100 de las bombas serán conectadas a las tarjetas del sistema I/O distribuido para controlar la temperatura de cada una de las bombas y estos valores serán almacenados por el sistema para determinar así el comportamiento en el tiempo de este parámetro de las bombas. Adicionalmente se deberá programar las alarmas y disparos correspondientes de forma de evitar que una bomba opere fuera del rango recomendado por el fabricante. La conexión de las PT-100 se realizará en técnica de tres hilos para minimizar la influencia de la resistencia de línea.

Se instalarán en las puertas del cuadro 2 visualizadores de 4 dígitos para ver en todo momento la presión de los colectores de aspiración e impulsión.

Para proteger a los módulos de salidas digitales se utilizarán relés de interface después de cada salida.

Para proteger las tarjetas de entradas analógicas, se utilizarán descargadores de sobretensiones del tipo Blitzductor BCT-ME 24.

Este cuadro se situará unido al de servicios auxiliares en la sala de cuadros, separándolos mediante un separador adecuado, de tal forma que se puedan interconectar elementos de uno con el otro.

3.31.2. DESCRIPCIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN

La instalación a automatizar, como ya se ha comentado, tiene 5 bombas verticales de 355 Kw y 4 bombas vertical de 200 Kw.

La instalación en conjunto podrá funcionar de dos modos distintos, seleccionable mediante un conmutador de llave de tres posiciones (automático-0-manual), presente en el cuadro de control:

- Automático, gobernada por un autómatas con redundancia software, será el modo de funcionamiento normal. En caso de que se produzca algún fallo, un operario deberá de cambiar al modo de funcionamiento manual.
- 0, la instalación no funcionará.
- Manual la estación funcionará totalmente a voluntad del operador. Todas las protecciones tanto eléctricas como mecánicas seguirán existiendo.

Cada bomba debe de poder funcionar de dos modos, seleccionables mediante un conmutador de llave presente en el cuadro de control:

- Automático, la instalación la gobierna un autómatas, este será el encargado de dar la orden de marcha a los variadores y a los arrancadores mediante una entrada digital de éstos. Por defecto la consigna de frecuencia de funcionamiento de los variadores se la pasará a través del bus de campo.
- Manual, la instalación se gobierna a voluntad del usuario, éste podrá arrancar una bomba fija o variable indistintamente, siempre y cuando las protecciones lo permitan.

En los variadores se dará la orden de marcha a través de una entrada digital y mediante otra entrada se le indicará que debe de funcionar a una frecuencia seleccionable mediante un potenciómetro presente en el cuadro de control.

Para todos los modos de funcionamiento se habilitarán tanto en los variadores como en los arrancadores dos salidas a relé, una para indicar mediante una lámpara cuando el variador o arrancador está funcionando y la otra para indicar cuando está en fallo.

En los arrancadores se hará la función de by-pass mediante un contactor gobernado por la salida a relé que queda libre de éstos.

La instalación va a disponer de un SCADA comunicado en red con los módulos de E/S, en el que se visualizarán las siguientes variables de los arrancadores y variadores:

- Potencia Consumida
- Nº de Horas trabajadas en Total
- Estado
- Tensión
- Régimen

Además del arranque y regulación de las bombas, habrá que automatizar o controlar también otros elementos de la instalación que dependen de las bombas, la válvula del colector de impulsión, las válvulas de impulsión de cada bomba, el centro de transformación, el cuadro general, el cuadro de servicios auxiliares, los filtros y el contador.

- Válvula del colector de impulsión, ésta dispondrá en el cuadro de servicios auxiliares de un selector de tres posiciones (manual-0-automático) con llave y un selector de dos posiciones para seleccionar en manual la maniobra de apertura o cierre de las válvulas:
 - en automático, la posición de las válvulas la controlará el autómatas, de tal forma que siempre estén abiertas.
 - en 0, las válvulas permanecerán en la última posición, independientemente de la posición que tome el selector de control de la instalación (automático-0-semiautomático).
 - en manual, mediante el selector de apertura cierre, se podrá abrir o cerrar la válvula.
- Válvulas de impulsión de cada bomba, estas válvulas en el caso de que sean motorizadas deberán de estar abiertas igual que las anteriores. Si no fuesen motorizadas, deberán de abrirse de forma manual.
 - en automático, la posición de las válvulas la controlará el autómatas, de tal forma que se abran al arrancar la bomba correspondiente a la válvula y se cierren durante la parada de la bomba si es un variador o antes de parar la bomba en los arrancadores, para evitar golpes de ariete.
 - en 0, las válvulas permanecerán en la última posición, independientemente de la posición que tome el selector de control de la instalación (automático-0-semiautomático).
 - en manual, mediante el selector de apertura cierre, se podrá abrir o cerrar la válvula.

- Se dispondrán entradas digitales para monitorizar el estado de las protecciones del centro de transformación, como son interruptor automático, relés de protección de sobreintensidad, relé de cuba, relé de neutro, densidad del SF₆, Relé Buchholz, Sobretemperatura y Nivel de Aceite, así como del estado de la fuente de alimentación.
- Del cuadro general se conocerá la posición del interruptor automático general.
- Por medio del analizador de redes se obtendrán datos de la instalación como potencia consumida, factor de potencia de la instalación, tensión, intensidad. En caso de que el factor de potencia de la instalación sea reducido y esté funcionando alguna bomba fija puede ser que el condensador fijo para compensar el factor de potencia esté estropeado, por lo que en caso de que se produzca esta circunstancia se indicará mediante una alarma en el SCADA.
- Los interruptores automáticos dispondrán de contactos de señalización de su posición, estos estarán cableados al SCADA y este indicará un fallo externo en caso de estar el interruptor abierto.
- Del cuadro de servicios auxiliares se conocerá el estado de aquellas protecciones importantes para el normal funcionamiento de la instalación, según se indicó en la descripción del mismo.
- Del cuadro de control se dispondrá información del estado del SAI de alimentación y del estado de los relés de temperatura, así como del estado de cada interruptor automático de alimentación a las fuentes respectivas.
- El analizador de redes de la instalación, será capaz de medir y registrar en los cuatro cuadrantes los consumos energéticos de la estación y además permitirá medir y registrar, si se requiere, desbalances de corriente y tensión, los módulos y ángulos de cada una de las tensiones y corrientes, los armónicos en módulo y Angulo tanto en tensión como en corriente hasta no menos del 50. Toda esta información estará disponible en el SCADA y podrá ser graficada o exportada según los requerimientos de la propiedad o del operador. De las lecturas del factor de potencia registrada con este equipo, el SCADA será capaz de cerrar el segundo banco de compensación reactiva del transformador principal para evitar un factor de potencia menor a 0.95 en la instalación.

Relación de entradas y salidas

A continuación, se muestra el listado de todas las variables, entradas y salidas del SCADA:

RELACION ENTRADAS-SALIDAS	ED	SD	EA	PT100
VALVULA COLECTOR DE ASPIRACION EN AUTOMATICO	1			
VALVULA COLECTOR DE ASPIRACION ABIERTA	1			
VALVULA COLECTOR DE ASPIRACION CERRADA	1			
ANOMALIA EN VALVULA COLECTOR DE ASPIRACION	1			
VALVULA COLECTOR DE IMPULSION EN AUTOMATICO	1			
VALVULA COLECTOR DE IMPULSION ABIERTA	1			
VALVULA COLECTOR DE IMPULSION CERRADA	1			
ANOMALIA EN VALVULA COLECTOR DE IMPULSION	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 1 EN AUTOMATICO	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 1 CERRADA	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 1 ABIERTA	1			
ANOMALIA EN VALVULA DE IMPULSION BOMBA 1	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 2 EN AUTOMATICO	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 2 CERRADA	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 2 ABIERTA	1			
ANOMALIA EN VALVULA DE IMPULSION BOMBA 2	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 3 EN AUTOMATICO	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 3 CERRADA	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 3 ABIERTA	1			
ANOMALIA EN VALVULA DE IMPULSION BOMBA 3	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 4 EN AUTOMATICO	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 4 CERRADA	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 4 ABIERTA	1			
ANOMALIA EN VALVULA DE IMPULSION BOMBA 4	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 5 EN AUTOMATICO	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 5 CERRADA	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 5 ABIERTA	1			
ANOMALIA EN VALVULA DE IMPULSION BOMBA 5	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 6 EN AUTOMATICO	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 6 CERRADA	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 6 ABIERTA	1			
ANOMALIA EN VALVULA DE IMPULSION BOMBA 6	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 7 EN AUTOMATICO	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 7 CERRADA	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 7 ABIERTA	1			
ANOMALIA EN VALVULA DE IMPULSION BOMBA 7	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 8 EN AUTOMATICO	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 8 CERRADA	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 8 ABIERTA	1			
ANOMALIA EN VALVULA DE IMPULSION BOMBA 8	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 9 EN AUTOMATICO	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 9 CERRADA	1			
VALVULA DE IMPULSION BOMBA 9 ABIERTA	1			
ANOMALIA EN VALVULA DE IMPULSION BOMBA 9	1			
ANOMALIA ALIMENTACION ARRANCADORES	1			
SOBRETENSION DESCARGADOR FINO ARRANCADORES	1			
ANOMALIA ALIMENTACION CAUDALIMETROS	1			
SOBRETENSION DESCARGADOR FINO CAUDALIMETROS	1			
ANOMALIA ALIMENTACION CIRCUITO DE MANDO	1			
SOBRETENSION DESCARGADOR FINO CIRCUITO DE MANDO	1			
ANOMALIA ALIMENTACION SAI EQUIPOS INFORMATICOS	1			

MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO EN LA COMUNIDAD DE REGANTES DEL CANAL DE
PALENZUELA Y QUINTANA DEL PUENTE (PALENCIA Y BURGOS)

RELACION ENTRADAS-SALIDAS	ED	SD	EA	PT100
ANOMALIA ALIMENTACION CUADRO DE CONTROL Y SAI C.C.	1			
SOBRETENSION DESCARGADOR FINO 1 CUADRO DE CONTROL (ANTES DEL SAI)	1			
SOBRETENSION DESCARGADOR FINO 2 CUADRO DE CONTROL (DESPUES DEL SAI)	1			
ANOMALIA ALIMENTACION FTE CPU A	1			
ANOMALIA ALIMENTACION FTE CPU B	1			
ANOMALIA ALIMENTACION FTE 1 IM 153-2	1			
ANOMALIA ALIMENTACION FTE 2 IM 153-2	1			
ANOMALIA ALIMENTACION FTE 1 Y 2 MANDO	1			
ORDEN FUNCIONAMIENTO AUTOMATICO INSTALACION	1			
ORDEN FUNCIONAMIENTO AUTOMATICO BOMBA 1	1			
ORDEN FUNCIONAMIENTO AUTOMATICO BOMBA 2	1			
ORDEN FUNCIONAMIENTO AUTOMATICO BOMBA 3	1			
ORDEN FUNCIONAMIENTO AUTOMATICO BOMBA 4	1			
ORDEN FUNCIONAMIENTO AUTOMATICO BOMBA 5	1			
ORDEN FUNCIONAMIENTO AUTOMATICO BOMBA 6	1			
ORDEN FUNCIONAMIENTO AUTOMATICO BOMBA 7	1			
ORDEN FUNCIONAMIENTO AUTOMATICO BOMBA 8	1			
ORDEN FUNCIONAMIENTO AUTOMATICO BOMBA 9	1			
APERTURA VALVULA COLECTOR DE ASPIRACION		1		
CIERRE VALVULA COLECTOR DE ASPIRACION		1		
APERTURA VALVULA COLECTOR DE IMPULSION		1		
CIERRE VALVULA COLECTOR DE IMPULSION		1		
APERTURA-CIERRE VALVULA DE IMPULSION BOMBA 1		2		
APERTURA-CIERRE VALVULA DE IMPULSION BOMBA 2		2		
APERTURA-CIERRE VALVULA DE IMPULSION BOMBA 3		2		
APERTURA-CIERRE VALVULA DE IMPULSION BOMBA 4		2		
APERTURA-CIERRE VALVULA DE IMPULSION BOMBA 5		2		
APERTURA-CIERRE VALVULA DE IMPULSION BOMBA 6		2		
APERTURA-CIERRE VALVULA DE IMPULSION BOMBA 7		2		
APERTURA-CIERRE VALVULA DE IMPULSION BOMBA 8		2		
APERTURA-CIERRE VALVULA DE IMPULSION BOMBA 9		2		
DISPARO INT. AUT. ALIMENTACION VARIADORES		1		
MARCHA VARIADOR 1 (BOMBA 1)		1		
MARCHA VARIADOR 2 (BOMBA 2)		1		
MARCHA VARIADOR 3 (BOMBA 3)		1		
MARCHA VARIADOR 4 (BOMBA 4)		1		
MARCHA VARIADOR 5 (BOMBA 5)		1		
MARCHA VARIADOR 6 (BOMBA 6)		1		
MARCHA VARIADOR 7 (BOMBA 7)		1		
MARCHA VARIADOR 8 (BOMBA 8)		1		
MARCHA VARIADOR 9 (BOMBA 9)		1		
NIVEL COLECTOR DE IMPULSION			1	
NIVEL COLECTOR DE ASPIRACION			1	
TEMPERATURAS DE BOMBA 1				4
TEMPERATURAS DE BOMBA 2				4
TEMPERATURAS DE BOMBA 3				4
TEMPERATURAS DE BOMBA 4				4
TEMPERATURAS DE BOMBA 5				4
TEMPERATURAS DE BOMBA 6				4
TEMPERATURAS DE BOMBA 7				7
TEMPERATURAS DE BOMBA 8				7
TEMPERATURAS DE BOMBA 9				7
TOTAL	69	32	2	45
RESERVA	38	29	14	0
TOTAL + RESERVA	107	61	16	45

A continuación, se muestra el listado de las variables, entradas y salidas en la instalación de toma:

RELACION ENTRADAS-SALIDAS	ED	SD	EA
MODO MANUAL - REMOTO	1		
FALLA ALIMENTACION COMP. ENTRADA 1; 2 Y COMP. BALSA	4		
FALLA ALIMENTACION COMP. ENTRADA 3; 4 Y SALIDA FILTRO	4		
FALLA ALIMENTACION FILTRO	1		
PAR EXCEDIDO COMP 1; 2; 3; 4; BALSA Y SALIDA	6		
COMP. 1; 2; 3; 4; BALSA; Y SALIDA CERRADA	6		
COMP. 1; 2; 3; 4; BALSA; Y SALIDA ABIERTA	6		
COMP. 1; 2; 3; 4; BALSA; Y SALIDA EN MARCHA	6		
FALLA ALIMENTACION FILTRO	1		
FILTRO 1 EN MARCHA	1		
FILTRO 2 EN MARCHA	1		
FALLA DESCARGADOR CLASE 2	1		
FALLA DESCARGADOR FUENTE MANDO	1		
FALLA ALIMENTACION CALDEO	1		
CERRAR COMP. 1; 2; 3; 4; BALSA Y SALIDA		6	
ABRIR COMP. 1; 2; 3; 4; BALSA Y SALIDA		6	
INICIAR FILTRADO		1	
INICIAR CALDEO		1	
NIVEL EXTERNO FILTRO			1
NIVEL INTERNO FILTRO			1
TEMPERATURA EXTERIOR			1
HUMEDAD RELATIVA EXTERIOR			1
TOTAL	40	14	4
RESERVA	8	2	4
TOTAL + RESERVA	48	16	8

3.31.3. BUS DE CAMPO

Se dispondrá de un bus de campo Ethernet 100BaseT con topología en estrella que discurrirá por las canalizaciones de control.

3.31.4. SCADA

Se dispondrá de un SCADA para la supervisión de la instalación realizado en software libre, pudiendo ser las bases de datos accesibles utilizando conectores de código abierto, el sistema operativo bajo el cual se ejecuta este SCADA ha de ser GNU/Linux. El control sobre el proceso en sí lo tiene el PLC del SCADA. Por un lado, hay una comunicación entre interfaz de operador y el equipo de control, y por otro lado entre el equipo de control y los valores de proceso.

El software con el que se lleve a cabo el desarrollo del SCADA no acarreará ningún coste en licencias por su uso. Por ello, cualquier ampliación que sea necesaria implementar en el SCADA (como pueden ser nuevas pantallas del SCADA, monitorización de nuevas variables, control de nuevos procesos...) se podrá llevar a cabo sin el pago de nuevas licencias.

El SCADA permitirá la visualización de la red hidráulica y de sus condiciones de operación (estáticas y dinámicas) para cada uno de los tramos que componen a la red hidráulica, entendiéndose por tramo la parte de la red comprendida entre dos puntos a partir de los cuales exista una diferencia de diámetro, una salida de hidrante, una bifurcación o cualquier otro elemento que produzca un cambio en las características de la conducción o una diferencia de caudal. Las condiciones de operación de la red se actualizarán periódicamente garantizando un tiempo de actualización, de los valores, menor o igual a 1 segundo y permitirá las siguientes opciones:

- Posibilidad de integrar (sin costes adicionales en licencias) la supervisión o ajuste de los valores de operación de los hidrantes en tiempo real (Al menos los valores de presión y caudal).
- Posibilidad de integrar (sin costes adicionales en licencias) la supervisión de datos en tiempo real de las condiciones de funcionamiento de cada tramo de la red hidráulica (tuberías)
- Posibilidad de integrar (sin costes adicionales en licencias) la supervisión y control de los estados de las válvulas de segmentación de la red hidráulica
- Indicará gráficamente con un código de colores el estado de los hidrantes, diferenciando 5 estados: Sin riego programado / Con riego programado / Regando / Con riego anulado / Hidrante indisponible.
- La red hidráulica reflejará la presión requerida en cabecera de la estación para el bombeo y la presión entregada por la estación en cada instante.
- Pantalla descriptiva para cada tramo de tubería, en la cual se reflejará:
 - Indicación de la turbulencia del fluido en la tubería en el punto de entrada del hidrante (número de Reynolds, valor dinámico)
 - Coeficiente de fricción aplicable a la tubería, actualizable de forma dinámica de acuerdo a las condiciones instantáneas del riego.
 - El valor de las pérdidas que este coeficiente de fricción implica en la tubería
 - El valor de las cotas que separan la entrada y la salida del tramo de tubería en cuestión
 - El diámetro del tramo de tubería en cuestión
 - La viscosidad cinemática de fluido que circula por la tubería en las condiciones atmosféricas de la estación de bombeo.
 - La rugosidad absoluta de la tubería en cuestión (configurable)

- Los componentes que forman el tramo resumidos en un factor K de pérdidas. (configurable).
 - El valor de las pérdidas que ese factor K representa trasladado a m.c.a. según las condiciones del riego.
- Pantalla descriptiva para cada hidrante, en la cual se reflejará:
 - Superficie regable
 - Caudal promedio para cada finca
 - Presión requerida para ese riego por esa finca
 - Caudal actual del hidrante
 - Presión actual del hidrante
 - Presión a la entrada del hidrante
 - Indicación de la turbulencia del fluido en la tubería en el punto de entrada del hidrante (número de Reynolds, valor dinámico)
 - Coeficiente de fricción aplicable a la tubería, actualizable de forma dinámica de acuerdo a las condiciones instantáneas del riego.
 - El valor de las pérdidas que este coeficiente de fricción implica en la tubería
 - El diámetro de la tubería que surte al hidrante y la longitud de la misma
 - Las cotas que separan la entrada del hidrante de la salida del tubo del ramal
 - La rugosidad absoluta de la tubería en cuestión (configurable)
 - La viscosidad cinemática del fluido (agua) de acuerdo a las condiciones ambientales de la estación de bombeo donde se riega.
 - Los componentes que forman el hidrante resumidos en un factor K de pérdidas (configurable).
 - El valor de las pérdidas que ese factor K representa trasladado a m.c.a. según las condiciones del riego.
 - El programa de riego de cada hidrante y su fecha y hora de inicio.

El SCADA también permitirá que el operador observe el funcionamiento de cada uno de los elementos de la estación de bombeo que se especifican:

- El SCADA permitirá que el operador observe el proceso gráficamente en la pantalla. En cuanto cambie un estado en el proceso se actualizará la visualización.
- Existirán varios niveles de permisos que permitirán diferentes acciones para cada tipo de usuario. Operador / Administrador
- De acuerdo a los permisos que tenga el usuario él podrá visualizar o modificar diferentes valores de consigna, abrir una válvula, etc.
- Cuando se presente algún estado crítico en el proceso se activará automáticamente una alarma; si se rebasa un valor límite predeterminado. La indicación de alarma permanecerá activa aun cuando el operador la confirme. Estas alarmas serán almacenadas para su posterior estudio si se requiere.

- Los avisos y los valores de proceso se podrán imprimir y archivar en formato electrónico. El usuario documentará así la evolución del proceso y podrá acceder posteriormente a los datos de producción del pasado.
- Los avisos, independientemente del tipo que sean, podrán ser enviados por SMS o e-mail según lo indique la dirección de obra.
- El SCADA permitirá auditar las maniobras realizadas por el operador para evaluar la correcta actuación en cada momento.
- Se programarán en el SCADA las siguientes pantallas:
 - **Pantalla de la planta general de la estación de bombeo en la que se refleje:**
 - Gráficamente y con un código de colores el estado de la estación de bombeo (Reposo / Presurizando / Presurizado / En transición / Regulando / En Regulación)
 - Valor de la presión requerida por la red hidráulica
 - Valor de la eficiencia global de la estación en tiempo real.
 - Valor instantáneo del caudal global bombeado, del caudal aportado por las bombas fijas y del caudal aportado por las bombas variables
 - Previsión de los valores de caudal y presión que la red hidráulica demandará en el instante actual de riego y en los próximos 5 minutos
 - **Pantalla del centro de transformación donde se reflejen las variables que a continuación se citan:**
 - Estado de todas las protecciones del C.T.
 - Los valores de las 3 fases que alimentan al transformador
 - Los valores de la intensidad que circula por cada una de las fases que alimenta el C.T.
 - Potencia que se le demanda al transformador
 - **Pantalla para cada bomba visualizando:**
 - Valor instantáneo del caudal bombeado.
 - Nº de horas de funcionamiento.
 - Valor de la Intensidad, tensión y potencia que consume cada bomba
 - Régimen de la bomba
 - Rendimiento de la bomba
 - Potencia Hidráulica entregada
 - Altura en m.c.a de la presión de aspiración de la bomba
 - Altura en m.c.a de la presión en impulsión de la bomba
 - NPSH disponible
 - Estado de la bomba (En funcionamiento/Disponible/Indisponible)

- **Pantalla de alarmas visualizando:**
 - Fecha y hora de la alarma.
 - Condición actual (activa, confirmada)
 - Texto de la alarma
 - Descripción de que componente produjo la alarma
- **Pantallas de eventos visualizando:**
 - Fecha y hora del evento
 - Tipo de evento
 - Texto del evento
- **Pantalla de búsqueda de eventos:**
 - Permitirá la búsqueda de los eventos / alarmas por cada uno de sus campos descriptivos.
- **Pantalla del filtro/balsa:**

Se dispondrá en la pantalla de planta de la estación de bombeo de un gráfico en el cual se refleje los siguientes datos:

- Estado de la compuerta de entrada a la balsa.
- Estado de las compuertas (4) de entrada a filtro.
- Estado de la compuerta de salida de filtro.
- Volumen calculado contenido en la balsa expresado en m³.
- Nivel antes de filtros.
- Nivel después de filtros.
- Estado de los motores y de las bombas encargados del movimiento y limpieza de los filtros.
 - Modo de operación en el que se encuentra el cuadro situado en la obra de toma.
 - Cada compuerta e incluso los filtros podrán ser operados desde esta pantalla, siempre que el modo de operación del cuadro instalado en la obra de toma así lo permita.
 - Posibilidad de integrar (sin costes adicionales en licencias) la supervisión de la obra de toma a través de dispositivos web-cam.

La interfaz gráfica del SCADA se instalará en un ordenador de las siguientes características:

- Procesador Intel Pentium Core I5
- 4096 MB DDR3-1333 MHz.
- 500 GB SATA III.
- Unidad Grabadora DVD
- Tarjeta de red Ethernet GigaBit
- Sistema Operativo GNU/Linux: Ubuntu desktop 12.04 o similar.
- Tarjeta gráfica compatible con el sistema operativo indicado que permita la conexión de los monitores especificados seguidamente.
- 2 monitores LCD-LED 24”
- Teclado, ratón y cables de conexión.

SCADA

Funcionalidad / Capacidades funcionales	
Avisos (número)	Limitado por Hardware
Texto de aviso (número de caracteres)	10X255
Archivo (registro histórico)	Limitado por Hardware
Valores de proceso por aviso	Programable
Avisos carga permanente máxima	Limitado por Hardware
Avalancha de avisos máxima	Programable
Archivos	
Puntos de datos de archivo	Limitado por Hardware
Tipos de archivo	Archivo cíclico con/ sin archivado a largo plazo
Formato de archivo de datos	MySQL
Valores medidos por segundo, máx.	Dependiente de Hardware y BUS de comunicación (sin límite preestablecido)
Archivos de usuario	
Archivos (recetas)	Limitado por Sistema (Programable a cualquier tamaño)
Jugos de datos por archivo de usuario	Limitado por Sistema (Programable a cualquier tamaño)
Campos por archivo de usuario	Limitado por Sistema (Programable a cualquier tamaño)
Sistema Gráfico	
Número de imágenes	Limitado por Hardware
Número de objetos por imagen	Limitado por Hardware
Número de campos manejados por imagen	Limitado por Hardware
Variables de proceso	
Curvas	
Ventanas de curva por imagen	Configurable en Desarrollo
Curvas por ventana de curvas	20
Administración de usuarios	

Grupos de usuarios	256
Número de usuarios	256
Grupos de autorizaciones	999
Idiomas de runtime	Bajo Demanda
Idiomas de configuración	Bajo Demanda
Protocolos	
Informe de secuencia de avisos	1 por servidor/multipuesto
Informes de archivo de avisos	Configurable
Informes de usuario	Limitado por Hardware
Líneas de informe por cuerpo	Limitado por Hardware
Variables por informe	Limitado por Hardware
Sistema multipuesto	
Servidor	Limitado por tráfico de red
Clientes de servidor con consola	Limitado por tráfico de red
Clientes de servidor sin consola	Limitado por tráfico de red

3.31.5. ELEMENTOS

El SCADA admitirá dos modos de funcionamiento de la estación de bombeo, el modo de funcionamiento automático y el modo de funcionamiento manual. En ambos modos se presentará en la pantalla de planta de la estación de bombeo, botones específicos para la apertura de las pantallas de modelado de la red hidráulica, estado y control de la balsa/filtros y la pantalla del C.T.

Se establecerán de acuerdo con la DO y la comunidad distintos niveles acceso gestionados por grupos y usuarios totalmente identificados en cada grupo.

Red Hidráulica

En todo momento se tendrá en pantalla un gráfico con la red hidráulica con las siguientes características:

- Posibilidad de integrar (sin costes adicionales en licencias) la supervisión o ajuste de los valores de operación de los hidrantes en tiempo real (Al menos los valores de estado, presión instantánea y caudal instantáneo).
- Posibilidad de integrar (sin costes adicionales en licencias) la supervisión de datos en tiempo real de las condiciones de funcionamiento de cada tramo de la red hidráulica (tuberías)
- Posibilidad de integrar (sin costes adicionales en licencias) la supervisión y control de los estados de las válvulas de segmentación de la red hidráulica
- La red hidráulica reflejará la presión requerida en cabecera de la estación para el bombeo y la presión entregada por la estación en cada instante. Esto será visible en la pantalla principal de la red hidráulica en todo momento.

- Indicará gráficamente con un código de colores el estado de los hidrantes, diferenciando 5 estados: Sin riego programado / Con riego programado / Regando / Con riego anulado / Hidrante indisponible. Esto será visible en la pantalla principal de la red hidráulica en todo momento.
- El valor de proceso requerido por la red para garantizar las condiciones mínimas de funcionamiento para el hidrante más desfavorable para cada instante del riego. Esto será visible en la pantalla principal de la red hidráulica en todo momento.
- Al hacer click en cada tramo de tubería, se abrirá una pantalla descriptiva en la cual se reflejará:
 - Indicación de la turbulencia del fluido en la tubería en el punto de entrada del hidrante (número de Reynolds, valor dinámico)
 - Coeficiente de fricción aplicable a la tubería, actualizable de forma dinámica de acuerdo a las condiciones instantáneas del riego.
 - El valor de las pérdidas que este coeficiente de fricción implica en la tubería
 - El valor de las cotas que separan la entrada y la salida del tramo de tubería en cuestión
 - El diámetro del tramo de tubería en cuestión
 - La viscosidad cinemática de fluido que circula por la tubería en las condiciones atmosféricas de la estación de bombeo.
 - La rugosidad absoluta de la tubería en cuestión (configurable)
- Al hacer click en cada hidrante, se abrirá una pantalla descriptiva para en la cual se reflejará:
 - Superficie regable asociada a ese hidrante
 - Caudal promedio para cada finca (el cual se ajustará después de cada riego que realice cada finca)
 - Presión requerida para ese riego por esa finca
 - Caudal actual del hidrante
 - Presión actual del hidrante
 - Presión a la entrada del hidrante
 - Indicación de la turbulencia del fluido en la tubería en el punto de entrada del hidrante (número de Reynolds, valor dinámico)
 - Coeficiente de fricción aplicable a la tubería, actualizable de forma dinámica de acuerdo a las condiciones instantáneas del riego.
 - El valor de las pérdidas que este coeficiente de fricción implica en la tubería
 - El diámetro de la tubería que surge al hidrante y la longitud de la misma
 - Las cotas que separan la entrada del hidrante de la salida del tubo del ramal
 - La rugosidad absoluta de la tubería en cuestión (configurable)
 - La viscosidad cinemática del fluido (agua) de acuerdo a las condiciones ambientales de la estación de bombeo donde se riega.

- Los componentes que forman el hidrante resumidos en un factor K de pérdidas. Los diferentes factores K de cada elemento han de ser configurables para permitir la intercambiabilidad de los elementos sin que ello implique una pérdida de fiabilidad del modelo hidráulico.
 - El valor de las pérdidas que ese factor K representa trasladado a m.c.a. según las condiciones del riego.
 - El programa de riego de cada hidrante y su fecha y hora de inicio.

► **Cálculo de las condiciones requeridas por la red hidráulica**

El cálculo de las condiciones requeridas por la red hidráulica que garantizan en todo momento el cumplimiento de las condiciones de caudal y presión mínimas (reflejadas en proyecto) para el hidrante más desfavorable de cada momento del riego, se habrá de realizar en un tiempo menor o igual a 1 segundo.

En todo caso, para este cálculo se habrá de tener en cuenta todos los elementos que componen la red hidráulica hasta cada uno de los puntos de consumo y la influencia de cada uno de los elementos sobre las condiciones requeridas por cada hidrante en cada instante.

■ **Estación de Bombeo**

► **Modo de funcionamiento**

Automático.

Este modo de funcionamiento es el encargado de controlar todos los procesos que ocurren en la estación y será el modo de funcionamiento preferido de la estación de bombeo salvo que el operador seleccione el modo de funcionamiento manual, en cuyo caso se guardará la incidencia.

El control de la estación de bombeo se realizará de manera que se garantice una respuesta dinámica eficiente a las condiciones de presión y caudal requeridas por la red hidráulica para asegurar las condiciones mínimas (de caudal y presión) reflejadas en proyecto para todos los hidrantes activos en cualquier instante de un riego.

► **Disponibilidad de Bombas**

Una bomba estará disponible para el modo automático de funcionamiento siempre que:

- El selector del cuadro esté puesto en automático
- Las válvulas de aspiración y de impulsión estén abiertas
- No haya ninguno de los valores de proceso monitorizados para el conjunto bomba motor en valores anormales. Entendiendo por valor de proceso:

- Temperatura de cada una de las sondas instaladas en las bombas indiquen un valor superior al facilitado por el fabricante
- Tensión de alimentación del motor de la bomba fuera del rango recomendado por fabricante
- NPSH disponible para la bomba no esté por debajo del NPSH requerido para las condiciones de ese instante de riego

► Elección de encendido bombas

La elección de bombas se realizará atendiendo al siguiente orden de prioridad:

- Disponibilidad de la bomba
- Máxima eficiencia para satisfacer las necesidades de caudal y presión requeridas por la red hidráulica
- Mínimas horas de uso registradas en los históricos almacenados.

► Reacción ante Roturas

En modo automático, la inteligencia de control de la que está dotado el SCADA habrá de ser capaz de discriminar roturas en la red hidráulica atendiendo a las necesidades demandadas por la propia red y su desviación con respecto a las necesidades esperadas por cada instante de riego. Se habrá de distinguir 2 tipos de roturas:

- Rotura de tubería por despresurización: Se caracterizará por una disminución brusca de la presión en la red hidráulica y la imposibilidad de volver a presurizar por parte de la estación de bombeo. Este tipo de rotura generará una alarma de prioridad alta y se procederá al apagado de la estación. De forma simultánea se enviará un e-mail o un mensaje SMS con el texto de la alarma a la(s) persona(s) encargada(s) de la estación.
- Rotura de tubería por presión incremental. Se caracterizará por un desvío incremental del caudal esperado para un instante de riego. Este tipo de rotura generará una alarma de prioridad alta y se procederá, mediado un tiempo razonable (ajustable) al apagado de la estación. De forma simultánea se enviará un e-mail o un mensaje SMS con el texto de la alarma a la(s) persona(s) encargada(s) de la estación.

► Detección de desviaciones inesperadas

El SCADA instalado en la instalación de bombeo será capaz de diferenciar una rotura de una desviación de caudal inesperada. Estas desviaciones se detectarán mediante la puesta en marcha del sistema en la que se fijará un margen por debajo del cual no se considerará rotura.

► Integridad Red Hidráulica

En todo momento se velará por preservar la integridad de la red hidráulica. Por ello en ningún momento se bombeará en cabecera de la red a una presión que, trasladada a cada tramo de tubería de la red hidráulica (teniendo en cuenta la topografía del terreno y las pérdidas propias de la red trasladada a cada uno de los tramos según las condiciones del riego en ese instante) suponga un riesgo para la integridad de cualquier tramo de tubería de la red hidráulica de acuerdo a sus especificaciones de fabricante.

► Planta de la Estación

- Pantalla de la planta general de la estación de bombeo en la que se refleje:
 - Gráficamente y con un código de colores el estado de la estación de bombeo (Reposo / Presurizando / Presurizado / En transición / Regulando / En Regulación)
 - Valor de la presión requerida por la red hidráulica
 - Valor de la eficiencia global de la estación en tiempo real.
 - Valor instantáneo del caudal global bombeado, del caudal aportado por las bombas fijas y del caudal aportado por las bombas variables
 - Previsión de los valores de caudal y presión que la red hidráulica demandará en el instante actual de riego y en los próximos 5 minutos
 - Niveles de aspiración e impulsión.
 - Caudal entregado por cada bomba.
 - Caudal total entregado por la estación
 - Caudal total de las bombas variables
 - Caudal total de las bombas fijas
 - Presión requerida actual.
 - Presión y caudal requerido por la red en los próximos 5 minutos.
 - Numero de hidrantes programados actual y en los próximos 5 minutos.
 - Acceso a las pantallas de cada una de las bombas, sensores de presión, caudalímetros y válvulas motorizadas.
 - Acceso a la pantalla general del filtro
 - Niveles antes y después de filtro.
 - Volumen calculado total de la balsa.
 - Desviación del caudal total bombeado frente al esperado.
 - Acceso a los ajustes de parametrización de la estación (solo administrador).
 - Acceso a los parámetros de presurización de la estación.
 - Gráficos de tendencia de caudal y presión.
 - Acceso a los históricos de estación.
 - Eficiencia global de la estación de bombeo.
 - Acceso a las pantallas de alarmas y eventos.

- Pantalla para cada bomba visualizando:
 - Valor instantáneo del caudal bombeado.
 - Total cantidad de horas de funcionamiento desde la última reposición.
 - Máximo número de horas y fecha de ocurrencia.
 - Cantidad de horas operadas en el último encendido.
 - Valor de la Intensidad, tensión y potencia que consume cada bomba.
 - Régimen de la bomba.
 - Rendimiento total del conjunto motobomba.
 - Potencia Hidráulica entregada.
 - Altura en m.c.a de la presión de aspiración de la bomba
 - Altura en m.c.a de la presión en impulsión de la bomba
 - Altura entregada por la bomba representada numérica y gráficamente con ejes variables acordes a las características de la curva de bomba.
 - Caudal entregado por la bomba representado numérica y gráficamente con ejes variables acordes a las condiciones actuales de bombeo.
 - NPSH disponible en m.c.a con alarma por bajo nivel y disparo por cavitación.
 - Diferencial de caudal entregado frente a teórico con alarma ajustable.
 - Diferencial de elevación de presión leída frente a teórica con alarma ajustable.
 - Indicación de las temperaturas de los distintos devanados y cojinetes.
 - Estado de la bomba (En funcionamiento/Disponible/Indisponible)
 - Acceso a los históricos de la bomba de todas las variables anteriormente indicadas.

- Pantalla de caudalímetros visualizando:
 - Caudal instantáneo en l/s.
 - Volumen total en m³.
 - Acceso a los históricos del caudalímetro de las variables anteriores.

- Pantalla de alarmas visualizando:
 - Fecha y hora de la alarma.
 - Condición actual (activa, confirmada)
 - Texto de la alarma
 - Descripción de que componente produjo la alarma

- Pantallas de eventos visualizando:
 - Fecha y hora del evento
 - Tipo de evento
 - Texto del evento
 - Se presentarán todos los eventos guardados.
- Pantalla de búsqueda de eventos:
 - Permitirá la búsqueda de los eventos / alarmas por cada uno de sus campos descriptivos.

Balsa/Filtros

La pantalla de la balsa/filtros deberá permitir:

- Supervisión y maniobra de las compuertas de entrada a la balsa, entrada a filtros y salida de filtros y se indicará con un código de colores su estado (Azul/Válvula clausurada, Ambar/En movimiento, Verde/Válvula abierta y Rojo/Falla)
- Volumen calculado de la balsa expresado en m³
- Nivel antes de filtros
- Supervisión y maniobra de los motores y bombas encargados del movimiento y limpieza de los filtros, el cual se indicará con un código de colores (Rojo/Falla y Verde/filtro en operación)
- Modo de operación en el que se encuentra el cuadro situado en la obra de toma.
- Nivel después de filtros.
- Máxima diferencia de niveles.
- Tiempo de funcionamiento del filtro y tiempo restante.
- Tiempo de reposo del filtro y tiempo restante.
- Botones de acceso a todos los históricos conteniendo como mínimo:
 - Niveles externos e internos del filtro.
 - Caudal total instantáneo de la estación.
 - Volumen bombeado diario.
 - Volumen bombeado por semana.
 - Volumen total de campaña.

- Posibilidad de integrar (sin costes adicionales en licencias) la supervisión del estado de cada uno de los filtros que componen la caseta a través de dispositivos web-cam.

Siempre que la estación de bombeo esté disponible las válvulas de compuerta de entrada al filtro y la válvula de compuerta de salida de los filtros habrán de estar abiertas. En caso contrario se generará una alarma.

Se activará de forma automática el motor de giro y el bombeo de limpieza de los filtros cuando se alcance la diferencia de cota ajustable por los dos niveles.

C.T.

Los datos entregados por el analizador de redes habrán de quedar reflejados en la pantalla del centro de transformación. A esta pantalla se accederá pulsando el botón de acceso del analizador de redes, el cual ha de estar presente en pantalla principal de la planta de la estación de bombeo. Esta pantalla reflejará los siguientes datos:

- Tensión
 - Tensión fase-neutro de cada uno de las fases (A-N, B-N, C-N) en el lado de alta expresadas en Kilo-Volts (kV)
 - Tensión fase-neutro media expresada en kilo Voltios
 - Tensión fase-fase (A-B, B-C, C-A) en el lado de alta expresadas en Kilo-Volts (kV)
 - Tensión fase-fase media expresadas en Kilo-Volts (kV)
 - Porcentaje de distorsión armónica (de tensión) presentada por cada una de las fases
 - Porcentaje de desbalance de la tensión
 - Porcentaje de desbalance de secuencia negativa
- Corriente
 - El valor del módulo de la corriente consumida por cada una de las fases en ese instante expresada en Amperes (A)
 - El valor de la corriente media consumida expresada en Amperes (A)
 - El valor del desbalance en corriente presente en la instalación en porcentaje
 - El valor de la corriente que circula por el neutro de la instalación expresada en Amperes (A)
 - El valor de la distorsión armónica total de cada una de las fases en porcentaje
 - El valor del factor de cresta de cada una de las fases en porcentaje

- Habrá un botón específico que al ser pulsado presente un gráfico con de cada una de las magnitudes eléctricas mencionadas en los puntos anteriores con escalas individualizadas para cada una de ellas. El usuario seleccionará las magnitudes que desea visualizar graficadas.
- Habrá un botón específico que al ser pulsado presente un gráfico especializado para la distorsión armónica. Se reflejará como mínimo hasta el armónico de orden 51 y se indicará para cada uno de ellos su magnitud, ángulo y porcentaje respecto a la fundamental.
- Habrá un botón específico que al ser pulsado presente el diagrama fasorial instantáneo en el que se tome como base Van y se refleje el desfase de las tensiones con respecto a la referencia tomada. Sobre el mismo diagrama se representará cada una de las intensidades correspondientes a cada fase. También se diferenciará un cuadro en el cual se indique el módulo de cada una de las tensiones y un código de colores que las identifique (Rojo / Van, Verde / Vbn y Azul / Vcn) y el módulo de cada uno de las corrientes, un código de colores que las identifique (Rosa / Ia, Verde / Ib y Azul / Ic) y su estado (adelanto o atraso) respecto a la tensión de su misma fase
- Frecuencia
 - El valor de la frecuencia a la que se está recibiendo la onda fundamental expresado en Hertz (Hz)
 - Habrá un botón específico que al ser pulsado presente un gráfico especializado con escala de tiempo ajustable para el valor de la frecuencia
- Potencia
 - Valor de la potencia trifásica activa instantánea expresada en Kilo-Watts (kW)
 - Valor de la potencia trifásica reactiva instantánea expresada en Kilo-Volts-Amperes reactivos (kVAr)
 - Valor de la potencia trifásica aparente instantánea expresado en Kilo-Volts-Amperes (kVA)
 - Factor de potencia trifásico de la instalación
 - Habrá un botón específico que al ser pulsado presente un gráfico especializado de cada una de las potencias trifásicas mencionadas con escalas individualizadas para cada una de ellas. El usuario seleccionará las magnitudes que desea visualizar graficadas.

- Demanda
- *Energía activa*
 - Energía activa consumida expresada en Watts (W)
 - Energía activa máxima consumida expresada en Watts (W)
 - Fecha del máximo consumo histórico de energía activa
 - Energía activa máxima entregada expresada en Watts (W)
 - Fecha del máximo suministro histórico de energía activa
- *Energía reactiva*
 - Energía reactiva instantánea consumida expresada en Volts-Amperes reactivos (Var)
 - Energía reactiva inductiva máxima consumida expresada en Volts-Amperes reactivos
 - Fecha del máximo consumo histórico de energía reactiva inductiva
 - Energía reactiva capacitiva máxima entregada expresada en Kilo-Volts-Amperes reactivos (kVAr)
 - Fecha del máximo suministro histórico de energía reactiva capacitiva
- Contador de Energía
 - Energía activa total consumida por la instalación expresada en kWh
 - Energía activa total entregada por la instalación expresada en kWh
 - Energía inductiva total consumida por la instalación expresada en kVArh
 - Energía capacitiva total suministrada por la instalación expresada en kVArh
- Alarmas

Se expresarán alarmas de:

- Fallo de comunicación por bus
- Voltaje bajo (de acuerdo con norma UNE-EN 50160)
- Voltaje alto (de acuerdo con norma UNE-EN 50160)
- Alto desbalance de Voltaje (de acuerdo con norma UNE-EN 50160)
- Altos armónicos en voltaje (de acuerdo con norma UNE-EN 50160)
- Alto desbalance de corriente (de acuerdo con norma UNE-EN 50160)
- Altos armónicos en corriente (de acuerdo con norma UNE-EN 50160)
- Alto factor de potencia (de acuerdo con norma UNE-EN 50160)
- Bajo factor de potencia (de acuerdo con norma UNE-EN 50160)
- Frecuencia baja (de acuerdo con norma UNE-EN 50160)
- Frecuencia alta (de acuerdo con norma UNE-EN 50160)
- Demanda excedida (demanda requerida > demanda contratada)

- Memoria histórico 1 excedida
 - Memoria histórico 2 excedida
 - Memoria histórico 3 excedida
- Históricos
 - Se guardarán los registros de consumo energéticos con una periodicidad de 15 minutos y adicionalmente los máximos y mínimos ocurridos en cada día.

SCADA Central

Se procederá a la instalación de una interfaz gráfica en el centro de control de la comunidad capaz de visualizar y operar la estación de bombeo y la obra de toma. Esta interfaz contendrá las mismas características indicadas para cada SCADA específico de las distintas estaciones de bombeo y su comunicación deberá basarse en una red LAN propia. En este puesto se integrará el servicio de reportes a demanda vía Web.

Equipamiento Informático

La interfaz gráfica del SCADA tanto en la estación de bombeo como en el puesto central se instalará en un PC que cumpla con las siguientes características:

- Procesador Intel Pentium Core I7
- 4096 MB DDR31333 MHz.
- 500 GB SATA 6 Gbps.
- Unidad Grabadora DVD
- Tarjeta de red Ethernet GigaBit
- Sistema Operativo última versión compatible con autómatas.
- Tarjeta gráfica compatible con el sistema operativo indicado que permita la conexión de los monitores especificados.
- Teclado, ratón y cables de conexión.
- El tipo de monitores a utilizar en cada uno de los puestos de trabajo serán
- Estación de Bombeo:1 Monitores LCD-LED 65”

3.31.6. TRANSDUCTORES DE PRESION-NIVEL.

Con objeto de conocer la presión/nivel en los colectores, tanto en aspiración como en impulsión se instalarán transductores de nivel, dos en cada colector, uno de ellos incorporará un display en el que indicará en todo momento la presión. Se ajustarán al rango indicado en las mediciones y las características del transductor de presión con indicador son:

Rango de medición	bar	0...1	0 ... 4	0 ... 6	0 ... 10	0 ... 16
Límite de sobrecarga	bar	2	8	12	20	32
Material						
-Piezas en contacto con el medio		Acero inoxidable 316 L				
-Cabezal indicador		Combinación de PC+ABS				
-Caja		304				
-Teclado		TPE-E				
Energía auxiliar Us	DC V	V 15 < UB □ 35				
Señal de salida y carga máxima admisible Ra		4 ... 20 mA RA □ 500 Ohm				
Contactos de salida						
-Número		1 (PNP)				
-Función		NO / NC; función de ventana e histéresis ajustable				
-Rating del contacto	DC V	Tensión de alimentación UB - 1 V (UB en Volt)				
-Corriente		250 mA				
-Tiempo de respuesta	ms	□ 5				
-Precisión	% span	□ ±0,5 % del span				
Display						
-Diseño		LCD de 14-Segmentos, 4 dígitos de 9 mm				
Precisión	% span	□ 0,5				
Temperatura permisible						
-Medio	°C	-20 ... +85				
-Ambiente	°C	-20 ... +80				
-Almacenamiento	°C	-20 ... +70				
Conexión de proceso		G ½				

Las características del transductor de presión sin indicador son:

Rango de medición	bar	0...1	0...4	0...6	0...10	0...16
Límite de sobrecarga	bar	3	12	18	20	32
Material						
-Piezas en contacto con el medio		316L				
-Carcasa		316Ti				
-líquido interno de transmisión		Aceite sintético				
Energía auxiliar UB	DC V	8 < UB □ 36				
Señal de salida y Carga máxima admisible Ra		4 ... 20 mA, 2 wire RA□ (UB - 7,5 V) / 0,023 A (con RA en Ohm y UB en Voltios)				
Tiempo de respuesta	ms	□□□□				
Precisión	% span	□ 0.25 (BFSL)				
Histéresis	% span	□ 0,1				
Repetitividad	% span	□ 0,1				

Estabilidad al año	% span	□ 0,1
Temperatura permisible		
-Medio	°C	-30 ... +100 °C
Conexión de proceso		G ½

3.31.7. AUTÓMATAS PROGRAMABLES

Tal y como se describe en las mediciones se dispondrá de un equipo de control, basado en dos CPU's del tipo modular.

Cada autómata se configurará en el entorno de un procesador del tipo de palabra rápida para tareas binarias y analógicas.

El tratamiento de los programas será de forma cíclica con tiempo de tratamiento igual o inferior a 200 ns por instrucción, para aritmética de coma flotante.

La construcción de los autómatas, será del tipo modular y todos sus elementos serán normalizados, con facilidad de ampliación, y han de ser compatibles con todos los elementos del sistema.

3.31.7.1. FUENTE DE ALIMENTACION 24 VCC, 10 A

Las fuentes de alimentación de 24 V y 10 A que alimenten a los equipos de control dispondrán de las siguientes características:

Medidas	
Anchura	50 mm
Altura	130 mm
Profundidad	125 mm
Anchura en montaje alternativo	122 mm
Altura en montaje alternativo	130 mm
Profundidad en montaje alternativo	53 mm
Condiciones ambientales	
Índice de protección	IP20
Temperatura ambiente (servicio)	-25 °C ... 70 °C (> 60 °C Derating: 2,5 %/K)
Temperatura ambiente (modelo testado Start-Up)	-40 °C
Temperatura ambiente (almacenamiento / transporte)	-40 °C ... 85 °C
Humedad del aire máx. admisible (servicio)	≤ 95 % (a 25 °C, sin condensación)
Clase de clima	3K3 (según EN 60721)
Grado de polución	2
Altura de montaje	≤ 5000 m (> 2000 m, observar derating)
Datos de entrada	
Margen de tensión nominal de entrada	100 V AC ... 240 V AC
	110 V DC ... 250 V DC
Rango de tensión de entrada	100 V AC ... 240 V AC -15 % ... +10 %
	110 V DC ... 250 V DC -18 % ... +40 %
Rigidez dieléctrica máximo	300 V AC 60 s
Gama de frecuencias AC	50 Hz ... 60 Hz -10 % ... +10 %
Corriente de derivación a tierra (PE)	< 3,5 mA
Absorción de corriente	3,4 A (100 V AC)
	2,8 A (120 V AC)
	1,5 A (230 V AC)

	1,5 A (240 V AC)
Potencia nominal absorbida	274 VA
Extracorrente de cierre	típ. 18 A (a 25 °C)
Tiempo de puenteo de fallo de red	típ. 42 ms (120 V AC)
	típ. 44 ms (230 V AC)
Fusible de entrada	8 A (Lento, interno)
Selección de fusibles apropiados	10 A ... 16 A (Característica B, C, D, K o comparable)
Factor de potencia (cos phi)	0,94
Denominación de la protección	Protección contra sobretensiones transitorias
Circuito de protección/componente de protección	Varistor, descargador de gas
Datos de salida	
Tensión nominal de salida	24 V DC
Rango de ajuste de la tensión de salida (U_{set})	24 V DC ... 29,5 V DC (con potencia constante)
Corriente nominal de salida (I_N)	10:00 AM
Boost estático ($I_{Boost\ est.}$)	12,5 A
Boost dinámico ($I_{Dyn.Boost}$)	20 A (5 s)
Selective Fuse Breaking (I_{SFB})	60 A (15 ms)
Derating	> 60 °C (2,5 % / K)
Posibilidad de conexión en paralelo	Sí, para redundancia y aumento de potencia
Posibilidad de conexión en serie	Sí
Resistencia de recirculación	≤ 35 V DC
Protección contra sobretensión a la salida	≤ 32 V DC
Desviación de regulación	< 0,5 % (Modificación de la carga estática 10 % ... 90 %)
	< 4 % (Modificación de la carga dinámica 10 % ... 90 %, (10 Hz))
	< 0,25 % (cambio de tensión de entrada ± 10 %)
Ondulación residual	< 80 mV _{PP} (con valores nominales)
Potencia de salida	240 W
Tiempo de conexión típico	300 ms (del MODO SUSPENSIÓN)

Disipación máxima de circuito abierto	< 3 W (120 V AC)
	< 3 W (230 V AC)
Disipación de carga nominal máxima	< 20 W (120 V AC)
	< 17 W (230 V AC)
Generalidades	
Peso neto	0,9 kg
Rendimiento	típ. 92,5 % (120 V AC)
	típ. 93,4 % (230 V AC)
Tensión de aislamiento entrada/salida	4 kV AC (ensayo de tipo)
	2 kV AC (Ensayo individual)
Tensión de aislamiento entrada/PE	3,5 kV AC (ensayo de tipo)
	2,4 kV AC (Ensayo individual)
Tensión de aislamiento salida/PE	0,5 kV DC (ensayo de tipo)
	0,5 kV DC (Ensayo individual)
Clase de protección	I
Índice de protección	IP20
MTBF (IEC 61709, SN 29500)	> 1250000 h (25 °C)
	> 783000 h (40 °C)
	> 377000 h (60 °C)
Posición para el montaje	Carril horizontal NS 35, EN 60715
Indicaciones de montaje	alineable: $P_N \geq 50$ %, horizontal 5 mm, al lado de las partes activas 15 mm, vertical 50 mm
	alineable: $P_N \geq 50$ %, horizontal 0 mm, arriba vertical 40 mm, abajo vertical 20 mm
Datos de conexión Entrada	
Tipo de conexión	Conexión por tornillo
Sección de conductor rígido mín.	0,2 mm ²
Sección de conductor rígido máx.	2,5 mm ²
Sección de conductor flexible mín.	0,2 mm ²
Sección de conductor flexible máx.	2,5 mm ²
Sección de cable AWG mín.	30

Sección de cable AWG máx.	12
Longitud a desaislar	6,5 mm
Datos de conexión Salida	
Tipo de conexión	Conexión por tornillo
Sección de conductor rígido mín.	0,2 mm ²
Sección de conductor rígido máx.	2,5 mm ²
Sección de conductor flexible mín.	0,2 mm ²
Sección de conductor flexible máx.	2,5 mm ²
Sección de cable AWG mín.	30
Sección de cable AWG máx.	12
Longitud a desaislar	6,5 mm
Datos de conexión para señalización	
Tipo de conexión	Conexión push-in
Sección de conductor rígido mín.	0,2 mm ²
Sección de conductor rígido máx.	1,5 mm ²
Sección de conductor flexible mín.	0,2 mm ²
Sección de conductor flexible máx.	1,5 mm ²
Sección de cable AWG mín.	24
Sección de cable AWG máx.	16
Longitud a desaislar	8 mm
Normas y especificaciones	
Compatibilidad electromagnética	Conformidad con la directiva EMC 2014/30/UE
Emisión de interferencias	Norma básica adicional EN 61000-6-5 (inmunidad a interferencias en centrales eléctricas), IEC/EN 61850-3 (alimentación de energía)
Resistencia a interferencias	Inmunidad a interferencias según EN 61000-6-1 (uso doméstico), EN 61000-6-2 (uso industrial) y EN 61000-6-5 (equipos en centrales eléctricas zona), IEC/EN 61850-3 (alimentación de energía)
Normas/especificaciones	EN 61000-4-2
Descarga en contacto	4 kV (Severidad del ensayo 2)
Normas/especificaciones	EN 61000-4-3

Gama de frecuencias	80 MHz ... 1 GHz
Intensidad del campo de prueba	10 V/m (Severidad del ensayo 3)
Gama de frecuencias	1,4 GHz ... 2 GHz
Intensidad del campo de prueba	3 V/m (Severidad del ensayo 2)
Normas/especificaciones	EN 61000-4-4
Observación	Criterio B
Normas/especificaciones	EN 61000-4-6
Gama de frecuencias	0,15 MHz ... 80 MHz
Tensión	10 V (Severidad del ensayo 3)
Emisión de perturbaciones conducidas	EN 55016 EN 61000-6-4 (clase A)
Normas/especificaciones	EN 61000-4-8
	EN 61000-4-11
	EN 61000-4-9
	EN 61000-4-12
	EN 61000-4-16
	EN 61000-4-18
Directiva de baja tensión	Conformidad con la directiva de baja tensión 2014/35/UE
Norma de seguridad de transformadores	EN 61558-2-16 (solo líneas de fuga y distancias de aislamiento en aire)
Norma - Seguridad eléctrica	IEC 60950-1/VDE 0805 (SELV)
Norma - Fuentes de alimentación de baja tensión con salida en corriente continua	EN 61204-3
Norma - Equipamiento de instalaciones de alta intensidad con aparatos eléctricos	EN 50178/VDE 0160 (PELV)
Norma - Tensión baja de protección	IEC 60950-1 (SELV)
	UNE-EN 60204-1 (PELV)
Norma - Separación segura	DIN VDE 0100-410
Norma - Limitación de corrientes armónicas de la red	EN 61000-3-2
Requisitos CEM de la central eléctrica	IEC 61850-3
	EN 61000-6-5
Homologación para la construcción naval	DNV GL, PRS, BV, LR, ABS
Homologaciones UL	UL Listed UL 508

	UL/C-UL Recognized UL 60950-1
	UL ANSI/ISA-12.12.01 Class I, Division 2, Groups A, B, C, D (Hazardous Location)
Choque	18 ms, 30g, por dirección en espacio (según IEC 60068-2-27)
Vibración (servicio)	5 Hz ... 100 Hz búsqueda de resonancia 2,3g, 90 min., frecuencia de resonancia 2,3g, 90 min. (según DNV GL clase C)
Homologación: requisito de la industria de semiconductores con respecto a interrupciones de tensión de red.	SEMI F47-0706; EN 61000-4-11
Aplicaciones para trenes	EN 50121-3-2
Categoría de polución (EN 60950-1)	II (\leq 2000 m)
Categoría de polución (EN 61010-1)	II (\leq 2000 m)
Categoría de polución (EN 62477-1)	III (\leq 2000 m)

3.31.7.2. SAI 24 VCC, 10 A

Las fuentes de alimentación ininterrumpidas de 24 V y 10 A que alimenten a los equipos de control dispondrán de las siguientes características:

Medidas	
Anchura	35 mm
Altura	130 mm
Profundidad	125 mm
Anchura en montaje alternativo	123 mm
Altura en montaje alternativo	130 mm
Profundidad en montaje alternativo	37 mm
Condiciones ambientales	
Índice de protección	IP20
Temperatura ambiente (servicio)	-25 °C ... 70 °C (> 60 °C Derating: 2,5 %/K)
Temperatura ambiente (modelo testado Start-Up)	-40 °C
Temperatura ambiente (almacenamiento / transporte)	-40 °C ... 85 °C
Humedad del aire máx. admisible (servicio)	\leq 95 % (a 25 °C, sin condensación)

Clase de clima	3K3 (EN 60721)
Grado de polución	2
Altura de montaje	≤ 4000 m
Datos de entrada	
Tensión de entrada	24 V DC
Rango de tensión de entrada	18 V DC ... 30 V DC
Fusible de entrada interno	no
Extracorrente de cierre	≤ 7 A (≤ 4 ms)
Protección contra inversión de polaridad	Sí
Umbral de activación fijo	22 V DC
Tiempo de conexión	máx. 3 s
Caída de tensión entrada/salida	0,4 V DC
Datos de salida (generales)	
Resistente al cortocircuito	sí
Vaciado constante	sí
Tiempo de conmutación	0 ms
Posibilidad de conexión en paralelo UPS	No
Posibilidad de conexión en serie UPS	No
Acumulador de energía, posibilidad de conexión en paralelo	sí, 5 (atención con la protección de cables)
Acumulador de energía, posibilidad de conexión en serie	No
Rendimiento	típ. 97 %
Datos de salida (funcionamiento en red)	
Gama de tensión de salida	18 V DC ... 30 V DC
	18 V DC ... 32 V DC
Boost estático ($I_{\text{Boost est.}}$)	12,5 A
Boost dinámico ($I_{\text{Dyn.Boost}}$)	20 A (5 s)
Selective Fuse Breaking (I_{SFB})	60 A (15 ms)
Datos de salida (funcionamiento por batería)	
Gama de tensión de salida	19 V DC ... 32 V DC
Boost estático ($I_{\text{Boost est.}}$)	12,5 A
Boost dinámico ($I_{\text{Dyn.Boost}}$)	20 A (5 s)

Selective Fuse Breaking (I_{SFB})	60 A (15 ms)
Acumulador de energía (Battery)	
Tecnología batería	VRLA, VRLA-WTR, LI-ION
Tensión al final de la carga (con compensación de temperatura)	25 V DC ... 32 V DC
Tensión al final de la carga	32 V DC
Capacidad máx.	80 Ah
Capacidad nominal (sin cargador adicional)	1,2 Ah ... 60 Ah
Corriente de carga (configurable)	3:00 AM
Tiempo de carga	120 h
Tiempo buffer	25 min. (7,2 Ah)
Compensación de temperatura (configurable)	42 mV/K
Característica de carga	IU ₀ U
Protección para descargas excesivas	19,2 V DC
Sensor de temperatura	Sí
IQ-Technology	Sí
Datos generales	
Clase de combustibilidad según UL 94 (carcasa / bornes)	V0
MTBF (IEC 61709, SN 29500)	> 1189000 h (25 °C)
	> 736900 h (40 °C)
	> 372700 h (60 °C)
Peso	0,5 kg
Directiva de protección del medio ambiente	RoHS
	WEEE
	Reach
Datos de conexión Entrada	
Tipo de conexión	Conexión por tornillo
Sección de conductor rígido mín.	0,2 mm ²
Sección de conductor rígido máx.	2,5 mm ²
Sección de conductor flexible mín.	0,2 mm ²
Sección de conductor flexible máx.	2,5 mm ²
Monofilar/punto de embornaje flexible con puntera mín.	0,2 mm ²

Monofilar/punto de embornaje flexible con puntera máx.	2,5 mm ²
Sección de cable AWG mín.	30
Sección de cable AWG máx.	12
Longitud a desaislar	6,5 mm
Par de apriete mín.	0,5 Nm
Par de apriete máx.	0,6 Nm
Datos de conexión Salida	
Tipo de conexión	Conexión por tornillo
Sección de conductor rígido mín.	0,2 mm ²
Sección de conductor rígido máx.	2,5 mm ²
Sección de conductor flexible mín.	0,2 mm ²
Sección de conductor flexible máx.	2,5 mm ²
Monofilar/punto de embornaje flexible con puntera mín.	0,2 mm ²
Monofilar/punto de embornaje flexible con puntera máx.	2,5 mm ²
Sección de cable AWG mín.	30
Sección de cable AWG máx.	12
Longitud a desaislar	6,5 mm
Par de apriete mín.	0,5 Nm
Par de apriete máx.	0,6 Nm
Datos de conexión de la batería	
Tipo de conexión	Conexión por tornillo
Sección de conductor rígido mín.	0,2 mm ²
Sección de conductor rígido máx.	2,5 mm ²
Sección de conductor flexible mín.	0,2 mm ²
Sección de conductor flexible máx.	2,5 mm ²
Sección de cable AWG mín.	30
Sección de cable AWG máx.	12
Longitud a desaislar	6,5 mm
Par de apriete mín.	0,5 Nm
Par de apriete máx.	0,6 Nm
Normas y especificaciones	

Compatibilidad electromagnética	Conformidad con la directiva EMC 2014/30/UE
Emisión de interferencias	Norma básica adicional EN 61000-6-5 (inmunidad a interferencias en centrales eléctricas), IEC/EN 61850-3 (alimentación de energía)
Resistencia a interferencias	Inmunidad a interferencias según EN 61000-6-2 (uso industrial)
Normas/especificaciones	EN 61000-4-2
Descarga en contacto	4 kV (Severidad del ensayo 2)
Normas/especificaciones	EN 61000-4-3
Gama de frecuencias	80 MHz ... 1 GHz
Intensidad del campo de prueba	10 V/m (Severidad del ensayo 3)
Gama de frecuencias	1,4 GHz ... 2 GHz
Intensidad del campo de prueba	3 V/m (Severidad del ensayo 2)
Normas/especificaciones	EN 61000-4-4
Observación	Criterio B
Normas/especificaciones	EN 61000-4-6
Gama de frecuencias	0,15 MHz ... 80 MHz
Tensión	10 V (Severidad del ensayo 3)
Normas/especificaciones	EN 61000-4-8
Directiva de baja tensión	Conformidad con la directiva de baja tensión 2014/35/UE
Norma - Tensión baja de protección	IEC 61010-1 (SELV) IEC 61010-2-201 (PELV)
Homologaciones UL	UL/C-UL Listed UL 61010-1 UL/C-UL Listed UL 61010-2-201
	Incluido en la lista UL/C-UL ANSI/ISA-12.12.01 clase I, división 2, grupos

	A, B, C, D T4 (emplazamiento peligroso)
Choque	18 ms, 30g, por dirección en espacio (según IEC 60068-2-27)
Vibración (servicio)	2,3g
Categoría de polución (EN 61010-1)	II (\leq 4000 m)

3.31.7.3. BATERIA LI-ION 24 VCC, 120 WH

Las baterías que alimenten a los equipos de control dispondrán de las siguientes características:

Medidas	
Anchura	135 mm
Altura	202 mm
Profundidad	110 mm
Condiciones ambientales	
Índice de protección	IP20
Temperatura ambiente (servicio)	-20 °C ... 58 °C
Temperatura ambiente (almacenamiento / transporte)	-40 °C ... 65 °C
Humedad del aire máx. admisible (servicio)	\leq 80 %
Grado de polución	2
Datos de entrada	
Tensión nominal de entrada	24 V DC
Tiempo buffer	14 min. (20 A)
Datos de salida	
Tensión nominal de salida	24 V DC
Corriente de salida $I_{m\acute{a}x.}$	30 A
Posibilidad de conexión en paralelo	3
Posibilidad de conexión en serie	No
Fusible de salida	1x 30 A ATOF 32 V (breaking capacity 1000 A)

Generalidades	
Tecnología IQ	Sí
Eliminación	Las baterías viejas no deberán eliminarse como basura doméstica, si no de acuerdo con las correspondientes disposiciones nacionales en vigor. La devolución también podrá realizarlo a Phoenix Contact o al fabricante.
Peso neto	2,9 kg
Medio de almacenamiento	LI-ION, 120 Wh
Clase de protección	III
Índice de protección	IP20
Posición para el montaje	Carril horizontal NS 35, EN 60715
Normas y especificaciones	
Conexión según norma	CUL
Norma - Seguridad eléctrica	EN 60950-1/VDE 0805 (SELV)
Norma - Equipamiento de instalaciones de alta intensidad con aparatos eléctricos	EN 50178/VDE 0160 (PELV)
Homologaciones UL	UL/C-UL Listed UL 508
	UL/C-UL Recognized UL 60950-1
	UL ANSI/ISA-12.12.01 Class I, Division 2, Groups A, B, C, D (Hazardous Location)
Choque	18 ms, 30g, por dirección en espacio (según IEC 60068-2-27)
Vibración (servicio)	< 15 Hz, amplitud $\pm 2,5$ mm, 15 Hz ... 150 Hz, 2,3g/2,3g según IEC 60068-2-6
	15 Hz ... 150 Hz, 2,3g, 90 mín.

3.31.7.4. CPU

A continuación, se describen las características que tienen que cumplir las CPU para el control:

Control de la configuración	
vía registro	Sí
Elementos de mando	
Nº de teclas	6
Selector de modo	1
Tensión de alimentación	
Tipo de tensión de la alimentación	24 V DC
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Protección contra inversión de polaridad	Sí
Puenteo de caídas de red y tensión	
• Puenteo de caídas de red/de tensión	5 ms
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	0,8 A
Intensidad de cierre, máx.	2,4 A; Valor nominal
I^2t	0,02 A ² ·s
Potencia	
Potencia de alimentación al bus de fondo	12 W
Potencia absorbida del bus de fondo (balance)	6,2 W
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	6,3 W
Memoria	
Nº de slots para tarjeta Multi Media Card	1
se requiere una Memory Card	Sí
Memoria de trabajo	
• Integrada (para programa)	500 kbyte

• Integrada (para datos)	3 Mbyte
Memoria de carga	
• Enchufable (SIMATIC Memory Card), máx.	32 Gbyte
Respaldo	
• libre de mantenimiento	Sí
Tiempos de ejecución de la CPU	
Para operaciones de bits, típ.	30 ns
Para operaciones a palabras, típ.	36 ns
Para aritmética de coma fija, típ.	48 ns
Para aritmética de coma flotante, típ.	192 ns
CPU-bloque	
N.º de elementos (total):	6 000; Bloques (OB, FB, FC, DB) y UDT
DB	
• Banda numérica	1 ... 60 999; dividida en: de la banda numérica usable por el usuario: 1 ... 59 999 y la banda numérica vía DBs generados por SFC 86: 60 000 ... 60 999
• Tamaño, máx.	3 Mbyte; con accesos a bloque no optimizados el tamaño máx. del DB es de 64 kbytes
FB	
• Banda numérica	0 ... 65 535
• Tamaño, máx.	500 kbyte
FC	
• Banda numérica	0 ... 65 535
• Tamaño, máx.	500 kbyte
OB	
• Tamaño, máx.	500 kbyte
• Nº de OBs de ciclo libre	100
• Nº de OBs de alarma horaria	20
• Nº de OBs de alarma de retardo	20
• Nº de OBs de alarma cíclica	20; con ciclo OB 3x mínimo de 500 µs
• Nº de OBs de alarma de proceso	50
• Nº de OBs de alarmas DPV1	3

• Nº de OBs de modo isócrono	1
• Nº de OBs de alarmas de sincronismo tecnológicas	2
• Nº de OBs de arranque	100
• Nº de OBs de errores asíncronos	4
• Nº de OBs de errores síncronos	2
• Nº de alarmas de diagnóstico	1
Profundidad de anidamiento	
• por cada prioridad	24
Contadores, temporizadores y su remanencia	
Contadores S7	
• Cantidad	2 048
Remanencia	
– Configurable	Sí
Contadores IEC	
• Cantidad	cualquiera (limitado solo por la memoria de trabajo)
Remanencia	
– Configurable	Sí
Temporizadores S7	
• Cantidad	2 048
Remanencia	
– Configurable	Sí
Temporizadores IEC	
• Cantidad	cualquiera (limitado solo por la memoria de trabajo)
Remanencia	
– Configurable	Sí
Áreas de datos y su remanencia	
Área de datos remanentes (incl. temporizadores, contadores, marcas), máx.	512 kbyte; en total, memoria remanente utilizable para marcas, temporizadores, contadores, DB y datos tecnológicos (ejes): 472 kbytes
Marcas	
• Número, máx.	16 kbyte

• N° de marcas de ciclo	8; 8 bits para marcas de ciclo, reunidos en un byte para marcas de ciclo
Bloques de datos	
• Remanencia configurable	Sí
• Remanencia predeterminada	No
Datos locales	
• Por cada prioridad, máx.	64 kbyte; máx. 16 kbytes por bloque
Área de direcciones	
Número de módulos de E/S	8 192; n. ° máx. de módulos/su módulos
Área de direcciones de periferia	
• Entradas	32 kbyte; Todas las entradas están en la imagen de proceso
• Salidas	32 kbyte; Todas las salidas están en la imagen de proceso
de ellos, de cada subsistema de E/S	
– Entradas (volumen)	8 kbyte
– Salidas (volumen)	8 kbyte
de ellas, por cada CM/CP	
– Entradas (volumen)	8 kbyte
– Salidas (volumen)	8 kbyte
Imágenes de subproceso	
• N° de imágenes de subproceso, máx.	32
Configuración del hardware	
Número de sistemas descentralizados	IO 64; Se entiende por sistema IO descentralizado la integración de periferia descentralizada a través de módulos de comunicación PROFINET o PROFIBUS y la conexión de la periferia a través de módulos maestros AS-i o Links (p. ej., IE/PB-Link)
N° de maestros DP	
• vía CM	8; En total se pueden enchufar un máximo de 8 CMs/CPs (PROFIBUS, PROFINET, Ethernet)
Número de IO-Controller	
• integrada	2
• vía CM	8; En total se pueden enchufar un máximo de 8 CMs/CPs (PROFIBUS, PROFINET, Ethernet)
Bastidores	

• Módulos por bastidor, máx.	32; CPU + 31 módulos
• Número de líneas, máx.	1
CM PaP	
• Número de CMs PaP	El número de CM PaP conectables solo está limitado por la disponibilidad de los slots
Hora	
Reloj	
• Tipo	Reloj por hardware
• Duración del respaldo	6 wk; a 40 °C de temperatura ambiente, típ.
• Desviación diaria, máx.	10 s; típ.: 2 s
Contador de horas de funcionamiento	
• Cantidad	16
Sincronización de la hora	
• Soporta	Sí
• en el autómata, maestro	Sí
• en el autómata, esclavo	Sí
• por Ethernet vía NTP	Sí
Interfaces	
Nº de interfaces PROFINET	2
Nº de interfaces PROFIBUS	0
1. Interfaz	
Física de la interfaz	
• Número de puertos	2
• Switch integrado	Sí
• RJ 45 (Ethernet)	Sí; X1
Funcionalidad	
• PROFINET IO-Controller	Sí
• PROFINET IO-Device	Sí
• Comunicación SIMATIC	Sí
• Comunicación IE abierta	Sí
• Servidores web	Sí
• Redundancia del medio	Sí

PROFINET IO-Controller	
Servicios	
– Comunicación PG/OP	Sí
– S7-Routing	Sí
– Modo isócrono	Sí
– Comunicación IE abierta	Sí
– IRT	Sí
– MRP	Sí; como administrador de redundancia MRP y/o cliente MRP; número máx. de dispositivos en el anillo: 50
– MRPD	Sí; Requisitos: IRT
– PROFlenergy	Sí
– Arranque priorizado	Sí; máx. 32 PROFINET Devices
– N° de IO Devices que se pueden conectar en total, máx.	256; En total se puede conectar un máximo de 1 000 unidades periféricas descentralizadas vía AS-i, PROFIBUS o PROFINET
– de los cuales, IO devices con IRT, máx.	64
– N° de IO-Devices conectables para RT, máx.	256
– de ellos, en línea, máx.	256
– N° de IO-Devices activables/desactivables simultáneamente, máx.	8; En total a través de todas las interfaces
– N° de IO-Devices por herramienta, máx.	8
– Tiempos de actualización	El valor mínimo del tiempo de actualización también depende de la parte de comunicación ajustada para PROFINET IO, de la cantidad de IO-Devices y de la cantidad de datos útiles configurados
Tiempo de actualización con IRT	
– con un ciclo de emisión de 250 μ s	250 μ s a 4 ms. Nota: con IRT en modo isócrono es determinante el tiempo de refresco mínimo de 500 μ s del OB isócrono
– con un ciclo de emisión de 500 μ s	500 μ s a 8 ms
– con un ciclo de emisión de 1 ms	1 ms a 16 ms
– con un ciclo de emisión de 2 ms	2 ms a 32 ms
– con un ciclo de emisión de 4 ms	4 ms a 64 ms

- Con IRT y parametrización de tiempos de ciclo de envío "impares" de Tiempo de actualización = ciclo de emisión "impar" ajustado (cualquier múltiplo de 125 μ s: 375 μ s, 625 μ s ... 3 875 μ s)

Tiempos de actualización con RT

- con un ciclo de emisión de 250 μ s 250 μ s a 128 ms
- con un ciclo de emisión de 500 μ s 500 μ s a 256 ms
- con un ciclo de emisión de 1 ms 1 ms a 512 ms
- con un ciclo de emisión de 2 ms 2 ms a 512 ms
- con un ciclo de emisión de 4 ms 4 ms a 512 ms

PROFINET IO-Device

Servicios

- Comunicación PG/OP Sí
- S7-Routing Sí
- Modo isócrono No
- Comunicación IE abierta Sí
- IRT Sí
- MRP Sí
- MRPD Sí; Requisitos: IRT
- PROFIenergy Sí
- Shared Device Sí
- N° de IO Controller con Shared Device, máx. 4

2. Interfaz

Física de la interfaz

- Número de puertos 1
- Switch integrado No
- RJ 45 (Ethernet) Sí; X2

Funcionalidad

- PROFINET IO-Controller Sí
- PROFINET IO-Device Sí
- Comunicación SIMATIC Sí
- Comunicación IE abierta Sí
- Servidores web Sí

• Redundancia del medio	No
PROFINET IO-Controller	
Servicios	
– Comunicación PG/OP	Sí
– S7-Routing	Sí
– Modo isócrono	No
– Comunicación IE abierta	Sí
– IRT	No
– MRP	No
– PROFIenergy	Sí
– Arranque priorizado	No
– N° de IO Devices que se pueden conectar en total, máx.	32; En total se puede conectar un máximo de 1 000 unidades periféricas descentralizadas vía AS-i, PROFIBUS o PROFINET
– N° de IO-Devices conectables para RT, máx.	32
– de ellos, en línea, máx.	32
– N° de IO-Devices activables/desactivables simultáneamente, máx.	8; En total a través de todas las interfaces
– N° de IO-Devices por herramienta, máx.	8
– Tiempos de actualización	El valor mínimo del tiempo de actualización también depende de la parte de comunicación ajustada para PROFINET IO, de la cantidad de IO-Devices y de la cantidad de datos útiles configurados
Tiempos de actualización con RT	
– con un ciclo de emisión de 1 ms	1 ms a 512 ms
PROFINET IO-Device	
Servicios	
– Comunicación PG/OP	Sí
– S7-Routing	Sí
– Modo isócrono	No
– Comunicación IE abierta	Sí
– IRT	No
– MRP	No

– MRPD	No
– PROFlenergy	Sí
– Arranque priorizado	No
– Shared Device	Sí
– N° de IO Controller con Shared Device, máx.	4
Física de la interfaz	
RJ 45 (Ethernet)	
• 100 Mbits/s	Sí
• Autonegociación	Sí
• Autocrossing	Sí
• LED de estado Industrial Ethernet	Sí
Protocolos	
N° de conexiones	
• Número de conexiones máx.	192; vía interfaces integradas de la CPU y CP/CM conectados
• Número de conexiones reservadas para ES/HMI/Web	10
• Número de conexiones vía interfaces integradas	108
• Número de conexiones de S7 Routing	16
Comunicación SIMATIC	
• Comunicación S7, como servidor	Sí
• Comunicación S7, como cliente	Sí
• Datos útiles por petición, máx.	ver la Ayuda online (S7 communication, User data size)
Comunicación IE abierta	
• TCP/IP	Sí
– Tamaño de datos, máx.	64 kbyte
– varias conexiones pasivas por puerto, función soportada	Sí
• ISO-on-TCP (RFC1006)	Sí
– Tamaño de datos, máx.	64 kbyte
• UDP	Sí
– Tamaño de datos, máx.	1 472 byte

• DHCP	No
• SNMP	Sí
• DCP	Sí
• LLDP	Sí
Servidores web	
• HTTP	Sí; Páginas estándar y de usuario
• HTTPS	Sí; Páginas estándar y de usuario
OPC UA	
• OPC UA Server	Sí; Acceso a datos (Read, Write, Subscribe), requiere licencia runtime
– Autenticación de aplicaciones	Sí
– Políticas de seguridad	Políticas de seguridad disponibles: ninguna, Basic128Rsa15, Basic256Rsa15, Basic256Sha256
– Autenticación de usuarios	"Anónimo o mediante nombre de usuario y contraseña
Otros protocolos	
• MODBUS	Sí; MODBUS TCP
Redundancia del medio	
• Tiempo de conmutación en caso de rotura de cable, típ.	200 ms; con MRP; sin latencia con MRPD
• N° de estaciones en el anillo, máx.	50
Modo isócrono	
Modo isócrono (aplicación sincronizada hasta el borne)	Sí; Con ciclo OB 6x mínimo de 500 µs
Equidistancia	Sí
Funciones de aviso S7	
Número de estaciones conectables para funciones de aviso, máx.	32
Avisos asociados a bloques	Sí
N° de alarmas configurables, máx.	10 000
N° de alarmas activas simultáneamente en el grupo de alarmas	
• N° de alarmas de usuario reservadas	600
• N° de alarmas reservadas para diagnóstico del sistema	200

- Nº de alarmas reservadas para objetos tecnológicos Motion Control 160

Funciones de test y puesta en marcha

Puesta en marcha en equipo (Team Engineering) Sí; Acceso online en paralelo posible para hasta 8 sistemas de ingeniería

Estado de bloques Sí; hasta 8 simultáneamente (en total de todo los ES Clients)

Paso individual No

Estado/forzado

• Estado/forzado de variables Sí

• Variables Entradas/salidas, marcas, DB, E/S de periferia, tiempos, contadores

• Nº de variables, máx.

– de ellas, estado de variables, máx. 200; por petición

– de ellas, forzado de variables, máx. 200; por petición

Forzado permanente

• Forzado permanente, variables Entradas/salidas de periferia

• Nº de variables, máx. 200

Búfer de diagnóstico

• existente Sí

• Nº de entradas, máx. 3 200

– de ellos seguros contra caída de red 500

Traces

• Número de Traces configurables 4; por cada Trace son posible 512 kbytes datos

Alarmas/diagnósticos/información de estado

LED señalizador de diagnóstico

• LED RUN/STOP Sí

• LED ERROR Sí

• LED MAINT Sí

• Indicador de conexión LINK TX/RX Sí

Objetos tecnológicos soportados

Motion Control Sí; Nota: el número de ejes influye en el tiempo de ciclo del programa del PLC; Ayuda para selección disponible en la TIA Selection Tool o en SIZER

● Número de recursos de control de movimiento disponibles para objetos tecnológicos (excepto perfiles de levas)	2 400
● recursos de control de movimiento necesarios	
– por eje de velocidad	40
– por eje de posicionamiento	80
– por eje síncrono	160
– por encóder externo	80
– por leva	20
– por pista de levas	160
– por detector	40
● Eje de posicionamiento	
– Número de ejes de posicionamiento con ciclo de control de movimiento de 4 ms (valor típ.)	7
– Número de ejes de posicionamiento con ciclo de control de movimiento de 8 ms (valor típ.)	14
Regulador	
● PID_Compact	Sí; regulador PID universal con optimización integrada
● PID_3Step	Sí; regulador PID con optimización para válvulas integrada
● PID Temp	Sí; Regulador PID con optimización integrada para temperatura
Contaje y medida	
● High Speed Counter	Sí
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en servicio	
● Montaje horizontal, mín.	0 °C
● Montaje horizontal, máx.	60 °C; Pantalla: 50 °C; la pantalla se apaga a una temperatura de empleo típ. de 50 °C
● Montaje vertical, mín.	0 °C
● Montaje vertical, máx.	40 °C; Pantalla: 40 °C; la pantalla se apaga a una temperatura de empleo típ. de 40 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
● mín.	-40 °C

• máx.	70 °C
Configuración	
Programación	
Lenguaje de programación	
– KOP	Sí
– FUP	Sí
– AWL	Sí
– SCL	Sí
– GRAPH	Sí
Protección de know-how	
• Protección de programas de usuario/Protección por contraseña	Sí
• Protección contra copia	Sí
• Protección de bloques	Sí
Protección de acceso	
• Contraseña para display	Sí
• Nivel de protección: Protección contra escritura	Sí
• Nivel de protección: Protección contra escritura/lectura	Sí
• Nivel de protección: Protección completa	Sí
Vigilancia de tiempo de ciclo	
• Límite inferior	Tiempo de ciclo mínimo ajustable
• Límite superior	Tiempo de ciclo máximo ajustable
Dimensiones	
Ancho	70 mm
Alto	147 mm
Profundidad	129 mm
Pesos	
Peso, aprox.	830

3.31.7.5. TARJETA MAESTRO PROFIBUS DP

Dispondrá de las siguientes características:

Velocidad de transferencia	
Tasa de transferencia	
• en la interfaz 1 / según PROFIBUS	9,6 kbit/s ... 12 Mbit/s
Interfaces	
Número de interfaces / según Industrial Ethernet	0
Número de conexiones eléctricas	
• en la interfaz 1 / según PROFIBUS	1
Tipo de conexión eléctrica	
• en la interfaz 1 / según PROFIBUS	Conector hembra Sub-D de 9 polos (RS485)
Tensión de alimentación, consumo, pérdidas	
Tipo de corriente / de la tensión de alimentación	DC
Tensión de alimentación / 1 / del bus de fondo	15 V
tolerancia simétrica relativa / con DC	
• con 15 V	3 %
Corriente consumida	
• del bus de fondo / con DC / con 15 V / típico	0,1 A
Pérdidas [W]	1,5 W
Temperatura ambiente	
• con instalación vertical / durante el funcionamiento	0 ... 40 °C
• con posición de montaje vertical / durante el funcionamiento	0 ... 60 °C
• durante el almacenamiento	-40 ... +70 °C
• durante el transporte	-40 ... +70 °C
humedad relativa del aire	
• Con 25 °C / sin condensación / durante el funcionamiento / máx.	95 %
Grado de protección IP	IP20
Diseño, dimensiones y pesos	
Formato de módulos	Módulo compacto S7-1500 de anchura simple
Anchura	35 mm
Altura	142 mm
Profundidad	129 mm
Peso neto	0,27 kg
Tipo de fijación	
• Montaje en perfil soporte S7-1500	Sí
Características, funciones y componentes del producto / Generalidades	
Número de módulos	
• Por CPU / máx.	8
• Observación	depende del tipo de CPU
Datos de prestaciones / PROFIBUS DP	
Servicio / como maestro DP	
• DPV1	Sí

Número de esclavos DP / en maestro DP / utilizable	32
Volumen de datos	
• del área de direccionamiento de las entradas / como maestro DP / Total	2048 byte
• del área de direccionamiento de las salidas / como maestro DP / Total	2048 byte
• del área de direccionamiento de las entradas / por esclavo DP	244 byte
• del área de direccionamiento de las salidas / por esclavo DP	244 byte
Servicio / como esclavo DP	
• DPV0	Sí
• DPV1	Sí
Volumen de datos	
• del área de direccionamiento de las entradas / como esclavo DP / Total	240 byte
• del área de direccionamiento de las salidas / como esclavo DP / Total	240 byte
Datos de prestaciones / Comunicación S7	
Número de conexiones posibles / para comunicación S7	
• Máx.	16
• Observación	dependiente del límite superior del sistema
Datos de prestaciones / Modo multiprotocolo	
Número de conexiones activas / con modo multiprotocolo	16
Datos de prestaciones / Telecontrol	
Protocolo / soportado	
• TCP/IP	No
Funciones del producto / Gestión, programación, configuración	
Software de configuración	
• necesario	STEP 7 Professional V12 SP1 (TIA Portal) o superior
Función de Identificación y Mantenimiento	
• I&M0 - Información específica del dispositivo	Sí
• I&M1 - ID de la instalación/ID de situación	Sí
Funciones del producto / Diagnóstico	
Función del producto / diagnóstico basado en web	Sí; sí, vía CPU S7-1500
Funciones del producto / Hora	
Función del producto / retransmisión de sincronización horaria	Sí

3.31.7.6. TARJETAS DE 32 ENTRADAS DIGITALES FORMATO S7-1500

Las tarjetas de 32 entradas digitales dispondrán de las siguientes características:

Designación del tipo de producto	DI 32x24VDC HF
Versión funcional del HW	FS01
Versión de firmware	V2.1.0
● Es posible actualizar el FW.	Sí
Función del producto	
● Datos de I&M	Sí; I&M0 a I&M3
Ingeniería con	
● STEP 7 TIA Portal configurable/integrado desde versión	V13 SP1/-
● STEP 7 configurable/integrado desde versión	V5.5 SP3/-
● PROFIBUS, versión GSD/revisión GSD o sup.	V1.0/V5.1
● PROFINET, versión GSD/revisión GSD o sup.	V2.3 / -
Modo de operación	
● DI	Sí
● Contadores	Sí
● MSI	Sí
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Protección contra inversión de polaridad	Sí
Consumo, máx.	40 mA; 20 mA por grupo con alimentación a 24 V DC
Potencia tomada del bus de fondo	1,1 W
Pérdidas, típ.	4,2 W
Nº de entradas digitales	32
entradas digitales parametrizables	Sí
Fuente/sumidero (M/P)	de tipo P
Característica de entrada según IEC 61131, tipo 3	Sí
Funciones de entradas digitales, parametrizables	

● Puerta Start/Stop	Sí
● Entrada digital configurable	Sí
Contadores	
– Número, máx.	2
– Frecuencia de contaje máx.	1 kHz
– Ancho de contaje	32 bit
– Sentido de contaje adelante/atrás	Hacia adelante
Tensión de entrada	
● Tipo de tensión de entrada	DC
● Valor nominal (DC)	24 V
● para señal "0"	-30 a +5 V
● para señal "1"	+11 a +30 V
Intensidad de entrada	
● Para señal "1", típ.	2,5 Ma
Retardo a la entrada (a tensión nominal de entrada)	
para entradas estándar	
– parametrizable	Sí; 0,05 / 0,1 / 0,4 / 1,6 / 3,2 / 12,8 / 20 ms
– en transición "0" a "1", máx.	0,05 ms
– en transición "0" a "1", mín.	20 ms
– en transición "1" a "0", mín.	0,05 ms
– en transición "1" a "0", máx.	20 ms
para entradas de alarmas	
– parametrizable	Sí
para contadores/funciones tecnológicas:	
– parametrizable	Sí
Longitud del cable	
● Apantallado, máx.	1 000 m
● No apantallado, máx.	600 m
Sensores compatibles	
● Sensor a 2 hilos	Sí

– Intensidad permitida en reposo (sensor a 2 hilos), máx.	1,5 mA
Modo isócrono (aplicación sincronizada hasta el borne)	Sí
Tiempo de filtro y procesado (TWE), mín.	80 μ s; Con tiempo de filtro de 50 μ s
Tiempo de ciclo (TDP), mín.	250 μ s
Función de diagnóstico	Sí
Alarmas	
• Alarma de diagnóstico	Sí
• Alarma de proceso	Sí
Avisos de diagnósticos	
• Vigilancia de la tensión de alimentación	Sí
• Rotura de hilo	Sí; a I < 350 μ A
• Cortocircuito	No
LED señalizador de diagnóstico	
• LED RUN	Sí; LED verde
• LED ERROR	Sí; LED rojo
• Vigilancia de la tensión de alimentación (LED PWR)	Sí; LED verde
• Indicador de estado de canal	Sí; LED verde
• para diagnóstico de canales	Sí; LED rojo
• para diagnóstico de módulo	Sí; LED rojo
Aislamiento galvánico de canales	
• entre los canales	Sí
• entre los canales, en grupos de	16
• entre los canales y bus de fondo	Sí
• entre los canales y la alimentación de la electrónica	No
Aislamiento ensayado con	707 V DC (Type Test)
Temperatura ambiente en servicio	
• Montaje horizontal, mín.	0 °C
• Montaje horizontal, máx.	60 °C
• Montaje vertical, mín.	0 °C
• Montaje vertical, máx.	40 °C

Arranque priorizado	Sí
Ancho	35 mm
Alto	147 mm
Profundidad	129 mm
Peso, aprox.	260 g

3.31.7.7. TARJETA DE 32 SALIDAS DIGITALES FORMATO S7-1500

Las tarjetas de 32 salidas digitales dispondrán de las siguientes características:

Designación del tipo de producto	DQ 32x24VDC/0,5A HF
Versión funcional del HW	FS01
Versión de firmware	V1.0.0
Función del producto	
• Datos de I&M	Sí; I&M0 a I&M3
Ingeniería con	
• STEP 7 TIA Portal configurable/integrado desde	V13 SP1/-
• PROFIBUS, versión GSD/revisión GSD o sup.	V1.0/V5.1
• PROFINET, versión GSD/revisión GSD o sup.	V2.3 / -
Modo de operación	
• DQ	Sí
• DQ con función de ahorro energético	No
• PWM	No
• Sobremuestreo	No
• MSO	Sí
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Protección contra inversión de polaridad	Sí; protegida internamente hasta 7 A por
Consumo, máx.	60 mA
Valor nominal (DC)	24 V
Potencia tomada del bus de fondo	1,1 W
Pérdidas, típ.	3,5 W
Número de salidas	32
Tipo P	Sí
Protección contra cortocircuito	Sí; por pulsación electrónica
• Umbral de respuesta, típ.	1 A
Limitación de la sobretensión inductiva de corte a	L+ (-53 V)
Ataque de una entrada digital	Sí
Poder de corte de las salidas	
• Con carga resistiva, máx.	0,5 A
• Con carga tipo lámpara, máx.	5 W
Rango de resistencia de carga	

● Límite inferior	48 Ω
● Límite superior	12 k Ω
Tensión de salida	
● para señal "1", mín.	L+ (-0,8 V)
Intensidad de salida	
● para señal "1" valor nominal	0,5 A
● Para señal "1" rango admisible, máx.	0,5 A
● Para señal "0" intensidad residual, máx.	0,5 mA
Retardo a la salida con carga resistiva	
● "0" a "1", máx.	100 μ s
● "1" a "0", máx.	500 μ s
Conexión en paralelo de dos salidas	
● para combinaciones lógicas	Sí
● para aumentar la potencia	No
● para control redundante de una carga	Sí
Frecuencia de conmutación	
● Con carga resistiva, máx.	100 Hz
● Con carga inductiva, máx.	0,5 Hz; según IEC 60947-5-1, DC-13
● Con carga tipo lámpara, máx.	10 Hz
Corriente total de salidas	
● Intensidad por canal, máx.	0,5 A; ver descripción adicional en el
● Intensidad por grupo, máx.	4 A; ver descripción adicional en el
● Intensidad por módulo, máx.	16 A; ver descripción adicional en el
Longitud del cable	
● Apantallado, máx.	1 000 m
● No apantallado, máx.	600 m
Modo isócrono (aplicación sincronizada hasta el	Sí
Tiempo de procesado y activado (TWA), mín.	70 μ s
Tiempo de ciclo (TDP), mín.	250 μ s
Función de diagnóstico	Sí
Valores de sustitución aplicables	Sí
Alarmas	
● Alarma de diagnóstico	Sí
Avisos de diagnósticos	
● Vigilancia de la tensión de alimentación	Sí
● Rotura de hilo	Sí
● Cortocircuito	Sí
● Fallo agrupado	Sí
LED señalizador de diagnóstico	
● LED RUN	Sí; LED verde
● LED ERROR	Sí; LED rojo
● Vigilancia de la tensión de alimentación (LED PWR)	Sí; LED verde
● Indicador de estado de canal	Sí; LED verde
● para diagnóstico de canales	Sí; LED rojo
● para diagnóstico de módulo	Sí; LED rojo
Aislamiento galvánico de canales	
● entre los canales	No
● entre los canales, en grupos de	8
● entre los canales y bus de fondo	Sí

Aislamiento ensayado con	707 V DC (Type Test)
Arranque priorizado	Sí
Ancho	35 mm
Alto	147 mm
Profundidad	129 mm
Peso, aprox.	280 g

3.31.7.8. TARJETA DE 8 ENTRADAS ANALÓGICAS FORMATO S7-1500

Las tarjetas de 8 entradas analógicas, dispondrán las siguientes características:

Designación del tipo de producto	AI 8xU/I/RTD/TC HF
• Es posible actualizar el FW.	Sí
Función del producto	
• Datos de I&M	Sí; I&M0 a I&M3
• Rango de medida escalable	No
• Valores medidos escalables	No
• Adaptación del rango de medida	No
Ingeniería con	
• STEP 7 TIA Portal	V12/V12
• STEP 7 configurable/integrado desde	V5.5 SP3/-
• PROFIBUS, versión GSD/revisión GSD	V1.0/V5.1
• PROFINET, versión GSD/revisión GSD	V2.3 / -
Modo de operación	
• Sobremuestreo	No
• MSI	Sí
Posibilidad de reparametrizar en RUN	Sí
Calibración posible en RUN	Sí
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Protección contra inversión de	Sí
Consumo, máx.	240 mA; con alimentación a 24 V DC
Alimentación de sensores 24 V	
• Protección contra cortocircuito	Sí
• Intensidad de salida, máx.	53 mA
Potencia tomada del bus de fondo	0,7 W
Pérdidas, típ.	2,7 W
Nº de entradas analógicas	8
• Con medición de intensidad	8
• Con medición de tensión	8
• Con medición de	4
• Con medición de termopar	8
Tensión de entrada admisible para	28,8 V
Intensidad de entrada admisible para	40 mA

Unidad técnica ajustable para	Sí; °C/°F/K
Rangos de entrada (valores nominales), tensiones	
● 0 a +5 V	No
● 0 a +10 V	No
● 1 V a 5 V	Sí
● Resistencia de entrada (1 V a 5 V)	100 kΩ
● -1 V a +1 V	Sí
● Resistencia de entrada (-1 V a +1 V)	10 MΩ
● -10 V a +10 V	Sí
● Resistencia de entrada (-10 V a +10	100 kΩ
● -2,5 V a +2,5 V	Sí
● Resistencia de entrada (-2,5 V a +2,5	10 MΩ
● -25 mV a +25 mV	No
● -250 mV a +250 mV	Sí
● Resistencia de entrada (-250 mV a	10 MΩ
● -5 V a +5 V	Sí
● Resistencia de entrada (-5 V a +5 V)	100 kΩ
● -50 mV a +50 mV	Sí
● Resistencia de entrada (-50 mV a +50	10 MΩ
● -500 mV a +500 mV	Sí
● Resistencia de entrada (-500 mV a	10 MΩ
● -80 mV a +80 mV	Sí
● Resistencia de entrada (-80 mV a +80	10 MΩ
Rangos de entrada (valores nominales), intensidades	
● 0 a 20 mA	Sí
● Resistencia de entrada (0 a 20 mA)	25 Ω; más aprox.
● -20 mA a +20 mA	Sí
● Resistencia de entrada (-20 mA a +20	25 Ω; más aprox.
● 4 mA a 20 mA	Sí
● Resistencia de entrada (4 mA a 20	25 Ω; más aprox.
Rangos de entrada (valores nominales), termopares	
● Tipo B	Sí
● Resistencia de entrada (tipo B)	10 MΩ
● Tipo C	No
● Tipo E	Sí
● Resistencia de entrada (tipo E)	10 MΩ
● Tipo J	Sí
● Resistencia de entrada (tipo J)	10 MΩ
● Tipo K	Sí
● Resistencia de entrada (tipo K)	10 MΩ
● Tipo L	No
● Tipo N	Sí
● Resistencia de entrada (tipo N)	10 MΩ
● Tipo R	Sí
● Resistencia de entrada (tipo R)	10 MΩ
● Tipo S	Sí
● Resistencia de entrada (tipo S)	10 MΩ
● Tipo T	Sí
● Resistencia de entrada (tipo T)	10 MΩ

• Tipo TXK/TXK(L) según GOST	No
Rangos de entrada (valores nominales), termoresistencias	
• Cu 10	No
• Cu 10 según GOST	No
• Cu 50	No
• Cu 50 según GOST	No
• Cu 100	No
• Cu 100 según GOST	No
• Ni 10	No
• Ni 10 según GOST	No
• Ni 100	Sí; Estándar/climatiz.
• Resistencia de entrada (Ni 100)	10 MΩ
• Ni 100 según GOST	No
• Ni 1000	Sí; Estándar/climatiz.
• Resistencia de entrada (Ni 1000)	10 MΩ
• Ni 1000 según GOST	No
• LG-Ni 1000	Sí; Estándar/climatiz.
• Resistencia de entrada (LG-Ni 1000)	10 MΩ
• Ni 120	No
• Ni 120 según GOST	No
• Ni 200 según GOST	No
• Ni 500	No
• Ni 500 según GOST	No
• Pt 10	No
• Pt 10 según GOST	No
• Pt 50	No
• Pt 50 según GOST	No
• Pt 100	Sí; Estándar/climatiz.
• Resistencia de entrada (Pt 100)	10 MΩ
• Pt 100 según GOST	No
• Pt 1000	Sí; Estándar/climatiz.
• Resistencia de entrada (Pt 1000)	10 MΩ
• Pt 1000 según GOST	No
• Pt 200	Sí; Estándar/climatiz.
• Resistencia de entrada (Pt 200)	10 MΩ
• Pt 200 según GOST	No
• Pt 500	Sí; Estándar/climatiz.
• Resistencia de entrada (Pt 500)	10 MΩ
• Pt 500 según GOST	No
Rangos de entrada (valores nominales), resistencias	
• 0 a 150 Ohm	Sí
• Resistencia de entrada (0 a 150	10 MΩ
• 0 a 300 Ohm	Sí
• Resistencia de entrada (0 a 300	10 MΩ
• 0 a 600 Ohm	Sí
• Resistencia de entrada (0 a 600	10 MΩ
• 0 a 3000 Ohm	No
• 0 a 6000 Ohm	Sí
• Resistencia de entrada (0 a 6000	10 MΩ

• PTC	Sí
• Resistencia de entrada (PTC)	10 MΩ
Termopar (TC)	
Compensación de temperatura	
– parametrizable	Sí
– Compensación interna de	Sí
– Compensación externa de	Sí
– Compensación de unión fría a 0 °C	Sí; valor fijo ajustable
– Canal de referencia del módulo	Sí
Longitud del cable	
• Apantallado, máx.	800 m; con U/I, 200 m con R/RTD, 50 m con TC
Tiempo de integración y conversión/resolución por canal	
• Resolución con rango de rebase (bits)	16 bit
• Tiempo de integración	Sí
• Tiempo de integración (ms)	2,5 / 16,67 / 20 / 100 ms
• Tiempo de conversión básico con	9 / 23 / 27 / 107 ms
– Tiempo de conversión adicional para	9 ms (a considerar en medir con R/RTD/TC)
– Tiempo de conversión adicional para	150 ohmios, 300 ohmios, 600 ohmios, Pt100, Pt200,
• Supresión de perturbaciones de	400 / 60 / 50 / 10 Hz
• Tiempo para calibrar el offset (por	Tiempo de conversión básico del canal más lento
Filtrado de valores medidos	
• parametrizable	Sí
• Nivel: ninguno	Sí
• Nivel: débil	Sí
• Nivel: medio	Sí
• Nivel: intenso	Sí
Conexión de los sensores	
• para medición de tensión	Sí
• para medición de corriente como	Sí
– Carga del transductor a 2 hilos, máx.	820 Ω
• para medición de corriente como	Sí
• para medición de resistencia con	Sí; Solo para PTC
• para medición de resistencia con	Sí; todos los rangos de medición excepto PTC;
• para medición de resistencia con	Sí; todos los rangos de medición excepto PTC.
Error de linealidad (referido al rango)	0,02 %
Error de temperatura (referido al rango)	0,005 %/K; con TC tipo T 0,02 +/- %/K
Diafonía entre las entradas, máx.	-80 dB
Precisión de repetición en estado	0,02 %
Error de temperatura de la	+/- 6 °C
Límite de error práctico en todo el rango de temperatura	
• Tensión, referida al rango de	0,3 %
• Intensidad, referida al rango de	0,3 %
• Resistencia, referida al rango de	0,3 %
• Termorresistencia, referida al rango	Ptxxx estándar: ±1,5 K, Ptxxx climatiz.: ±0,5 K, Nixxx
• Termopar, referido al rango de	Tipo B: > 600 °C ±4,6 K, tipo E: > -200 °C ±1,5 K, tipo
Límite de error básico (límite de error práctico a 25 °C)	
• Tensión, referida al rango de	0,1 %
• Intensidad, referida al rango de	0,1 %
• Resistencia, referida al rango de	0,1 %

• Termorresistencia, referida al rango	Ptxxx estándar: $\pm 0,7$ K, Ptxxx climatiz.: $\pm 0,2$ K, Nixxx
• Termopar, referido al rango de	Tipo B: > 600 °C $\pm 1,7$ K, tipo E: > -200 °C $\pm 0,7$ K, tipo
Supresión de tensiones perturbadoras para ($f_1 \pm 1\%$), f_1 = frecuencia perturbadora	
• Perturbación en modo serie (pico de	40 dB
• Tensión en modo común, máx.	10 V
• Perturbación en modo común, mín.	60 dB
Modo isócrono (aplicación sincronizada	No
Función de diagnóstico	Sí
Alarmas	
• Alarma de diagnóstico	Sí
• Alarma de límite	Sí; Dos límites superiores y dos límites inferiores cada
Avisos de diagnósticos	
• Vigilancia de la tensión de	Sí
• Rotura de hilo	Sí; Solo con 1 ... 5 V, 4 ... 20 mA, TC, R y RTD
• Rebase por exceso/por defecto	Sí
LED señalizador de diagnóstico	
• LED RUN	Sí; LED verde
• LED ERROR	Sí; LED rojo
• Vigilancia de la tensión de	Sí; LED verde
• Indicador de estado de canal	Sí; LED verde
• para diagnóstico de canales	Sí; LED rojo
• para diagnóstico de módulo	Sí; LED rojo
Aislamiento galvánico de canales	
• entre los canales	No
• entre los canales, en grupos de	8
• entre los canales y bus de fondo	Sí
• entre los canales y la alimentación de	Sí
entre las entradas (UCM)	20 V DC
entre las entradas y MANA (UCM)	10 V DC
Aislamiento ensayado con	707 V DC (Type Test)
Temperatura ambiente en servicio	
• Montaje horizontal, mín.	0 °C
• Montaje horizontal, máx.	60 °C
• Montaje vertical, mín.	0 °C
• Montaje vertical, máx.	40 °C
Arranque priorizado	No
Ancho	35 mm
Alto	147 mm
Profundidad	129 mm
Peso, aprox.	310 g
Nota:	Error básico adicional y ruido con un tiempo de

3.31.7.9. TARJETA DE 8 SALIDAS ANALÓGICAS FORMATO S7-1500.

Las tarjetas de 8 salidas analógicas dispondrán de las siguientes características:

General information	
Product type designation	AQ 8xU/I HS
HW functional status	FS01
Firmware version	V2.1.0
• FW update possible	Yes
Product function	
• I&M data	Yes; I&M0 to I&M3
• Output range scalable	No
Engineering with	
• STEP 7 TIA Portal configurable/integrated as of version	V14 / -
• STEP 7 configurable/integrated as of version	V5.5 SP3 / -
• PROFIBUS as of GSD version/GSD revision	V1.0 / V5.1
• PROFINET as of GSD version/GSD revision	V2.3 / -
Operating mode	
• Oversampling	Yes
• MSO	Yes
CiR - Configuration in RUN	
Reparameterization possible in RUN	Yes
Calibration possible in RUN	Yes
Supply voltaje	
Type of supply voltage	DC
Rated value (DC)	24 V
permissible range, lower limit (DC)	20.4 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
Reverse polarity protection	Yes
Input current	
Current consumption, max.	260 mA; with 24 V DC supply
Power	
Power available from the backplane bus	1.15 W
Power los	
Power loss, typ.	7 W
Analog outputs	
Number of analog outputs	8
Voltage output, short-circuit protection	Yes
Voltage output, short-circuit current, max.	45 mA
Current output, no-load voltage, max.	20 V
Cycle time (all channels), min.	125 µs; independent of number of activated channels
Output ranges, voltaje	
• 0 to 10 V	Yes
• 1 V to 5 V	Yes

• -5 V to +5 V	No
• -10 V to +10 V	Yes
Output ranges, current	
• 0 to 20 mA	Yes
• -20 mA to +20 mA	Yes
• 4 mA to 20 mA	Yes
Connection of actuators	
• for voltage output two-wire connection	Yes
• for voltage output four-wire connection	Yes
• for current output two-wire connection	Yes
Load impedance (in rated range of output)	
• with voltage outputs, min.	1 k Ω
• with voltage outputs, capacitive load, max.	100 nF
• with current outputs, max.	500 Ω
• with current outputs, inductive load, max.	1 mH
Cable length	
• shielded, max.	200 m
Analog value generation for the outputs	
Integration and conversion time/resolution per channel	
• Resolution with overrange (bit including sign), max.	16 bit
• Conversion time (per channel)	50 μ s; independent of number of activated channels
Settling time	
• for resistive load	30 μ s; see additional description in the manual
• for capacitive load	100 μ s; see additional description in the manual
• for inductive load	100 μ s; see additional description in the manual
Errors/accuracies	
Output ripple (relative to output range, bandwidth 0 to 50 kHz), (+/-)	0.02 %
Linearity error (relative to output range), (+/-)	0.15 %
Temperature error (relative to output range), (+/-)	0.002 %/K
Crosstalk between the outputs, max.	-100 dB
Repeat accuracy in steady state at 25 °C (relative to output range), (+/-)	0.05 %
Operational error limit in overall temperature range	
• Voltage, relative to output range, (+/-)	0.3 %
• Current, relative to output range, (+/-)	0.3 %
Basic error limit (operational limit at 25 °C)	
• Voltage, relative to output range, (+/-)	0.2 %
• Current, relative to output range, (+/-)	0.2 %
Isochronous mode	
Isochronous operation (application synchronized up to terminal)	Yes
Execution and activation time (TCO), min.	100 μ s
Bus cycle time (TDP), min.	250 μ s
Interrupts/diagnostics/status information	
Diagnostics function	Yes

Substitute values connectable	Yes
Alarms	
• Diagnostic alarm	Yes
Diagnostic messages	
• Monitoring the supply voltage	Yes
• Wire-break	Yes; Only for output type "current"
• Short-circuit	Yes; Only for output type "voltage"
• Overflow/underflow	Yes
Diagnostics indication LED	
• RUN LED	Yes; Green LED
• ERROR LED	Yes; Red LED
• Monitoring of the supply voltage (PWR-LED)	Yes; Green LED
• Channel status display	Yes; Green LED
• for channel diagnostics	Yes; Red LED
• for module diagnostics	Yes; Red LED
Potential separation	
Potential separation channels	
• between the channels	No
• between the channels, in groups of	8
• between the channels and backplane bus	Yes
• Between the channels and load voltage L+	Yes
Permissible potential difference	
between S- and MANA (UCM)	8 V DC
Isolation	
Isolation tested with	707 V DC (type test)
Ambient conditions	
Altitude during operation relating to sea level	
• Installation altitude above sea level, max.	5 000 m; Restrictions for installation altitudes > 2 000 m, see manual
Decentralized operation	
Prioritized startup	No
Dimensions	
Width	35 mm
Height	147 mm
Depth	129 mm
Weights	
Weight, approx.	325 g

3.31.7.10. CABECERA PERIFERIA DISTRIBUIDA EN PROFINET

Las cabeceras para periferia distribuida en Profinet, dispondrán de las siguientes características:

Información general	
Designación del tipo de producto	IM 155-6 PN ST
Versión funcional del HW	FS01
Versión de firmware	V4.1
Función del producto	
• Datos de I&M	Sí; I&M0 a I&M3
• Cambio de módulo durante el funcionamiento (Hot-Swapping)	Sí; Single Hot-Swapping
Ingeniería con	
• STEP 7 TIA Portal configurable/integrado desde versión	V14
• STEP 7 configurable/integrado desde versión	V5.5 SP4 o sup.
• PROFINET, versión GSD/revisión GSD o sup.	V2.3 / -
Control de la configuración	
vía registro	Sí
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Protección contra inversión de polaridad	Sí
Protección contra cortocircuito	Sí
Punteo de caídas de red y tensión	
• Punteo de caídas de red/de tensión	10 ms
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	450 mA
Consumo, máx.	550 mA
Intensidad de cierre, máx.	3,7 A
I^2t	0,09 A ² ·s
Potencia	
Potencia de alimentación al bus de fondo	4,5 W
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	1,9 W
Área de direcciones	
Espacio de direcciones por módulo	
• Espacio de direcciones por módulo, máx.	256 byte; Por entrada/salida
Espacio de direcciones por estación	
• Espacio de direcciones por estación, máx.	512 byte; En función de la configuración
Configuración del hardware	
Bastidores	
• Módulos por bastidor, máx.	32; + 16 módulos ET 200AL
Submódulos	
• Número de submódulos por estación, máx.	256

Interfaces	
Nº de interfaces PROFINET	1; 2 puertos (switch)
1. Interfaz	
Física de la interfaz	
• Número de puertos	2
• Switch integrado	Sí
• RJ 45 (Ethernet)	Sí; BusAdapter premontado BA 2x RJ45
• BusAdapter (PROFINET)	Sí; BusAdapter utilizables: BA 2x RJ45, BA 2x FC
Protocolos	
• PROFINET IO-Device	Sí
• Comunicación IE abierta	Sí
• Redundancia del medio	Sí; PROFINET MRP
Física de la interfaz	
RJ 45 (Ethernet)	
• Método de transferencia	PROFINET a 100 Mbits/s full dúplex (100BASE-TX)
• 10 Mbits/s	Sí; Para servicios Ethernet
• 100 Mbits/s	Sí; PROFINET a 100 Mbits/s full dúplex (100BASE-TX)
• Autonegociación	Sí
• Autocrossing	Sí
Protocolos	
PROFINET IO-Device	
Servicios	
– Modo isócrono	No
– Comunicación IE abierta	Sí
– IRT	Sí; con tiempos de ciclo de emisión de 250 µs a 4 ms en incrementos de 125 µs
– PROFIenergy	Sí
– Arranque priorizado	Sí
– Shared Device	Sí
– Nº de IO Controller con Shared Device, máx.	2
Funcionamiento redundante	
• MRP	Sí
• MRPD	No
• Redundancia de sistema PROFINET (S2)	No
Comunicación IE abierta	
• TCP/IP	Sí
• SNMP	Sí
• LLDP	Sí
Modo isócrono	
Modo isócrono (aplicación sincronizada hasta el borne)	No
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
Señalizador de estado	Sí
Alarmas	Sí
Función de diagnóstico	Sí

LED señalizador de diagnóstico	
• LED RUN	Sí; LED verde
• LED ERROR	Sí; LED rojo
• LED MAINT	Sí; LED amarillo
• Vigilancia de la tensión de alimentación (LED PWR)	Sí; LED PWR verde
• Conexión con la red LINK (verde)	Sí; 2 LED Link verdes en BusAdapter
Aislamiento galvánico	
entre el bus posterior y la electrónica	No
entre PROFINET y los restantes circuitos	Sí; 1500 V AC
entre la alimentación y los restantes circuitos	No
Diferencia de potencial admisible	
entre diferentes circuitos	Muy baja tensión de protección MBTP/SELV
Aislamiento	
Aislamiento ensayado con	707 V DC (Type Test)
Normas, homologaciones, certificados	
Clase de carga de red	2
Security level	Según Security Level 1 Test Cases V1.1.1
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en servicio	
• Posición de montaje horizontal, mín.	0 °C
• Posición de montaje horizontal, máx.	60 °C
• Posición de montaje vertical, mín.	0 °C
• Posición de montaje vertical, máx.	50 °C
Sistema de conexión	
ET-Connection	
• vía emisión BU/BA	Sí; + 16 módulos ET 200AL
Dimensiones	
Ancho	50 mm
Alto	117 mm
Profundidad	74 mm
Pesos	
Peso, aprox.	190 g; IM 155-6 PN BA con 2 puertos RJ45 y módulo de servidor

3.31.7.11. TARJETA 8 RTD PERIFERIA DESCENTRALIZADA.

Dispondrán de las siguientes características:

General information	
Product type designation	AI 8xRTD/TC 2-wire HF
Firmware versión	V2.0
• FW update posible	Yes
usable BaseUnits	BU type A0, A1
Color code for module-specific color identification plate	CC00
Product function	
• I&M data	Yes; I&M0 to I&M3
Engineering with	
• STEP 7 TIA Portal configurable/integrated as of version	V13
• STEP 7 configurable/integrated as of version	V5.5 / -
• PROFIBUS as of GSD version/GSD revision	GSD Revision 5
• PROFINET as of GSD version/GSD revision	GSDML V2.3
Operating mode	
• Oversampling	No
• MSI	No
CiR - Configuration in RUN	
Reparameterization possible in RUN	Yes
Calibration possible in RUN	Yes
Supply voltaje	
Rated value (DC)	24 V
permissible range, lower limit (DC)	19.2 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
Reverse polarity protection	Yes
Input current	
Current consumption, max.	35 mA
Power los	
Power loss, typ.	0.75 W
Address area	
Address space per module	
• Address space per module, max.	16 byte; + 1 byte for Qi information
Analog inputs	
Number of analog inputs	8
• For voltage measurement	8
• For resistance/resistance thermometer measurement	8
• For thermocouple measurement	8
Permissible input voltage for voltage input (destruction limit), max.	30 V
Constant measurement current for resistance-type transmitter, typ.	2 mA
Cycle time (all channels), min.	Sum of the basic conversion times and additional processing times (depending

	on the parameterization of the active channels)
Technical unit for temperature measurement adjustable	Yes; °C/°F/K
Input ranges (rated values), voltages	
• -1 V to +1 V	Yes; 16 bit incl. sign
• Input resistance (-1 V to +1 V)	1 MΩ
• -250 mV to +250 mV	Yes; 16 bit incl. sign
• Input resistance (-250 mV to +250 mV)	1 MΩ
• -50 mV to +50 mV	Yes; 16 bit incl. sign
• Input resistance (-50 mV to +50 mV)	1 MΩ
• -80 mV to +80 mV	Yes; 16 bit incl. sign
• Input resistance (-80 mV to +80 mV)	1 MΩ
Input ranges (rated values), thermocouples	
• Type B	Yes; 16 bit incl. sign
• Input resistance (Type B)	1 MΩ
• Type C	Yes; 16 bit incl. sign
• Input resistance (Type C)	1 MΩ
• Type E	Yes; 16 bit incl. sign
• Input resistance (Type E)	1 MΩ
• Type J	Yes; 16 bit incl. Sign
• Input resistance (type J)	1 MΩ
• Type K	Yes; 16 bit incl. Sign
• Input resistance (Type K)	1 MΩ
• Type L	Yes; 16 bit incl. Sign
• Input resistance (Type L)	1 MΩ
• Type N	Yes; 16 bit incl. Sign
• Input resistance (Type N)	1 MΩ
• Type R	Yes; 16 bit incl. Sign
• Input resistance (Type R)	1 MΩ
• Type S	Yes; 16 bit incl. Sign
• Input resistance (Type S)	1 MΩ
• Type T	Yes; 16 bit incl. Sign
• Input resistance (Type T)	1 MΩ
• Type U	Yes; 16 bit incl. Sign
• Input resistance (Type U)	1 MΩ
• Type TXK/TXK(L) to GOST	Yes; 16 bit incl. Sign
• Input resistance (Type TXK/TXK(L) to GOST)	1 MΩ
Input ranges (rated values), resistance thermometer	
• Ni 100	Yes; 16 bit incl. Sign
• Input resistance (Ni 100)	1 MΩ
• Ni 1000	Yes; 16 bit incl. Sign
• Input resistance (Ni 1000)	1 MΩ
• LG-Ni 1000	Yes; 16 bit incl. Sign
• Input resistance (LG-Ni 1000)	1 MΩ
• Ni 120	Yes; 16 bit incl. Sign
• Input resistance (Ni 120)	1 MΩ
• Ni 200	Yes; 16 bit incl. Sign

• Input resistance (Ni 200)	1 MΩ
• Ni 500	Yes; 16 bit incl. Sign
• Input resistance (Ni 500)	1 MΩ
• Pt 100	Yes; 16 bit incl. Sign
• Input resistance (Pt 100)	1 MΩ
• Pt 1000	Yes; 16 bit incl. Sign
• Input resistance (Pt 1000)	1 MΩ
• Pt 200	Yes; 16 bit incl. Sign
• Input resistance (Pt 200)	1 MΩ
• Pt 500	Yes; 16 bit incl. Sign
• Input resistance (Pt 500)	1 MΩ
Input ranges (rated values), resistors	
• 0 to 150 ohms	Yes; 15 bit
• Input resistance (0 to 150 ohms)	1 MΩ
• 0 to 300 ohms	Yes; 15 bit
• Input resistance (0 to 300 ohms)	1 MΩ
• 0 to 600 ohms	Yes; 15 bit
• Input resistance (0 to 600 ohms)	1 MΩ
• 0 to 3000 ohms	Yes; 15 bit
• Input resistance (0 to 3000 ohms)	1 MΩ
• 0 to 6000 ohms	Yes; 15 bit
• Input resistance (0 to 6000 ohms)	1 MΩ
• PTC	Yes; 15 bit
• Input resistance (PTC)	1 MΩ
Thermocouple (TC)	
Temperature compensation	
– parameterizable	Yes
– Reference channel of the module	Yes
– internal comparison point	Yes; with BaseUnit type A1
– Reference channel of the group	Yes
– Number of reference channel groups	4; Group 0 to 3
– fixed reference temperatura	Yes
Cable length	
• shielded, max.	200 m; 50 m with thermocouples
Analog value generation for the inputs	
Measurement principle	integrating (Sigma-Delta)
Integration and conversion time/resolution per channel	
• Resolution with overrange (bit including sign), max.	16 bit
• Integration time, parameterizable	Yes
Basic conversion time, including integration time (ms)	
– additional processing time for wire-break check	2 ms; In the ranges resistance thermometers, resistors and thermocouples
• Interference voltage suppression for interference frequency f1 in Hz	16.6 / 50 / 60 Hz
• Conversion time (per channel)	180 / 60 / 50 ms
Smoothing of measured values	

• Number of smoothing levels	4; None; 4/8/16 times
• parameterizable	Yes
Encoder	
Connection of signal encoders	
• for voltage measurement	Yes
• for resistance measurement with two-wire connection	Yes
• for resistance measurement with three-wire connection	No
• for resistance measurement with four-wire connection	No
Errors/accuracies	
Linearity error (relative to input range), (+/-)	0.01 %; ± 0.1 % for resistance thermometers and resistance
Temperature error (relative to input range), (+/-)	0.0009 %/K; ± 0.005 % / K at thermocouple
Crosstalk between the inputs, min.	-50 dB
Repeat accuracy in steady state at 25 °C (relative to input range), (+/-)	0.05 %
Operational error limit in overall temperature range	
• Voltage, relative to input range, (+/-)	0.1 %
• Resistance, relative to input range, (+/-)	0.1 %
Basic error limit (operational limit at 25 °C)	
• Voltage, relative to input range, (+/-)	0.05 %
• Resistance, relative to input range, (+/-)	0.05 %
Interference voltage suppression for $f = n \times (f_1 \pm 1 \%)$, $f_1 =$ interference frequency	
• Series mode interference (peak value of interference < rated value of input range), min.	70 dB
• Common mode voltage, max.	10 V
• Common mode interference, min.	90 Db
Isochronous mode	
Isochronous operation (application synchronized up to terminal)	No
Interrupts/diagnostics/status information	
Diagnostics function	Yes
Alarms	
• Diagnostic alarm	Yes
• Limit value alarm	Yes; two upper and two lower limit values in each case
Diagnostic messages	
• Monitoring the supply voltaje	Yes
• Wire-break	Yes; channel by channel
• Group error	Yes
• Overflow/underflow	Yes; channel by channel
Diagnostics indication LED	
• Monitoring of the supply voltage (PWR-LED)	Yes; Green PWR LED
• Channel status display	Yes; Green LED
• for channel diagnostics	Yes; Red LED
• for module diagnostics	Yes; green/red DIAG LED
Potential separation	
Potential separation channels	
• between the channels	No
• between the channels and backplane bus	Yes

• between the channels and the power supply of the electronics	Yes
Permissible potential difference	
between the inputs (UCM)	10 V DC
Isolation	
Isolation tested with	707 V DC (type test)
Dimensions	
Width	15 mm
Height	73 mm
Depth	58 mm
Weights	
Weight, approx.	32 g

3.31.8. SWITCH INDUSTRIAL GESTIONABLE 13 CU 3 FO

Los switches gestionables de 13 puertos en cobre y 3 en fibra dispondrán de las siguientes características:

Denominación del tipo de producto	SCALANCE XB213-3
Velocidad de transf.	
Tasa de transferencia	10 Mbit/s, 100 Mbit/s
Interfaces / para comunicación / integradas	
Número de conexiones eléctricas	
• para componentes de red o equipos terminales	13; RJ45
Número de puertos ST(BFOC) a 100 Mbits/s	
• para multimodo	3
Interfaces / otras	
Número de conexiones eléctricas	
• para consola de mando	1
• para fines de gestión	1
• para alimentación	1
• para alimentación redundante	1
Tipo de conexión eléctrica	
• para consola de mando	RJ11
• para fines de gestión	RJ45
• para alimentación	Bloque de bornes de 6 polos
Tensión de alimentación, consumo, pérdidas	
Tipo de corriente / de la tensión de alimentación	DC
Tensión de alimentación	
• externa	24 V
• externa / mín.	19,2 V
• Externa / máx.	28,8 V
Componente del producto / protección con fusibles en entrada de alimentación	Sí
Corriente consumida / máx.	0,41 A

Condiciones ambientales admisibles	
Temperatura ambiente	
• durante el funcionamiento	0 ... 60 °C
• durante el almacenamiento	-40 ... +70 °C
• durante el transporte	-40 ... +70 °C
humedad relativa del aire	
• Con 25 °C / sin condensación / durante el funcionamiento / máx.	95 %
Grado de protección IP	IP20
Diseño, dimensiones y pesos	
Forma constructiva	Box
Anchura	120 mm
Altura	117 mm
Profundidad	109 mm
Peso neto	0,5 kg
Material / de la caja	Plástico
Tipo de fijación	
• Montaje en perfil DIN de 35 mm	Sí
• montaje en pared	No
• montaje en perfil soporte S7-300	No
• Montaje en perfil soporte S7-1500	No
Características, funciones y componentes del producto / Generalidades	
Conexión en cascada con anillo redundante / en tiempo de reconfiguración < 0,3 s	50
Conexión en cascada con topología en estrella	libre (sólo depende del tiempo de propagación de la señal)
Funciones del producto / Gestión, programación, configuración	
Función del producto	
• CLI	Sí
• gestión basada en web	Sí
• Soporte de MIB	Sí
• TRAP vía Email	Sí
• configuración con STEP 7	Sí
• RMON	Sí
• Portmirroring	Sí
• Mirroring multipuerto	No
• CoS	Sí
• con IRT / Switch PROFINET IO	No
• Diagnóstico PROFINET IO	Sí
Clase de conformidad PROFINET	B
Función del producto / gestionada por switch	Sí
Longitud de telegrama / con Ethernet / máx.	1522 byte
Protocolo / soportado	
• Telnet	Sí
• HTTP	Sí
• HTTPS	Sí
• TFTP	Sí
• FTP	Sí

● BOOTP	No
● DCP	Sí
● LLDP	Sí
● EtherNet/IP	Sí
● SNMP v1	Sí
● SNMP v2	Sí
● SNMP v3	Sí
● IGMP (Snooping/Querier)	Sí
Función de Identificación y Mantenimiento	
● I&M0 - Información específica del dispositivo	Sí
● I&M1 - ID de la instalación/ID de situación	Sí
Funciones del producto / Diagnóstico	
Función del producto	
● Port Diagnostics	Sí
● Packet Size Statistics	Sí
● Packet Type Statistics	Sí
● Error Statistics	Sí
● SysLog	Sí
● diagnóstico loopback	Sí
Funciones del producto / VLAN	
Función del producto	
● VLAN - port based	Sí
● VLAN - protocol based	No
● VLAN - IP based	No
● VLAN - Dynamic	No
Funciones del producto / DHCP	
Función del producto	
● cliente DHCP	Sí
Funciones del producto / Redundancia	
Función del producto	
● redundancia de anillo	Sí
● procedimiento de redundancia HSR	Sí
● High Speed Redundancy Protocol (HRP) con gestor de redundancia	Sí
● High Speed Redundancy Protocol (HRP) con redundancia standby	No
Protocolo / soportado / procedimiento de redundancia MRP	Sí
Función del producto	
● Media Redundancy Protocol (MRP) con gestor de redundancia	Sí
● procedimiento de redundancia STP	Sí
● procedimiento de redundancia RSTP	Sí
● procedimiento de redundancia MSTP	No
● Protocolo de redundancia en paralelo (PRP)/uso en red PRP	Sí
● Protocolo de redundancia en paralelo (PRP)/Redundant Network Access (RNA)	No
● Passive Listening	Sí
Funciones del producto / Security	
Función del producto	

• IEEE 802.1x (radio)	Sí
• Broadcast/Multicast/Unicast Limiter	Sí
• Broadcast Blocking	Sí
Protocolo / soportado	
• SSH	Sí
Funciones del producto / Hora	
Función del producto	
• soporte de SICLOCK	Sí
Protocolo / soportado	
• NTP	Sí
• SNTP	Sí
Normas, especificaciones y homologaciones	
Norma	
• para FM	FM3611: Class 1, Divison 2, Group A, B, C, D / T4, CL.1, Zone 2, GP. IIC, T4
• sobre zonas EX	EN 60079-0: 2013, EN IEC60079-15: 2021, II 3 G Ex nA II T4 KEMA 07 ATEX 0145X
• para seguridad / de CSA y UL	UL 60950-1, CSA C22.2 Nr. 60950-1
• sobre zonas EX / de CSA y UL	ANSI / ISA 12.12.01, CSA C22.2 No. 213-M1987, CL. 1 / Div. 2 / GP. A, B, C, D T4, CL. 1 / Zone 2 / GP. IIC, T10
• para emisión de perturbaciones	EN 61000-6-4 (Class A)
• para inmunidad a perturbaciones	EN 61000-6-2
Normas, especificaciones y homologaciones / CE	
Certificado de aptitud / Marcado CE	Sí
Normas, especificaciones y homologaciones / Otros	
Certificado de aptitud	EN 61000-6-2, EN 61000-6-4
• C-Tick	Sí
• aplicaciones ferroviarias según EN 50155	No
• aplicaciones ferroviarias según EN 50124-1	No
• Homologación KC	Sí

3.31.9. ROUTER LAN SCALANCE S615

Dispondrá de las siguientes características:

Velocidad de transf.	
Tasa de transferencia	10 Mbit/s, 100 Mbit/s
Interfaces	
Número de conexiones eléctricas/ópticas / para componentes de red o equipos terminales / máx.	5
Número de conexiones eléctricas	
• para alimentación	1
• para alimentación redundante	1
Tipo de conexión eléctrica	
• para red interna	Puerto RJ45
• para red externa	Puerto RJ45
• para alimentación	Regleta de bornes de 5 polos
Tipo de soporte de datos intercambiable / C-PLUG	Sí
Entradas / salidas	
Número de conexiones eléctricas	
• para señales digitales de entrada	1
• para señales digitales de salida	1
Tipo de conexión eléctrica	
• para señales digitales de entrada	Bloque de bornes de 2 polos
• para señales digitales de salida	Bloque de bornes de 2 polos
Tensión de alimentación, consumo, pérdidas	
Tensión de alimentación / externa	24 V
Tensión de alimentación / externa	10,8 ... 28,2 V
Tipo de corriente / de la tensión de alimentación	DC
Corriente consumida / máx.	0,2 A
Componente del producto / protección con fusibles en entrada de alimentación	Sí
Tipo de protección / en entrada para la tensión de alimentación	Fusible no sustituible (F 2 A5 / 32 V)
Pérdidas [W]	
• con DC / con 24 V / típico	4 W
Condiciones ambientales admisibles	
Temperatura ambiente	
• durante el funcionamiento	-40 ... +70 °C
• durante el almacenamiento	-40 ... +80 °C
• durante el transporte	-40 ... +80 °C
Humedad relativa del aire / con 25 °C / sin condensación / durante el funcionamiento / máx.	95 %
Grado de protección IP	IP20
Diseño, dimensiones y pesos	
Forma constructiva	Diseño compacto

Anchura	35 mm
Altura	147 mm
Profundidad	127 mm
Peso neto	0,4 kg
Tipo de fijación	
• Montaje en perfil DIN de 35 mm	Sí
• montaje en perfil soporte S7-300	Sí
• Montaje en perfil soporte S7-1500	Sí
Funciones del producto / Gestión, programación, configuración	
Función del producto	
• CLI	Sí
• gestión basada en web	Sí
• Soporte de MIB	Sí
Protocolo / soportado	
• HTTP	Sí
• SNMP v1	Sí
• SNMP v2	Sí
• SNMP v3	Sí
Tipo de configuración	Web Based Management, CLI, SNMP, SCT (ayuda para configuración en lo que respecta a emisión de certificados)
Funciones del producto / Diagnóstico	
Función del producto	
• SysLog	Sí
• Packet Filter Log	Sí
• Audit Log	Sí
• System Log	Sí
Funciones del producto / DHCP	
Función del producto	
• cliente DHCP	Sí
• servidor DHCP - red interna	Sí
Funciones del producto / Routing	
Función del producto / IP-Routing estático	Sí
Funciones del producto / Security	
Tipo de cortafuegos	stateful inspection
Función del producto / con conexión VPN	IPsec, OpenVPN (como Client para SINEMA RC)
Tipo de algoritmos de cifrado / con conexión VPN	AES-256, AES-192, AES-128, 3DES-168, DES-56
Tipo de procedimientos de autenticación / con conexión VPN	Preshared Key (PSK), certificados X.509v3
Tipo de algoritmos Hashing / con conexión VPN	MD5, SHA-1, SHA-256, SHA-384, SHA-512
Número de conexiones posibles / con conexión VPN	20
Función del producto	
• Protección por contraseña	Sí

● limitación del ancho de banda	No
● NAT/NAPT	Sí
Funciones del producto / Hora	
Protocolo / soportado / NTP	Sí
Componente del producto / Reloj de tiempo real del hardware	Sí
Propiedad del producto / reloj de tiempo real del hardware respaldado	No
Normas, especificaciones y homologaciones	
Norma	
● para FM	FM-CoC 3021712
● sobre zonas EX	EN IEC 60079-15, EN 60079-0, II 3 G Ex nA IIC T4 Gc, KEMA 07ATEX0145 X
● para seguridad / de CSA y UL	UL E115352 (NWGQ, NGWQ7)
● para emisión de perturbaciones	EN 61000-6-4
● para inmunidad a perturbaciones	EN 61000-6-2
Certificado de aptitud	
● Marcado CE	Sí
Sociedad de clasificación naval	
● American Bureau of Shipping Europe Ltd. (ABS)	Sí
● Bureau Veritas (BV)	Sí
● DNV GL	Sí
● Korean Register of Shipping (KRS)	Sí
● Lloyds Register of Shipping (LRS)	Sí
● Nippon Kaiji Kyokai (NK)	Sí
● Polski Rejestr Statkow (PRS)	Sí
● Royal Institution of Naval Architects (RINA)	Sí
Accesorios	
Ampliación del producto / opcional / C-PLUG	Sí
Ampliación del producto / opcional / KEY-PLUG	Sí

3.31.10. ROUTER INDUSTRIAL CON TARJETA PARA COMUNICACION EN TECNOLOGIA 4G Y ETHERNET LAN.

Con objeto de comunicarse con cada una de las CPUs y al mismo tiempo enviar SMS en caso de anomalías se instalarán routers industriales modulares, la base dispondrá de las siguientes características:

General Features	
Routing	Routing capability between LAN and WAN Ethernet interface and Ethernet to serial gateway
Ethernet to Serial Gateways	MODBUS TCP to MODBUS RTU; XIP to UNITELWAY; EtherNet/IP™ to DF1; FINS TCP to FINS Hostlink; ISO TCP to PPI, MPI (S7) or PROFIBUS (S7); VCOM to ASCII.
Data Acquisition Protocols	OPC UA, MODBUS/RTU, MODBUS/TCP, Unitelway, DF1, PPI, MPI (S7), PROFIBUS (S7), FINS Hostlink, FINS TCP, EtherNet/IP™, ISO TCP, Mitsubishi FX, Hitachi EH, ASCII, BACnet/IP. Stored in 2500 internal tags
Data Publishing Protocols	OPC UA, Modbus, MQTT, SNMP
Alarms	Alarms notification by email, SMS, FTP put and/or SNMP traps. 4 Thresholds: low, lowlow, high, highhigh + deadband and activation delay. Alarm logs in http and via FTP, Alarm cycle: ALM, RTN, ACK and END
Datalogging	Internal data base for data logging (real-time logging and historical logging up to 1,000,000 timestamps). Retrieval of the database with files transferred by FTP or email
SD card reader	YES, for easy commissioning (firmware upgrade, backup, Talk2M registration).
Router	IP filtering, IP forwarding, NAT, Port forwarding, Proxy, Routing table, DHCP client/server
VPN Tunnelling	Open VPN either in SSL UDP or HTTPS
VPN Security	VPN sessions are end-to-end encrypted using SSL/TLS protocol. Communications between the remote user and the eWON are fully encrypted using the SSL/TLS protocol, thereby ensuring data authenticity, integrity & confidentiality. Indeed, all users and eWON units are authenticated using x509 SSL certificates and end-to-end traffic is encrypted using strong symmetric & asymmetric algorithms that are part of the SSL/TLS protocol cipher suite.
Programmable	Script interpreter for Basic language, Java 2 Standard Edition environment
Synchronization	Embedded real-time clock, manual setup via http or automatic via NTP
File Management	FTP client and server for configuration, firmware update and data transfer

Website	Embedded web interface with setup wizards for configuration and maintenance (no extra software needed). Authentication with login/password and session control for security. Possibility of uploading custom web GUI. Compatible with viewON web HMI.
User Flash Disk	up to 30MB available for user application
Maintenance	SNMP and/or via FTP files
Mechanicals	Din Rail or wall screw fixing system Dimensions: 133 x 122 x 55 mm (H x D x W); Weight: 280 g without extension card
Power supply	12 - 24VDC +/-20%, LPS Consumption: depending on the extension card installed (see Installation guide on our website)
Input/output	2x digital input: 0 to 12/24VDC; 1.5kV isolation 1x digital output: open drain (MOSFET) 200mA; 1.5 kV isolation
Flexy 205 base module interface	4 x RJ45 Ethernet 10/100 Mb. Configurable LAN/WAN ports, port 1 always LAN

Asociado a la base irá instalada una tarjeta 4G, que dispondrá de las siguientes características:

EU 4G LTE (FLB3204)	
Frecuencias	4G: B7(2600), B1(2100), B3(1800), B8(900), B20 (800) MHz 3G: B1 (2100), B8 (900) MHz 2G: B3 (1800), B8(900) MHz
Antenna Connector	Type SMA - Female
Antenna	Included in the delivery

3.31.11. BORNA RELE 1 CONTACTO CON FILTRO R-C Y BOTON PULSADOR.

La base dispondrá de las siguientes características:

Medidas	
Anchura	6,2 mm
Altura	80 mm
Profundidad	94 mm
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente (servicio)	-40 °C ... 55 °C
Temperatura ambiente (almacenamiento / transporte)	-40 °C ... 85 °C
Datos de entrada	
Tensión nominal de entrada U_N	24 V DC
Indicación de estado	LED
Circuito de protección	Diodo de rueda libre, diodo de protección contra inversión de polaridad, resistencia

	Diodo de rueda libre
Datos de conexión	
Denominación Conexión	Lado de entrada
Tipo de conexión	Conexión por tornillo
Longitud a desaislar	8 mm
Rosca de tornillo	M3
Sección de conductor rígido	0,14 mm ² ... 2,5 mm ²
Sección de conductor flexible	0,14 mm ² ... 2,5 mm ²
	0,2 mm ² ... 2,5 mm ² (Puntera individual)
	2x 0,5 mm ² ... 1,5 mm ² (Puntera TWIN)
Sección de conductor AWG	26 ... 14
Datos de conexión 2	
Denominación Conexión	Lado de salida
Tipo de conexión	Conexión por tornillo
Longitud a desaislar	8 mm
Rosca de tornillo	M3
Sección de conductor rígido	0,14 mm ² ... 2,5 mm ²
Sección de conductor flexible	0,14 mm ² ... 2,5 mm ²
	0,2 mm ² ... 2,5 mm ² (Puntera individual)
	2x 0,5 mm ² ... 1,5 mm ² (Puntera TWIN)
Sección de conductor AWG	26 ... 14
Generalidades	
Circuito de protección	Diodo de rueda libre, diodo de protección contra inversión de polaridad, resistencia
Color	Gris
Modo operativo	Tiempo de trabajo 100 %
Posición para el montaje	Discrecional
Indicaciones de montaje	Alineables sin separación

El relé dispondrá de las siguientes características:

Medidas	
Anchura	5 mm
Altura	28 mm
Profundidad	16 mm
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente (servicio)	-40 °C ... 85 °C
Temperatura ambiente (almacenamiento / transporte)	-40 °C ... 85 °C
Lado de excitación	
Tensión nominal de entrada U_N	24 V DC
Margen de tensión de entrada referido a U_N	ver el diagrama
Corriente de entrada típica a U_N	7 Ma
Tiempo de reacción típico	5 ms
Tiempo típico de apertura	2,5 ms
Resistencia de bobina	3390 Ω \pm 10 % (a 20 °C)
Disipación con condición nominal	0,17 W
Lado de contactos	
Tipo de contacto	1 contacto conmutado
Tipo de contacto de conmutación	Contacto simple
Material del contacto	AgSnO

Tensión de conmutación máxima	250 V AC/DC
Tensión mínima de activación	5 V (para 100 mA)
Corriente de conmutación mínima	10 mA (para 12 V)
Corriente de conexión máxima	10 A (4 s)
Corriente constante límite	6 A
Potencia de ruptura (carga óhmica) máxima	140 W (con 24 V DC)
	20 W (con 48 V DC)
	18 W (con 60 V DC)
	23 W (con 110 V DC)
	40 W (con 220 V DC)
	1500 VA (Para 250 V AC)
Capacidad de ruptura	2 A (Con 24 V, DC13)
	0,2 A (Con 110 V, DC13)
	0,1 A (Con 220 V, DC13)
	3 A (Con 24 V, AC15)
	3 A (Con 120 V, AC15)
	3 A (Con 230 V, AC15)
Carga de motor según UL 508	1/4 HP, 240 ... 277 V AC (contacto normalmente abierto)
	1/6 HP, 240 ... 277 V AC (contacto normalmente cerrado)
Generalidades	
Tensión de prueba Bobina de relé/contacto de relé	4 kV AC (50 Hz, 1 min)
Modo operativo	Tiempo de trabajo 100 %
Índice de protección	RT II (resistente a los líquidos)
Vida útil mecánica	1x 10 ⁷ operaciones
Posición para el montaje	Discrecional
Indicaciones de montaje	Alineables sin separación
Datos de conexión	
Tipo de conexión	Conexión por soldadura
Normas y especificaciones	
Normas/especificaciones	IEC 60664
	EN 50178
	EN 61810-1
Grado de polución	3
Categoría de sobretensiones	III

3.31.12. EQUIPOS DE ANÁLISIS DE VIBRACIONES

3.31.12.1. ACELERÓMETROS

Se instalarán en total 4 acelerómetros por motobomba, 2 en cada eje del motor y otros 2 en cada eje de la bomba sobre un imán (imán aportado por el instalador, de samario-cobalto). Dispondrán de las siguientes características:

Aplicación	
Aplicación	Detección de vibraciones hasta ± 25 g
Datos eléctricos	
Tensión de alimentación [V]	9 DC
Consumo [mA]	< 15
Clase de protección	III
Salidas	
Analógico	
salida de corriente [mA]	0...10
Rango de configuración/medición	
Principio de medición	Capacitivo
Rango de medición [g]	± 25
Rango de frecuencia [Hz]	0...10000
Precisión/diferencias	
Linealidad	0,2 %
Sensibilidad [mg/ $\sqrt{\text{Hz}}$]	0,2
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente [°C]	-30...100, para aplicaciones UL: máx. 80 °C
Kontakttemperatur [°C]	-20...80
Grado de protección	IP 67
Homologaciones / pruebas	
CEM	EN 61000-6-2 EN 61000-6-3 EN 50178
MTTF [años]	2661
Datos mecánicos	
Tipo de sensor	Mikroelektromechanisches System (MEMS)
Número de ejes de medición	1
Resistencia mecánica a las sobrecargas [g]	500
Aptitud para cadenas portacables	como mínimo 10 x diámetro del cable Radio de curvatura para aplicaciones flexibles:
Longitud máx. del cable del sensor [m]	250
Materiales de la carcasa	Carcasa: inox (1.4404 / 316L)
Peso [kg]	0,12

3.31.12.2. ELECTRÓNICA DE DIAGNOSTICO DE VIBRACIONES

Se instalará una electrónica por cada grupo motobomba, a la cual se cablearán los 4 acelerómetros. Dispondrán de las siguientes características:

Características del producto	
Electrónica de diagnóstico para detectores de vibraciones tipo VSA / VSP	
VSE	
Carcasa de plástico	
Conexiones tipo Combicon	
4 entradas detector 0...10 mA o IEPE	
Interfaz Ethernet TCP/IP	
Supervisión de hasta 4 puntos de medición con frecuencia predefinida en máquinas	
Memoria del histórico integrada con reloj en tiempo real	
Función de contador	
Datos eléctricos	
Tensión de alimentación [V]	24 DC \pm 20 % *)
Consumo [mA]	200; (24 V)
Clase de protección	III
Entradas y salidas	
Circuito de entrada	4 entradas dinámicas, configurables por separado: 0...10 mA o IEPE 2 entradas estáticas: 2x 0/4...20 mA o por impulsos HTL (con separación galvánica) 2 salidas digitales de alarma (PNP 100 mA) o 1 salida digital y 1 salida analógica 0/4...20/22 mA
Entradas y salidas totales	6, configurable
Entradas	
Analógico	
Entradas analógicas	0...10 mA / IEPE
Resolución [Bit]	16
Rango de configuración / medición	
Frecuencia de muestreo [kSamples]	100
Software / programación	
Memoria del histórico	Sí Entradas por objeto: mín. 346368 / máx. 881664 (en función del tamaño del objeto)
Interfaces	
Interfaz de datos	Ethernet TCP/IP
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente [°C]	0...70
Grado de protección	IP 20
Homologaciones / pruebas	

CEM	EN 61000-6-2 EN 61000-6-3 EN 50178
MTTF [años]	102
Datos mecánicos	
Longitud máx. del cable del sensor [m]	250
Materiales de la carcasa	PA
Tipo de montaje	Montaje en carril DIN
Peso [kg]	0,238

3.32. SISTEMA DE TELECONTROL

3.32.1. PUESTA EN MARCHA Y MANTENIMIENTO

Posteriormente a la instalación se procederá a su verificación mediante el adecuado protocolo de pruebas, donde se comprobará que los equipos de telecontrol de regadíos ejecutan correctamente el total de órdenes procedentes de la tabla de intercambio.

Dicho protocolo de pruebas, redactado siguiendo las directrices de la Dirección Facultativa, contendrá los distintos procedimientos de inspección para verificar el correcto funcionamiento del sistema de forma continua y robusta.

En cualquier caso, el periodo de pruebas se realizará sobre un mínimo de dos meses en el que el sistema debe funcionar de forma continua. Para verificar el correcto funcionamiento del sistema, además de la supervisión sobre los registros continuos de los ficheros de incidencias habilitados al efecto, se articularán campañas de inspección periódicas en campo para verificar el buen funcionamiento de todos los elementos de la instalación.

El mantenimiento de los equipos y sistemas de alimentación durante el periodo de garantía de la obra se encuentra incluido en el precio de los mismos. Y durante el mencionado periodo el adjudicatario deberá realiza reparación o sustitución de equipo en menos de 24 horas (durante la campaña de riego).

3.32.2. CONTROL DE CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE

Tanto las empresas fabricantes de remotas de telecontrol y baterías como del resto de elementos de control del hidrante, deben poseer el Certificado de Calidad ISO 9001, en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad competente.

Asimismo, deben cumplir lo especificado según la Norma de los sistemas de gestión ambiental ISO 14001.

Los equipos remotos deberán ser marcados de manera visible y duradera con la siguiente información:

- Identificación del fabricante
- Identificación del año de fabricación
- Marcado CE
- Marcado indicador de la clase de equipo eléctrico y electrónico con respecto a la protección contra choque eléctrico, según Norma UNE-EN 61140:2017.
- Marcado de producto que no debe ser depositado en contenedores habituales, según el Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Pasar la correspondiente validación indicada por Seiasa.

3.32.3. CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Las omisiones en el Pliego de Prescripciones Técnicas o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en él, o que por uso y costumbre deban ser realizados, no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obras, sino que, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en dicho Pliego de Prescripciones Técnicas.

3.32.4. PERIODO DE GARANTÍA

El periodo de garantía será el defindo el el pliego de prescripciones del contrato

3.32.5. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

El mantenimiento durará el mismo periodo que la garantía y cubrirá todo el software (firmware remotas, firmware armario cargador de baterías, Programa de Gestión del Telecontrol, frontales, licencias Microsoft®, etc.) incluidas las actualizaciones necesarias para su correcto funcionamiento.

El hardware del servidor y el armario cargador de baterías también serán objeto de mantenimiento.

También se incluirá la formación relativa a la gestión del telecontrol para los técnicos de la comunidad de regantes.

ÓRDENES DE LA TABLA DE INTERCAMBIO

Hay una serie de conceptos que se repiten en muchas de las órdenes teniendo en todas ellas el mismo significado por lo que se explicarán de manera general en este apartado.

3.32.5.1. TIEMPOS DE LECTURA, ALMACENADO Y ENVÍO

Siempre que se esté configurando una alarma, evento o elemento de control aparecerán tres valores de tiempo que se corresponden con el tiempo entre lecturas para comprobación de alarmas, el tiempo para la generación del histórico, que estará almacenado en la memoria de la tarjeta, y otro tiempo para la comunicación de ese dato al centro de gestión. Los tiempos para la generación de históricos y los tiempos de comunicación estarán condicionados por un campo que indicará si se quiere o no guardar históricos y si se quiere o no enviar datos.

Para definir cada una de estas lecturas se indicará el intervalo en minutos en que se van a realizar dichas lecturas siendo este siempre un valor exacto, es decir, múltiplos de 1 minuto:

60 minutos	Cada hora en punto
30 minutos	Cada hora en punto y a las medias horas
15 minutos	Cada hora en punto y en los cuartos de hora
10 minutos	Cada hora en punto y cada 10 minutos
5 minutos	Cada hora en punto y cada 5 minutos
1 minuto	Cada hora en punto y cada minuto

En el caso de que coincidiesen los tiempos de guardado en el histórico y de envío de dato al centro de gestión solo se generará un único registro en la memoria de la tarjeta ya que el dato será el mismo.

Todo dato que tenga que enviarse al centro de gestión será almacenado en la tarjeta para su posterior envío en el momento en que se realice una comunicación con dicho centro de gestión.

Habilitar y deshabilitar elementos de control y alarmas

Todos los elementos de control y alarmas se podrán habilitar y deshabilitar de manera independiente mediante el parámetro ACTIVO ubicado en su configuración. En caso de desactivarse un dispositivo, no se generarán eventos ni alarmas asociados al mismo.

Alarmas y finales de alarma

Las alarmas de cualquier tipo se darán una sola vez, aunque en el tiempo se siga produciendo la condición de alarma, es decir, se considera que la alarma sigue activa mientras no se produzca un final de alarma; de la misma forma que no se dan avisos de fin de alarma continuados cada vez que todo funciona de manera correcta.

Tanto las alarmas como los fines de alarma serán gestionados de manera conjunta para asegurar la trazabilidad de las alarmas.

Los parámetros de las órdenes de alarma y fin de alarma tendrán siempre el mismo contenido: FECHA - HORA - VALOR - PRIORIDAD. Con esto se indica la fecha y hora a la que se produjo la alarma (este tiempo es marcado por la remota, NUNCA por el frontal), el valor de la alarma y la prioridad que tiene asociada esa alarma en su configuración.

Lecturas de configuración

Todas las órdenes de configuración tendrán asociadas una orden de lectura de dicha configuración y una respuesta por parte del terminal remoto o del frontal (prioridad 70), con una orden que será igual a la de la configuración.

Lecturas de estado

Todas las lecturas del estado de un elemento de control se refieren a una lectura directa en el momento en que se produce dicha petición, excepto si se envía con nivel de prioridad 70, que responderá con el valor que tenga almacenado en el frontal y tendrá como parámetros la fecha y hora a la que se produce la lectura y el valor de la misma.

3.33. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO GENERALES

Para el transporte y almacenamiento de los distintos elementos que forman parte del presente proyecto y que no se analizan específicamente en el presente pliego, se tendrá en cuenta lo especificado a continuación: el fabricante embalará y/o protegerá los distintos elementos que suministre, contra los posibles daños mecánicos y la entrada de sustancias extrañas durante la manipulación, el transporte y el almacenamiento.

3.34. EJECUCIONES GENERALES

En las ejecuciones de las obras de este Proyecto no analizadas específicamente en este Capítulo, se estará a las normas de buena práctica constructiva, la legislación vigente en el momento de ejecución de las mismas y a las instrucciones que dé la Dirección de Obra.

3.35. ENSAYOS Y PRUEBAS DE LOS MATERIALES

No se procederá al empleo de los materiales sin que antes sean examinados y aceptador por la Dirección de Obra, previa realización en su caso de las pruebas y ensayos previstos en este Pliego, los cuales siempre que sea posible, se realizarán en Laboratorios acreditados.

Todos los gastos de las pruebas y ensayos necesarios para definir las cualidades de los materiales de este Pliego de Condiciones y garantizar el cumplimiento de las especificaciones definidas en el mismo, serán abonados por el Contratista.

3.36. CASO EN QUE LOS MATERIALES NO SEAN DE RECIBO

Podrán desecharse todos aquellos materiales que no cumplan las condiciones exigidas en el presente Pliego de Condiciones, ateniéndose el Contratista a lo que por escrito le ordene la Dirección de Obra.

3.37. ORDEN DE LOS TRABAJOS

La marcha simultánea o sucesiva de la construcción de las diversas partes de la obra, será objeto del estudio por el Contratista y culminará en una propuesta a la Dirección de la Obra para recabar la preceptiva autorización.

Si la Dirección estimase que debe procederse a la simultaneidad de varias actividades, el Contratista vendrá obligado al estudio de un nuevo plan que permita la simultaneidad antes aludida.

En todo caso, la contrata deberá someter a la Dirección de Obra el Plan de ejecución que se propone seguir para su aceptación, ateniéndose al mismo una vez aceptado.

3.38. CARTEL DE OBRA

La instalación de los carteles de obra correrá a cargo del Contratista y cumplirá con lo especificado por la Dirección de Obra en cuanto a contenido y dimensiones.

La ubicación de los mismos será acordada con la Dirección de Obra, al comienzo de la ejecución de la misma.

En los paneles informativos de la obra se dejará claramente patente el plazo de ejecución de la actuación para representar el carácter temporal de las molestias ocasionadas.

El número de carteles a instalar será hasta un máximo de cuatro y deberán permanecer instalados durante el plazo de ejecución y garantía de la obra, hasta la recepción definitiva de la misma. Una vez finalizado este periodo, será responsabilidad del contratista la retirada de los mismos. JCyL no devolverá las garantías de obra depositadas por la constructora hasta que se verifique su retirada.

Será responsabilidad del contratista además el correcto mantenimiento de los mismos durante el período en el que han de estar instalados, debiendo subsanar cualquier deterioro que sufran los mismos.

3.39. GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

En relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en obra:

Gestión de residuos de construcción y demolición

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la lista establecida en la 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 lista de residuos, según especifica el artículo 6 de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas por la Junta de Castilla y León mediante contenedores o sacos industriales apropiados.

Certificación de los medios empleados

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad de los certificados de los contenedores empleados, así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas.

■ Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

■ Con carácter Particular

Para los derribos: se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares...para las partes o elementos peligrosos, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes

Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles...).

Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan.

El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 m³, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos

El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15 cm a lo largo de todo su perímetro.

En los mismos deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor / envase.

Esta información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.

En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.

Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.

En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados.

La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización autonómica, asimismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en el registro pertinente

Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos

La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales

Asimismo, los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.

Para el caso de los posibles residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligrosos o no peligrosos.

En cualquier caso, siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto.

Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros.

Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos

Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.

4. CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las omisiones en el Pliego de Especificaciones Técnicas o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en él, o que por uso y costumbre deban ser realizados, no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obras, sino que, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en el Pliego de Especificaciones Técnicas.

5. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

5.1. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

5.1.1. NORMAS GENERALES

El Contratista tendrá derecho al abono de la obra que realmente ejecute, con arreglo a los precios convenidos.

Las mediciones de las obras y de los materiales en unidades están establecidas en el Cuadro de Precios.

Los trabajos se abonarán tomando como base las dimensiones fijadas en el Proyecto, aunque las medidas de control arrojen cifras superiores. Por lo tanto, no serán de abono los excesos de obra que, por si conveniencia, errores u otras causas, ejecute el Contratista. Sólo en caso de que el Director de Obra hubiese encargado por escrito mayores dimensiones de las que figuran en el Proyecto, se tendrán en cuenta en la valoración.

5.1.2. VALORACIÓN DE LA OBRA

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el Contratista.

Todas las unidades de obra de instalación de tuberías llevan incluidas las pruebas de las mismas (medios humanos, maquinaria, agua o fluido de prueba, elementos de medida, tapones tanto de final de línea como de extremos de tramos, topes, dados de anclaje, celosía de transmisión de esfuerzos de extremos hasta dichos dados de anclaje, etc). Hasta que éstas no estén realizadas satisfactoriamente, la unidad de obra no será tal al no estar completa, por lo que tampoco será de abono metro alguno de las mismas mediante certificación. Será potestad única de la Dirección de Obra, en función del ritmo de consecución de pruebas previas con resultado satisfactorio por parte de la constructora, el establecimiento de un % de abono de las unidades de obra o material de las mismas correspondientes.

5.1.3. MEDICIONES PARCIALES Y FINALES

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del Contratista o de su representación legal. En caso de no haber conformidad lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

5.1.4. EQUIVOCACIONES EN EL PRESUPUESTO

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, o que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas. No tiene derecho a reclamación alguna.

Si, por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

5.1.5. VALORACIÓN DE OBRA INCOMPLETAS

Cuando por consecuencia de rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

5.1.6. CERTIFICACIONES

La Dirección, tomando como base las mediciones de las unidades de obra ejecutadas a que se refiere el apartado 5.1 y los precios contratados, redactará mensualmente la correspondiente relación valorada al origen.

El Ingeniero Director de las Obras expedirá y tramitará las certificaciones, en los diez días siguientes del periodo a que corresponden, tomando como base la relación valorada.

5.1.7. ANUALIDADES

Las anualidades de inversión previstas para las obras se establecerán de acuerdo con el ritmo fijado para la ejecución de las mismas.

El Contratista podrá desarrollar los trabajos con rapidez, previa autorización del Ingeniero Director, pero no podrá percibir en cada año, una cantidad de dinero mayor que la consignada en la anualidad correspondiente.

El Ingeniero Director podrá exigir las modificaciones necesarias en el Programa de Trabajos, de forma que la ejecución de las unidades de obra que deben desarrollarse sin solución de continuidad no se vea afectada por la aceleración de parte de dichas unidades.

5.1.8. PRECIOS UNITARIOS

Los precios unitarios, que se definen en los “Cuadros de Precios” del presente Proyecto, y que son los de aplicación a las correspondientes unidades de obra para abono al Contratista, cubren todos los gastos necesarios para la completa ejecución material de la Unidad de Obra correspondiente, de forma que ésta pueda ser recibida por la Administración, incluidas todas las operaciones, mano de obra, materiales y medios auxiliares que fuesen necesarios para la ejecución de cada unidad de obra.

Asimismo, quedan incluidos todos los gastos que exige el presente PPTP, y del PG-4/88 de Orden de 21 de enero de 1.998 (B.O.E. del 3 de febrero), con sus modificaciones posteriores.

5.1.9. PARTIDAS ALZADAS

Será de aplicación lo estipulado en la Cláusula nº 52 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado.

5.1.10. TOLERANCIAS

En el presente P.P.T.P. no se prevén ningún tipo de tolerancias en las mediciones de las unidades de obra, en general y, por tanto, cualquier exceso de obra que no haya sido autorizado por el Ingeniero Director no será de abono.

5.1.11. DESBROCE

Este artículo se refiere a la aplicación del precio correspondiente al desbroce del manto vegetal.

El despeje y desbroce de la explanación se medirá por metros cuadrados realmente desbrozados y se abonará por los metros cuadrados (m²) realmente ejecutados medidos sobre el terreno.

El precio comprende las operaciones de despeje, desbroce y excavación de todo tipo de vegetación y tierras, incluidos en el primer estrato de suelo hasta una profundidad libre de materia orgánica. El precio no incluye la carga y el transporte de dichos productos a vertedero o al lugar de acopio que indique el Ingeniero Director de las Obras ni el arranque de árboles, tocones y raíces de mayores dimensiones.

En caso de que el Contratista vea conveniente quemar todo o parte del material resultante, lo podrá hacer sin que ello sea inconveniente para cumplir el párrafo anterior con los restos.

5.1.12. EXCAVACIONES Y DESMONTES

La medición de los desmontes, excavación para cimientos de obras de fábrica y excavaciones en zanjas, se refieren al volumen de metros cúbicos ocupados por el material excavado antes de ser removido y se calculará por diferencia entre los perfiles tomados antes de iniciarse las obras y los perfiles finales. Los excesos en las excavaciones que realice el Contratista sin la debida autorización de la Dirección de Obra, no serán de abono y deberá rellenarlos a su costa, de acuerdo con las órdenes de la Dirección de Obra, en cada caso.

En el precio de las excavaciones queda incluida, además de la colocación de los productos sobrantes en los lugares apropiados, el refino de los taludes de las excavaciones que deban quedar vistas.

Las excavaciones efectuadas se abonarán por metros cúbicos (m³) deducidos a partir de las secciones teóricas en planta, más los excesos inevitables autorizados y de la profundidad realmente calculada.

En los precios de la excavación, están incluidos todos los gastos originados por las operaciones que a continuación se indican:

- La excavación propiamente dicha.
- El empleo de explosivos, si fuese necesario puntualmente.
- Las entibaciones y apuntalamientos necesarios.
- Los agotamientos de agua.
- La carga y descarga de los productos de excavación.
- El transporte de éstos, hasta límites fijados por la Dirección de Obra.
- El deposito de terraplenes, rellenos, caballeros o vertederos y su acondicionamiento.
- El refino de taludes de desmonte, saneo de rocas y apeos con obra de fábrica si fuese necesario.
- La formación de retallos, dientes, plataformas y toda preparación de la superficie, de acuerdo con las prescripciones de este Pliego, o en su defecto, la Dirección de Obra.
- Los andamios, escalas y demás elementos necesarios para mantener el acceso a las excavaciones durante los trabajos hasta su recepción definitiva.

Se entenderán siempre incluidos en los precios unitarios de las excavaciones, todas las cunetas, canalones, pozos de recogida de aguas y todos los gastos de instalación, mantenimiento y retirada de las bombas y tuberías necesarias para mantener en seco las excavaciones.

El precio total que figura en el Cuadro de Precios, no sufrirá modificación, cualquiera que resulte ser la distancia de transporte en cualquier fase de la obra, ni por razón puramente de recorrido, ni por razón de pendiente en las rampas de acceso a vertedero.

Entran en los precios de las excavaciones toda clase de protecciones necesarias para evitar daños a las obras ejecutadas y a cualquier instalación de la Administración o de terceros, así como las medidas de seguridad necesarias o convenientes, para evitar riesgos al personal que pueda transitar en la zona de alcance de las piedras proyectadas por los explosivos. El precio se aplicará sea cual sea el tipo de terreno a excavar sin que el Contratista pueda argumentar dureza del mismo para conseguir ningún tipo de aumento.

Los planos de construcción definirán los taludes de los cortes de las excavaciones: Todo exceso de excavación sobre los límites marcados en los Planos o en su defecto por la Dirección de Obra no será abonado al Contratista, el cual está obligado a rellenar a su costa, el sobrancho de excavación con la clase de obra de fábrica que la Dirección de Obra ordene.

En el precio de las excavaciones a cielo abierto en explanaciones está incluido el costo de la compactación de la explanada, hasta conseguir cumplir las especificaciones marcadas para ésta en el Presente Pliego de Prescripciones y en el documento de Planos.

5.1.13. RELLENOS Y TERRAPLENES

La medición de los rellenos y terraplenes será en metros cúbicos (m³) de relleno y terraplén consolidado y terminado y se establece por diferencia entre el perfil del terreno primitivo y el de la sección de relleno terminada.

Sólo se abonarán volúmenes entre perfiles completamente terminados y compactados.

En el precio del metro cúbico (m³) de relleno y terraplén está incluida la selección de productos de desmonte, la extensión, humectación y compactación y cuando no se realice el terraplén con productos de desmonte, están incluidas, además, todas las operaciones y gastos necesarios para excavar, cargar y transportar el producto necesario hasta el lugar de su empleo.

5.1.14. ZAHORRA

La zavorra se abonará por aplicación del precio definido en el Cuadro de Precios Nº 1 a los metros cúbicos (m³) realmente ejecutados, deduciendo la medición mediante medida de la superficie ejecutada por el espesor medio que se deduce de los ensayos realizados de control de cada lote.

En el precio se incluye: transporte de la zavorra, extendido y nivelado con medios mecánicos, regado y compactado en tongadas menores de 25 cms, hasta alcanzar el 98 % del Proctor modificado.

5.1.15. TUBERÍAS

Se abonarán por metro lineal a los precios del Cuadro de Precios nº 1.

Se entiende por metro lineal de tubería de diversos diámetros y clases, la longitud correspondiente a estas unidades de obra medida según las distancias a origen del perfil longitudinal, medida en proyección horizontal, completamente colocada y probada de acuerdo con las mediciones del presente Pliego.

Están incluidos en los precios del Cuadro de Precios nº 1 la adquisición de material, con las piezas especiales necesarias incluidas, (piezas en T, codos, reducciones, manguitos y otros), su transporte a obra, su colocación, juntas y pruebas, en las condiciones ya especificadas en este Pliego.

5.1.16. VÁLVULAS Y VENTOSAS

Se abonarán por unidad realmente colocada en obra, según los Planos y especificaciones del presente Proyecto.

En el precio se incluyen todos los materiales y operaciones necesarias para su correcta colocación y prueba sujeta a la aprobación de la Dirección de Obra.

5.1.17. CALDERERÍA

La calderería se abonará por su peso en kilogramos (kg) al precio que fije el presupuesto. Para ello se empleará el plano de fabricación remitido por el taller fabricante en el que se pueda comprobar lo fabricado y luego en obra lo montado en obra.

5.1.18. HORMIGONES

Se entiende por metro cúbico (m³) de cualquier clase de hormigón, un metro cúbico (1 m³) de obra completamente terminada, de acuerdo con lo ordenado en este Pliego, cualquiera que sea la procedencia de los materiales que en dichas fábricas se empleen.

La cubicación para abonos de obras de fábrica se calculará según los Planos del Presente Proyecto.

En los precios de las distintas clases de hormigón están incluidos el cemento, el aditivo, en su caso, el vibrado, así como todas las operaciones de preparación, transporte, ejecución, curado y terminación. También quedan incluidos los encofrados necesarios.

5.1.19. LOSAS PREFABRICADAS

Las losas prefabricadas se abonarán por su longitud medida directamente al precio que fije el presupuesto por metro lineal. Estarán incluidas en dicho precio unitario todas las operaciones, medios auxiliares, transporte y colocación, incluso las operaciones necesarias de preparación de la superficie o lecho de asiento.

Estarán igualmente incluidos en el precio, el coste del transporte y lanzamiento de las losas, así como la preparación de acceso, plataforma de trabajo, etc.

5.1.20. 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 Nº 1.

El encofrado se clasificará, a efectos de abono, de acuerdo con la situación dentro de las obras atendiendo a 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, el desencofrado y la retirada.

5.1.21. ACERO EN ARMADURAS, COLOCADO

La medición del acero en armaduras se realizará por la suma de las longitudes de las armaduras desarrolladas de las barras empleadas, clasificadas según su diámetro, transformando a las longitudes resultantes en kilogramos de peso, mediante la relación que para cada diámetro existe entre aquellas dos magnitudes.

Sólo se abonarán las armaduras realmente colocadas en obra. En el precio quedan incluidos los materiales que se empleen en la sujeción de las armaduras y la mano de obra necesaria para emplearlos, recortes, solapes y despuntes no indicados expresamente en los planos y la mano de obra necesaria para realizarlos.

5.1.22. ACERO EN PERFILES LAMINADOS, COLOCADO

La medición del acero en perfiles laminados se realizará transformando las longitudes colocadas en kilogramos de peso, mediante la relación que para cada perfil existe entre aquellas dos magnitudes.

En el precio quedan incluidos los materiales empleados en sujeción, soldaduras, remates, solapes y la mano de obra necesaria para realizarlos.

5.1.23. ACERO EN PERFILES ANGULARES Y EN CHAPA

Se abonará por Kilogramos (kg) de acero, medidos por pesada de báscula oficial y en el precio se incluyen todos los elementos de unión y secundarios necesarios para su colocación y especialmente en la chapa, el tratamiento especial anticorrosivo que se define en el presente Pliego.

En caso de que fuera difícil o imposible la realización de las pesadas, se abonará mediante medición teórica, teniendo en cuenta las siguientes prescripciones:

- La longitud de las piezas lineales de un determinado perfil se multiplicará por el peso unitario respectivo, que se reseña en las normas UNE.
- Para el peso de la chapa, se tomará como peso específico del acero, siete kilogramos ochocientos cincuenta gramos por decímetro cúbico (7,850 kg/dm³).

5.1.24. ESTRUCTURA METÁLICA

La estructura metálica se abonará por su peso en kilogramos (kg) al precio que fije el presupuesto. Para ello se empleará el plano de fabricación remitido por el taller fabricante bien en Tekla o software similar en el que se pueda comprobar lo fabricado y luego en obra lo montado en obra.

5.1.25. MALLAS ELECTROSOLDADAS

En el caso del acero en mallazo electrosoldado se medirá por metro cuadrado (m²) previsto en planos y/o mediciones debidamente autorizadas y se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios N° 1 del Presupuesto incluyendo colocación, pérdidas, despuntes, atados, separadores, rigidizadores y soportes.

5.1.26. CHAPA ESTRIADA DE ACERO EN TAPAS DE ARQUETAS

Se abonará por metros cuadrados (m²) realmente colocados, con el espesor mínimo indicado en el presente Proyecto, en las condiciones de servicio determinadas por la Dirección de Obra, incluyendo todos los elementos de anclaje y cierre necesarios, y las operaciones precisas para su correcta ejecución y buen funcionamiento.

5.1.27. FÁBRICA DE LADRILLO

La medición y abono de las fábricas de ladrillos o bloque en muros y muretes se realizarán por metros cuadrados (m^2), teóricos, de acuerdo con los planos, o por metros cuadrados (m^2) realmente ejecutados, si existiera diferencia de éstos, tanto en más como en menos, habiendo sido autorizados por el Director de Obra.

A la medición así obtenida, le será de aplicación el precio correspondiente del Cuadro de Precios N° 1. 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 Dirección 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.

No se contabilizarán, a efectos de medición los metros cuadrados (m^2) ejecutados por error, negligencia o conveniencia del Contratista, que no hayan sido autorizados por el Director de la 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 Dirección Facultativa, no supondrá variación alguna en el importe de abono que figure en el Cuadro N° 1.

5.1.28. FORJADOS DE HORMIGÓN ARMADO

Se medirá por metro cuadrado (m^2) de superficie ejecutada entre caras interiores de muros o vigas de apoyo, descontando huecos de cualquier tipo, incluyendo encofrado y desencofrado, vertido, vibrado y medios auxiliares. Se seguirán los criterios reflejados en las mediciones. Se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios N° 1 del Presupuesto.

5.1.29. MEDICIÓN Y ABONO DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

El pavimento de hormigón completamente terminado, incluso la preparación de la superficie de apoyo, se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios N° 1 del Presupuesto por metros cúbicos (m^3) o en metros cuadrados (m^2) realmente ejecutados, medidos en obra.

5.1.30. CUBIERTAS

La medición y valoración se efectuará por metro cuadrado (m²) de superficie de cubierta realmente ejecutada en proyección horizontal, que es el criterio expuesto en los enunciados contenidos en cada partida que constituye la medición o presupuesto, en los que se definen los diversos factores contabilizados (tipo de chapa o panel para la formación del faldón y cobertura, tipo de protección industrial de las chapas, parte proporcional de solapes, accesorios de fijación, piezas especiales, encuentros con paramentos, empleo de medios auxiliares y elementos de seguridad, etc.) para dejar totalmente terminada la unidad de acuerdo con las prescripciones del proyecto y en condiciones de servicio. En particular, en el precio del metro cuadrado, quedan incluidos los solapes de láminas, tanto de superficies horizontales como de verticales. Se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios N° 1 del Presupuesto.

5.1.31. BAJANTES, CANALONES Y VIERTEAGUAS

La medición de las limas, vierteaguas y canalones se efectuará por metro lineal de cada clase y tipo, aplicándose el precio asignado en el cuadro correspondiente del presupuesto. En este precio se incluye, además de los materiales y mano de obra, todos los medios auxiliares y elementos que sean necesarios hasta dejarlos perfectamente terminados.

En los precios de los tubos y piezas que se han de fijar con grapas, se considerarán incluidas las obras oportunas para recibir las grapas, éstas y la fijación definitiva de las mismas.

Todos los precios se entienden por unidad perfectamente terminada, e incluidas las operaciones y elementos auxiliares necesarios para ello.

Tanto los canalones como las bajantes se medirán por metro lineal totalmente instalado y por su desarrollo todos los elementos y piezas especiales, de tal manera, que en ningún caso sea preciso aplicar más precios que los correspondientes al metro lineal de canalón y bajante de cada tipo, incluso a las piezas especiales, bifurcaciones, codos, etc., cuya repercusión debe estudiarse incluido en el precio medio del metro lineal correspondiente.

La valoración de registros y arquetas se hará por unidad, aplicando a cada tipo el precio correspondiente establecido en el cuadro del proyecto. En este precio se incluyen, además de los materiales y mano de obra los gastos de excavación y arrastre de tierras, fábricas u hormigón necesarios y todos los medios auxiliares y operaciones precisas para su total terminación.

5.1.32. CARPINTERÍA DE MADERA

La medición y valoración de puertas, ventanas y entablados de madera, se efectuará por metro cuadrado (m²) de carpintería o superficie del hueco a cerrar, totalmente terminada, medido en el paramento en que presente mayor dimensión, incluyendo cercos, herrajes de colgar y seguridad y demás elementos auxiliares necesarios para su completa colocación, sellado, protección durante las obras y limpieza final. No se incluyen persianas, pintura, lacado o barniz, ni acristalamientos.

5.1.33. CARPINTERÍA METÁLICA

La medición y valoración se realizará por unidad de puerta, realizada con perfiles de acero, indicando características de los perfiles y, en su caso, el tipo de tratamiento de los mismos. Se incluirá en el precio el corte, la elaboración, montaje, sellado de uniones y limpieza, así como cualquier otro elemento u operación necesaria para dejar la puerta en condiciones de uso. Indistintamente, se podrá realizar la medición y valoración por metro cuadrado (m²) de puerta o superficie del hueco a cerrar, considerando e incluyendo los conceptos indicados. Se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios N°1 del Presupuesto.

Para el caso de ventanas metálicas de aluminio, la medición y valoración se realizará por unidad de ventana, para recibir acristalamiento, realizada con perfiles de aluminio, indicando características de los perfiles y anodizado o tipo de tratamiento de los mismos. Se incluirá en el precio el corte, la elaboración, montaje, sellado de uniones y limpieza según NTE-FCL, así como cualquier otro elemento u operación necesaria para dejar la ventana en condiciones de uso.

Alternativamente, se podrá realizar la medición y valoración por m² de ventana o superficie del hueco a cerrar, considerando e incluyendo los conceptos indicados.

Se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios N° 1 del Presupuesto.

5.1.34. ELEMENTOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Se abonarán las unidades según el valor que en el Cuadro de Precios figure para el respectivo elemento, que sean realmente ejecutadas, deducidas de los planos del Proyecto o medidas con arreglo a las modificaciones que fueron ordenadas por escrito, durante la ejecución de los trabajos por el facultativo Director de Obra.

5.1.35. PINTURAS Y BARNICES

Se medirá y abonará al precio del Cuadro de Precios N° 1 por metro cuadrado (m²) de superficie real pintada, efectuándose la medición de acuerdo con las formas siguientes:

- Pintura sobre muros, tabiques, techos: se medirá descontándose huecos. Las molduras se medirán por su superficie desarrollada.
- Pintura o barnizado sobre carpintería: se medirá a dos caras incluyéndose los tapajuntas.
- Pintura o barnizado sobre zócalos y rodapiés: se medirá por ml.
- Pintura sobre ventanales metálicos: se medirá a dos caras.
- Pinturas sobre persianas metálicas: se medirán a dos caras.
- Pintura sobre capialzados: se medirá por ml. indicando su desarrollo.
- Pintura sobre reja y barandillas: en los casos de no estar incluida la pintura en la unidad a pintar, se medirá a una sola cara. En huecos que lleven carpintería y rejas, se medirán independientemente ambos elementos.
- Pintura sobre elementos: se medirá por elementos si no queda incluida la pintura en la medición y abono de dicha unidad.
- Pintura sobre tuberías: se medirá por ml. con la salvedad antes apuntada.

En los precios unitarios respectivos, está incluido el coste de los materiales; mano de obra, operaciones y medios auxiliares que sean precisos para obtener una perfecta terminación, incluso la preparación de superficies, limpieza, lijado, plastecido previos a la aplicación de la pintura, protección de elementos existentes contra las manchas, calefactores, compresores, andamiajes (cualquiera que sea su envergadura) y la aplicación del número de capas según especificación del artículo correspondiente del PPTP y Planos, todo ello efectuado por un profesional de la pintura industrial debidamente acreditado ante la Dirección Facultativa.

5.1.36. ENLOSADOS SOBRE HORMIGÓN

Los enlosados se abonarán por metros cuadrados (m²) de superficie de pavimento construido, medidos en los planos. El precio unitario incluye, además del suministro y colocación de las losas, el mortero y la lechada, así como todas las operaciones necesarias para la correcta terminación del pavimento.

5.1.37. VALLA DE CERRAMIENTO

Se abonará al precio del Cuadro de Precios N° 1, por metros lineales (ml) realmente ejecutados y medidos en la obra. En el precio se incluyen la malla, tubos de acero galvanizado de sostenimiento y anclaje, excavación y hormigonado de las bases, y todas aquellas maniobras, como desbroce y limpieza del terreno, necesarias para la completa colocación y terminación.

5.1.38. PUENTE GRÚA

Se medirá por unidad (ud.) de puente grúa realmente colocado, instalado según indicación en los planos, conectado al suministro energético, probado y puesto en funcionamiento. Se abonará a los precios indicados en el Cuadro de Precios N° 1 del Presupuesto. En el precio se incluyen todas las operaciones necesarias para la colocación con las condiciones estipuladas en el presente PPTP. Asimismo, quedan incluidos todos los medios auxiliares, maquinaria y mano de obra necesarios para la correcta ejecución de esta unidad de obra.

5.1.39. ELEMENTOS METÁLICOS VARIOS

Los elementos metálicos varios, como rejillas, enrejados metálicos de cubrición, escaleras de pates, etc. se abonarán por el peso efectivo que resulte, fijándose este contradictoriamente entre la Dirección de Obra y el Contratista, pesando el material directamente.

No obstante, lo establecido en el párrafo anterior, el Contratista no tendrá derecho a que se le abone el peso real de los materiales metálicos cuando no excedan del dos por ciento (2%) del que se calcule, aplicando la densidad ($7,85 \text{ Kp/dm}^3$) correspondiente de dichos materiales al volumen deducido de las dimensiones fijadas para las distintas piezas en el proyecto. Si el exceso entre el peso real y el calculado fuese mayor del dos por ciento (2%) y menor del seis por ciento (6%), se abonará al adjudicatario el peso calculado aumentando en el cuatro por ciento (4%).

Los precios del kilogramo (kg) de los diversos materiales metálicos que figuran en el Cuadro n° 1, comprenden el costo de adquisición y toda clase de gastos hasta su colocación en obra, montaje y materiales necesarios para instalación y pintura.

5.1.40. OTRAS FÁBRICAS

Se abonarán las unidades según el valor que en el Cuadro de Precios figure para la respectiva fábrica, que sean realmente ejecutadas, deducidas de los planos del Proyecto o medidas con arreglo a las modificaciones que fueron ordenadas por escrito, durante la ejecución de los trabajos por el facultativo Director de Obra.

5.1.41. MARCAS VIALES

Para su medición y abono se aplicará el artículo 700 del PG-3.

5.1.42. SEÑALES DE CIRCULACIÓN

Para su medición y abono se aplicará el artículo 701 del PG-3.

5.2. ACOPIOS

A solicitud de la Contrata son abonables a los precios de material a pie de obra, que figure en el Proyecto, las armaduras y todos aquellos materiales que, ni por la acción de los agentes exteriores, ni por el transcurso del tiempo, ni por cualquier imprevisto, puedan sufrir daño o modificación de las condiciones que deban cumplir. Para la valoración, se tomará solo el porcentaje que establezca la Dirección de Obra, en función del riesgo de deterioro. Este porcentaje no superará nunca el 75 %.

Para realizar dicho abono será necesaria la constitución previa del correspondiente aval, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento General de Contratación.

5.3. OTROS GASTOS DE CUENTA DEL CONTRATISTA

Serán de cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas; los de construcción, desmontaje y retirada de construcciones auxiliares, los de alquiler o adquisición de terrenos para depósito de maquinaria o materiales; los de protección de materiales y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes; los de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras; los de construcción y conservación de caminos provisionales para desvíos de tráfico y servicio de las obras; los debidos a la ejecución de desagües, colocación de señales de tráfico, señalización de seguridad y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de la obra de acuerdo con la legislación vigente; los de retirada total al finalizar la Obra; los provocados por la acometida, instalación y consumo de energía eléctrica, agua o cualquier otro concepto similar, que sea necesario para las obras; los de demolición de las instalaciones provisionales; los de retirada de los materiales rechazables; los provocados por la corrección de deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos, pruebas o por dictamen del Ingeniero Director.

Igualmente serán de cuenta del Contratista los gastos originados por los ensayos de materiales y los de control de calidad de las obras, con los límites legales establecidos.

Serán de cuenta del Contratista la elaboración y correspondiente pago de los proyectos que haya que realizar para conseguir los permisos para la puesta en marcha de las instalaciones, entendiéndose que dichos pagos van incluidos en las unidades de obra correspondientes.

Serán de cuenta del Contratista la indemnización a los propietarios de los derechos que les correspondan y todos los daños que se causen en la explotación de canteras, la extracción de tierras para la ejecución de terraplenes, el establecimiento de almacenes, talleres o depósitos, los que se originen con la habilitación de caminos y vías provisionales para el transporte, en general, cualquier operación que se derive de la propia ejecución de las obras.

También serán a cuenta del Contratista las indemnizaciones a que hubiere lugar por perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de accidentes debidos a una señalización o protección insuficiente o defectuosa, así como los gastos de vigilancia para el perfecto mantenimiento de las medidas de seguridad.

Asimismo serán de cuenta del Contratista las indemnizaciones a que hubiera lugar por perjuicios que se ocasionen a terceros por interrupción de servicios públicos a particulares, daños causados en sus bienes por aperturas de zanjas, desvíos de cauces, explotación de préstamos y canteras, establecimiento de almacenes, talleres, depósitos de materiales, maquinaria y cuantas operaciones requieran la ejecución de las obras.

En los casos de rescisión de contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, serán de cuenta del Contratista los gastos originados por la liquidación, así como los de retirada de los medios auxiliares empleados o no en la ejecución de las obras.

5.4. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Según el Art 242.3 de la ley 9/2017 de contratos del sector publico, si se establecen modificaciones que supongan la introducción de unidades de obra no previstas en el proyecto o cuyas características difieran de las fijadas en este, y no sea necesario realizar una nueva licitación, los precios aplicables a las mismas serán fijados por la Administración, previa audiencia del contratista por plazo mínimo de tres días hábiles. Cuando el contratista no aceptase los precios fijados, el órgano de contratación podrá contratarlas con otro empresario en los mismos precios que hubiese fijado, ejecutarlas directamente u optar por la resolución del contrato conforme al artículo 211 de dicha Ley.

Según la Cláusula 60 de la Sección 1ª de Modificación en la Obra del Capítulo IV del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, si se juzga necesario emplear materiales o ejecutar unidades de obra que no figuran en el presupuesto del presente proyecto, la propuesta del Director sobre los nuevos precios a fijar se basará, en cuanto resulte de aplicación, en los costes elementales fijados en la

descomposición de los precios unitarios integrados en el contrato y, en cualquier caso, en los costes que correspondiesen a la fecha en que tuvo lugar la licitación del mismo. Los nuevos precios, una vez aprobados por la Administración, se considerarán incorporados, a todos los efectos, en los cuadros de precios del proyecto que sirvió de base para el contrato.

6. PLIEGO DE CONDICIONANTES TÉCNICAS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS

6.1. PRESCRIPCIONES CON CARÁCTER GENERAL

6.1.1. PRODUCTOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

El productor de RCD está obligado por el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, a incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, con el contenido previsto en el artículo 4 del RD 105/2008.

También está obligado a disponer de la documentación que acredite que los RCD realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el RD 105/2008 y, en particular, en el estudio de gestión de residuos de la obra o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

También se establece la obligación, en el caso de obras de demolición, reparación o reforma, de hacer un inventario de los residuos peligrosos que se generen, proceder a su retirada selectiva y entrega a gestores autorizados de residuos peligrosos.

6.1.2. POSEEDOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los RCD que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en los artículos 4.1 y 5 del RD 105/2008 y las contenidas en el EGRCD del proyecto en cuestión. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de RCD, 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 RCD se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero autorizado.

La entrega de los RCD 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 en la 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 lista de residuos, según especifica el artículo 6 de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular; y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los RCD 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.

La responsabilidad administrativa del productor del producto se regirá por lo establecido en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

En todo caso, se debe asegurar en la contratación de la gestión de los residuos, que el destino final o el intermedio son centros con la autorización autonómica del organismo competente en la materia. Se debe contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dichos organismos e inscritos en los registros correspondientes.

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

Los RCD deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t
- Ladrillos, tejas, cerámicos: 40 t
- Metal: 2 t
- Madera: 1 t
- Vidrio: 1 t
- Plástico: 0'5 t
- Papel y cartón: 0'5 t

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los RCD dentro de la obra en que se produzcan. Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de RCD externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener

del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubique la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los RCD de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

El poseedor de los RCD estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia el R. D. 105/2008, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

6.1.3. GESTOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Además de las recogidas en la legislación sobre residuos, el gestor de RCD cumplirá con las siguientes obligaciones:

- En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada en la 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 lista de residuos, según especifica el artículo 6 de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular; y la identificación del gestor de las operaciones de destino, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.
- Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en el punto anterior. La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
- Extender al poseedor o al gestor que le entregue RCD, en los términos recogidos en el RD 105/2008, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.

- En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

6.2. PRESCRIPCIONES CON CARÁCTER PARTICULAR

Antes del comienzo de las obras la empresa contratista someterá a la aprobación de la Dirección Facultativa el programa de control de residuos.

En el caso de demoliciones o derribos parciales o totales, previamente se realizarán actuaciones tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares necesarias, etc. para las partes ó elementos peligrosos, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes. Como norma general, se actuará retirando los elementos contaminantes y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos que se decida conservar o valiosos (cerámicos, mármoles...). Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpintería, y demás elementos que lo permitan. Por último, se procederá derribando el resto.

El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales de volumen igual o inferior a 1 m³, bien en contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales.

El depósito temporal para RCD valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., que se realice en contenedores o en acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado, con el fin de facilitar su gestión, de forma que los trabajadores de la obra conozcan dónde deben depositar los residuos.

Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de al menos 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro. En los mismos debe figurar de forma clara y legible la siguiente información del titular: razón social, código de identificación fiscal (C.I.F.), número de teléfono del titular del contenedor/envase, y el número de inscripción en el registro de transportistas de residuos del titular del contenedor. Dicha información también deberá quedar reflejada en los sacos, envases industriales u otros elementos de contención y almacenaje de residuos, a través de adhesivos, placas, etc.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar que se depositen o se realicen vertidos de residuos ajenos a la misma. En concreto, los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio, así como el derramamiento de los residuos contenidos en los mismos.

Los contenedores deben salir de la obra perfectamente cubiertos. No se debe permitir que la abandonen sin estarlo porque pueden originar accidentes durante el transporte.

Nunca sobrecargar los contenedores destinados al transporte. Son más difíciles de maniobrar y transportar, y dan lugar a que caigan residuos, que no acostumbran a ser recogidos del suelo.

Etiquetar de forma conveniente cada uno de los contenedores que se van a usar en función de las características de los residuos que se depositan. Las etiquetas deben informar sobre qué materiales pueden, o no, almacenarse en cada recipiente. La información debe ser clara y comprensible.

Separar los residuos a medida que son generados para que no se mezclen con otros y resulten contaminados.

No colocar residuo apilado y mal protegido alrededor de la obra ya que, si se tropieza con ellos o quedan extendidos sin control, pueden ser causa de accidentes.

Todo el personal de la obra conocerá sus obligaciones acerca de la manipulación de los residuos de obra.

En el equipo de obra se deberá establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

El contratista debe mantener limpia la obra y sus alrededores de escombros y de materiales sobrantes, retirando las instalaciones provisionales que ya no resulten necesarias.

Se deberán atender 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 el contratista se asegurará de realizar una evaluación económica de las condiciones en la que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCD adecuados. La dirección de obra será la responsable última de la decisión a tomar y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.

Al contratar la gestión de los RCD, hay que asegurarse que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora, planta de reciclaje de plásticos/ madera, etc.) son centros que tienen la autorización del órgano competente en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma. Asimismo, se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicho órgano autonómico, e inscritos en los registros correspondientes. De la misma forma se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD deberán aportar justificantes impresos de cada retirada y entrega en destino final.

Se prohíbe el depósito en vertedero de RCD que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.

Para aquellos RCD (tierras, pétreos, etc.) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o se generen en una obra de nueva planta se regirá conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales y locales.

Los productores y poseedores de residuos urbanos generados en la obra (restos de comidas, envases metálicos o de plásticos, lodos de fosas sépticas...) estarán obligados a entregarlos a las entidades locales o, previa autorización de la entidad local, a un gestor autorizado o registrado conforme a las condiciones y requisitos establecidos en las normas reglamentarias de la comunidad autónoma y en las correspondientes ordenanzas municipales, y, en su caso, a proceder a su clasificación antes de la entrega para cumplir las exigencias previstas por estas disposiciones.

Las entidades locales adquirirán la propiedad de los residuos urbanos desde su entrega y los poseedores quedarán exentos de responsabilidad por los daños que puedan causar tales residuos, siempre que en su entrega se hayan observado las correspondientes ordenanzas y demás normativa aplicable.

Las entidades locales, en el ámbito de sus competencias, estarán obligadas a cumplir los objetivos de valorización fijados en los correspondientes planes locales y autonómicos de residuos, fomentando el reciclaje y la reutilización de los residuos municipales originados en su ámbito territorial.

Las entidades locales competentes podrán obligar a los productores y poseedores de residuos urbanos a gestionarlos por sí mismos o a entregarlos a gestores autorizados.

Se prohíbe el vertido libre de restos derivados de lavado de las canaletas o de las cubas de suministro de hormigón prefabricado, que deben ser tratados como residuos específicos de tipo hormigón (LER 17 01), y dispondrán de sus recipientes específicos.

El personal de la obra es responsable de cumplir correctamente todas aquellas órdenes y normas que el responsable de la gestión de los residuos disponga. Pero, además, se puede servir de su experiencia práctica en la aplicación de esas prescripciones para mejorarlas o proponer otras nuevas.

Siempre que sea posible, intentar reutilizar y reciclar los residuos de la propia obra antes de optar por usar materiales procedentes de otros solares.

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.

Para el caso de los residuos de amianto, se seguirá la lista europea de residuos publicada en la Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, para considerar dichos residuos como peligrosos o no peligrosos. En cualquier caso, siempre se cumplirán los preceptos dictados por el Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto (con sus correcciones posteriores); Art. 7, el Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto; y el 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 (con sus modificaciones posteriores); así como el resto de legislación laboral de aplicación.

Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación, y la contaminación con otros materiales.

Ante la detección de un suelo como potencialmente contaminado se deberá dar aviso a las autoridades ambientales pertinentes, y seguir las instrucciones descritas en el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados (con sus modificaciones posteriores).

Dentro del programa de seguimiento del Plan de Gestión de Residuos se realizarán reuniones periódicas a las que asistirán contratistas, subcontratistas, dirección facultativa y cualquier otro agente afectado. En las mismas se evaluará el cumplimiento de los

objetivos previstos, el grado de aplicación del Plan y la documentación generada para la justificación del mismo.

6.3. MEDICIÓN Y ABONO

La medición y el coste previsto de la gestión de los RCD en unidades específicas están incluidos en un capítulo independiente del presupuesto general de la obra.

El abono del presupuesto correspondiente del estudio de gestión de RCD se realizará de acuerdo a los cuadros de precios que figuran en el documento presupuesto del proyecto.

7. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES FACULTATIVAS

7.1. OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA

7.1.1. REMISIÓN DE SOLICITUD DE OFERTAS

Por la Dirección Técnica se solicitarán ofertas a las Empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones especificadas en el presente Proyecto para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado Proyecto o un extracto con los datos suficientes. En el caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

7.1.2. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE DIRECCIÓN

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Director de Obra, solo podrá presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes; contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Director de Obra, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Director de Obra, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

7.1.3. DESPIDO POR INSUBORDINACIÓN, INCAPACIDAD Y MALA FE

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Director de Obra, sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras; por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Director de Obra lo reclame.

7.1.4. COPIA DE LOS DOCUMENTOS

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa, de los Pliegos de Condiciones, presupuestos y demás documentos de la contrata. El Director de Obra, si el Contratista solicita éstos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

7.2. TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES

7.2.1. LIBRO DE ÓRDENES

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el Contratista el Libro de Ordenes, en el que se anotarán las que el Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

El libro de órdenes permanecerá en el lugar y bajo la custodia de quien designe la Dirección de Obra, o en su defecto, en la casilla y oficina de la obra del Contratista. En el libro de órdenes, se anotarán las órdenes y comentarios que el Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra, pudiendo ser realizadas tanto por el propio Director de Obra, como por quien éste haya facultado mediante consignación en el libro.

7.2.2. COMIENZO DE LOS TRABAJOS Y PLAZO DE EJECUCIÓN

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Director de Obra del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación: previamente se habrá suscrito el acta de replanteo.

El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta al Director de Obra, mediante oficio, del día en que se propone iniciar los trabajos, debiendo este dar acuse de recibo.

El acto de confrontación de replanteo deberá firmarse antes de los treinta (30) días siguientes a la fecha de otorgamiento del contrato.

Las obras quedarán terminadas dentro del plazo establecido.

El Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en la Reglamentación Oficial de Trabajo.

7.2.3. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN

El Contratista empleará los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las Condiciones Generales de índole Técnica" del "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación" y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Director de Obra o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

7.2.4. TRABAJOS DEFECTUOSOS

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Obra o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si esta no estimase justa la resolución y se negase la demolición y reconstrucción ordenadas, se procederá de acuerdo con lo establecido en el artículo correspondiente.

7.2.5. OBRAS Y VICIOS OCULTOS

Si el Director de Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de la demolición de la construcción que se ocasionen, así como de la correcta reinstalación, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente; en caso contrario correrán a cargo del propietario.

7.2.6. MATERIALES NO UTILIZABLES O DEFECTUOSOS

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los equipos sin que antes sean examinados y aceptados por el Director de Obra, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contrasignados, para efectuar con ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc., antes indicados serán a cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Director de Obra dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de estos, a las órdenes del Director de Obra.

7.2.7. MEDIOS AUXILIARES

Es obligación de la Contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aún cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Director de Obra y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo por tanto, al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán asimismo de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc. y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

7.2.8. OBRAS QUE NO SON DE ABONO

No se pagarán las obras que no se ajusten al Proyecto o las no autorizadas por escrito del Director de Obra y que el Adjudicatario haya ejecutado por error, por comodidad o por conveniencia.

7.2.9. OTROS GASTOS DE CUENTA DEL CONTRATISTA

Serán de cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas; los de construcción, desmontaje y retirada de construcciones auxiliares, los de alquiler o adquisición de terrenos para depósito de maquinaria o materiales; los de protección de materiales y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes; los de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras; los de construcción y conservación de caminos provisionales para desvíos de tráfico y servicio de las obras; los debidos a la ejecución de desagües, colocación de señales de tráfico, señalización de seguridad y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de la obra de acuerdo con la legislación vigente; los de

retirada total al finalizar la Obra; los provocados por la acometida, instalación y consumo de energía eléctrica, agua o cualquier otro concepto similar, que sea necesario para las obras; los de demolición de las instalaciones provisionales; los de retirada de los materiales rechazables; los provocados por la corrección de deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos, pruebas o por dictamen del Ingeniero Director.

Igualmente serán de cuenta del Contratista los gastos originados por los ensayos de materiales y los de control de calidad de las obras, con los límites legales establecidos.

Serán de cuenta del Contratista la elaboración y correspondiente pago de los proyectos que haya que realizar para conseguir los permisos para la puesta en marcha de las instalaciones, entendiéndose que dichos pagos van incluidos en las unidades de obra correspondientes.

Serán de cuenta del Contratista la indemnización a los propietarios de los derechos que les correspondan y todos los daños que se causen en la explotación de canteras, la extracción de tierras para la ejecución de terraplenes, el establecimiento de almacenes, talleres o depósitos, los que se originen con la habilitación de caminos y vías provisionales para el transporte, en general, cualquier operación que se derive de la propia ejecución de las obras.

También serán a cuenta del Contratista las indemnizaciones a que hubiere lugar por perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de accidentes debidos a una señalización o protección insuficiente o defectuosa, así como los gastos de vigilancia para el perfecto mantenimiento de las medidas de seguridad.

Asimismo, serán de cuenta del Contratista las indemnizaciones a que hubiera lugar por perjuicios que se ocasionen a terceros por interrupción de servicios públicos a particulares, daños causados en sus bienes por aperturas de zanjas, desvíos de cauces, explotación de préstamos y canteras, establecimiento de almacenes, talleres, depósitos de materiales, maquinaria y cuantas operaciones requieran la ejecución de las obras.

En los casos de rescisión de contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, serán de cuenta del Contratista los gastos originados por la liquidación, así como los de retirada de los medios auxiliares empleados o no en la ejecución de las obras.

7.3. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN

7.3.1. RECEPCIONES PROVISIONALES

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del Director de Obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado.

Si las obras se encuentran en buen estado, han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se ha realizado la puesta en marcha efectiva a plena carga de las instalaciones y éstas han sido recibidas provisionalmente, comenzará en dicho momento el plazo de garantía, incluyendo al menos, 2 campañas de riego completas”.

Se darán por percibidas provisionalmente comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considerará como mínimo de un año.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Director de Obra debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si la obra estuviese conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la propiedad y la otra se entregará al Contratista.

7.3.2. PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía se establecerá en el pliego de cláusulas administrativas particulares del contrato atendiendo a la naturaleza y complejidad de la obra y no podrá ser inferior al tiempo concurrente de al menos dos campañas completas de riego que sigan a la puesta en marcha del conjunto de todas las instalaciones de la obra ejecutada. La puesta en marcha debe completar las especificaciones recogidas en el pliego.

Previa a la recepción de la obra y durante el plazo de garantía, el Contratista, corriendo de su cuenta, pondrá a disposición, en las instalaciones generales de la Comunidad de Regantes, el material general especificado en el anejo de puesta en marcha, para que tanto en la puesta en marcha como en el período de garantía, las reparaciones y otras actuaciones que se deriven de una incorrecta instalación o montaje, puedan corregirse o solucionarse de inmediato, aún sin la presencia de la Contrata, por motivos de urgencia y seguridad. En todo caso, si durante el periodo de garantía fuese necesario utilizar parte de este material, éste será repuesto nuevamente de forma que antes de finalizar la obra

y previo a la recepción definitiva quede en los almacenes de la Comunidad de Regantes y a su plena disposición el material reflejado en el citado anejo de puesta en marcha.

Durante el plazo de garantía será de cuenta del Contratista todas las obras de conservación definidas en el Proyecto.

Además, serán de cuenta del Contratista, las indemnizaciones a que hubiere lugar por perjuicios a terceros, como consecuencia de inundaciones por roturas y/o averías, trabajos de reparación de las mismas, así como accidentes debidos a una señalización o protección insuficiente o defectuosa imputable a aquél.

Asimismo, serán de cuenta del Contratista las indemnizaciones a que hubiere lugar por perjuicios que se ocasionen a terceros por interrupción de servicios públicos o particulares, daños causados en sus bienes por apertura de zanjas o desvíos de cauces, habilitación de caminos provisionales, explotación de préstamos y canteras, establecimiento de almacenes, talleres, depósitos de maquinaria, materiales, y cuantas operaciones requiera la ejecución de las obras, siempre que no se hallen comprendidas en el proyecto respectivo o se deriven de una actuación culpable o negligente del Contratista.

7.3.3. CONSERVACIÓN DE TRABAJOS RECIBIDOS PROVISIONALMENTE

Si el Contratista, siendo su obligación no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario, procederá a disponer todo lo que se precise para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo aquello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista las obras, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de rescisión de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Director de Obra fije.

Después de la recepción provisional de la obra y en el caso de que la conservación del mismo corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuere preciso realizar.

En todo caso, ocupada o no la obra, está obligado el Contratista a revisar y repasar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

El Contratista se obliga a destinar a su costa a un vigilante de las obras que prestará su servicio de acuerdo con las órdenes recibidas de la Dirección Facultativa.

7.3.4. RECEPCIÓN DEFINITIVA

Terminando el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica; en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero Agrónomo Director de las Obras, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinan en este Pliego.

Si el nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdidas de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

7.3.5. LIQUIDACIÓN FINAL

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad propietaria con el visto bueno del Director de Obra.

7.3.6. LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

7.4. FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRA

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Director de Obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto específicamente en el "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación", sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los edificios y obras anejas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

8. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

8.1. BASE FUNDAMENTAL

8.1.1. BASE FUNDAMENTAL

Como base fundamental de estas "Condiciones Generales de Índole Económica", se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que éstos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y particulares que rijan la construcción de la obra contratada.

8.1.2. GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS

🛠 Garantías

El Director de Obra podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

🛠 Fianzas

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

8.1.3. EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

8.1.4. DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde del Distrito Municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

8.1.5. GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA

Serán de cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo de las obras o sus comprobaciones y los replanteos parciales de las mismas, los de su construcción, desmontaje y retirada de toda clase de construcciones auxiliares, los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria o materiales, los de protección de materiales y de la propia obra contra todo deterioro, daño e incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivo y carburantes; los de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras, los de construcción y conservación de caminos provisionales para desvíos del tráfico y servicio de las obras no comprendidas en el proyecto, desagües, señales de tráfico y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras, los de retirada al fin de obra, de las instalaciones para suministro de agua, y energía eléctrica necesarias para las obras, así como la adquisición de dichas aguas y energía, los de demolición de las instalaciones provisionales, los de retirada de los materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.

Igualmente serán de cuenta del Contratista los gastos originados por los ensayos de materiales de control de ejecución de las obras que disponga la Dirección de Obra.

En los casos de rescisión de contrato, cualquiera que sea la causa que la motive, serán de cuenta del Contratista los gastos originados por la liquidación, así como los de retirada de los medios auxiliares empleados o no en la ejecución de las obras.

8.1.6. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES QUE HAN DE EXIGIRSE

El adjudicatario deberá someter a la aprobación de la Administración, antes del comienzo de las obras, un programa de trabajo con especificación exhaustiva de actividades, plazos parciales y fecha de terminación de las distintas unidades de obra compatibles con el plazo total de ejecución y presupuesto total de ejecución material y por administración o contrata detallado mensualmente. Este plan, una vez aprobado por la Administración, se incorporará al Pliego de Condiciones del Proyecto y adquirirá, por tanto, carácter contractual. En el caso de que la constructora solicite una ampliación del plazo de ejecución, debidamente justificada, dicha solicitud deberá ir acompañada de la nueva programación de trabajos, debidamente ajustada y atendiendo a los criterios indicados, para la aprobación de la Administración.

El adjudicatario presentará, asimismo, una relación completa de los servicios y maquinaria que se compromete a utilizar en cada una de las etapas del Plan. Los medios propuestos quedarán adscritos a la obra, sin que, en ningún caso el Contratista pueda retirarlos sin autorización de la Administración.

Asimismo, el adjudicatario deberá aumentar los medios auxiliares propuestos, no implicará exención alguna de responsabilidad para el Contratista, en caso de incumplimiento de los plazos parciales o totales convenidos.

El adjudicatario deberá constituir, a su costa, una Oficina de Obra, cuyo emplazamiento y características deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra, y en donde esta tendrá a su disposición la documentación necesaria referente a las obras: Planos, Memoria, Pliego de Prescripciones Técnicas, Contratos Vigentes y Normativa de Aplicación.

8.1.7. OTRAS FÁBRICAS Y TRABAJOS

En la ejecución de otras fábricas y trabajos que entren en la construcción de las obras, para las cuales no existieran prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego, el Contratista se atenderá, en primer término, a lo que resulta de los planos, cuadros de precios y presupuestos; en segundo término, a las buenas prácticas seguidas en fábricas y trabajos análogos por los mejores constructores.

El Contratista dentro de las prescripciones de este Pliego, tendrá la libertad para dirigir la marcha de las obras y para emplear los procedimientos que juzgue convenientes, con tal que con ello no resulte perjuicio para la buena ejecución o futura subsistencia de aquéllas, debiendo la Dirección de Obra, en casos dudosos que con estos se relacionen, resolver sobre estos puntos.

8.1.8. DESCRIPCIÓN GENERAL

El Contratista deberá ejecutar todo aquello que, sin separarse del espíritu general de proyecto aprobado y de las especificaciones de este Pliego de Prescripciones Técnicas, ordene la Dirección de Obra para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle taxativamente descrito y detallado en dicho Pliego.

Dada la gran variedad de materiales existentes en el mercado con calidad suficiente, y las novedades o 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.

8.1.9. VIGILANCIA DE LAS OBRAS

La Administración podrá nombrar un vigilante por lo menos, cuyas atribuciones será presenciar la ejecución de los trabajos y transmitir al Contratista las órdenes que la Dirección de Obra vea conveniente comunicarle y cuyo deber será dar parte diario a la Dirección de Obra con todos aquellos detalles que se pidan.

El Contratista no podrá oponerse ni dificultar la labor de vigilante, por el contrario, se le facilitarán cuantos datos le pida referente a las obras. Serán de cuenta del Contratista los gastos de vigilancia, análisis, pruebas y ensayos, incluidos en el Proyecto.

8.2. PRECIOS Y REVISIONES

8.2.1. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma:

- El Adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, debe aplicarse a la nueva unidad. Este precio estará conformado con precios descompuestos del Proyecto o, en su defecto se negociará entre las dos partes.
- La Dirección técnica estudiará el precio que, según su criterio, deba utilizarse.
- Si ambos son coincidentes se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.
- Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el Director de Obra propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.
- La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijar el Director de Obra y a concluir a satisfacción de éste.

8.2.2. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en las indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión de contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa", sino en el caso de que el Director de Obra o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro

meses contados desde la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

8.2.3. REVISIÓN DE PRECIOS

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante, y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado.

Por ello y en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado, y por causa justificada, especificándose y acordándose, también, previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando sí proceda, el acopio de materiales de obra. En el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario.

Si el propietario o el Director de Obra en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., que el Contratista desee percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el Contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc. adquiridos por el Contratista merced a la información del propietario.

Cuando el propietario o el Director de Obra en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc. concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

En el caso de que fuera necesario, se aplicará la fórmula de revisión de precios contemplada en la nueva Ley de Contratos del Sector Público y que responde a la siguiente expresión:

$$K_t = 0,33 \frac{H_t}{H_0} + 0,16 \frac{E_t}{E_0} + 0,20 \frac{C_t}{C_0} + 0,16 \frac{S_t}{S_0} + 0,15$$

Siendo:

- K_t = coeficiente teórico de revisión para el momento de ejecución t
- H_0 = índice del coste de la mano de obra en la fecha de licitación
- H_t = índice del coste de la mano de obra en el momento de la ejecución t
- E_0 = índice del coste de la energía en la fecha de licitación
- E_t = índice del coste de la energía en el momento de la ejecución t
- C_0 = índice del coste del cemento en el momento de la licitación
- C_t = índice del coste del cemento en el momento de la ejecución t
- S_0 = índice del coste de los materiales siderúrgicos en la fecha de licitación
- S_t = índice del coste de los materiales siderúrgicos en la fecha de ejecución t

8.2.4. ELEMENTOS COMPRENDIDOS EN EL PRESUPUESTO

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte del material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Provincia o Municipio.

Por esta razón no se abonará al Contratista cantidad alguna por dichos conceptos.

En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada y en disposición de recibirse.

8.3. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

8.3.1. VALORACIÓN DE LA OBRA

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el Contratista.

Todas las unidades de obra de instalación de tuberías llevan incluidas las pruebas de las mismas (medios humanos, maquinaria, agua o fluido de prueba, elementos de medida, tapones tanto de final de línea como de extremos de tramos, topes, dados de anclaje, , celosía de transmisión de esfuerzos de extremos hasta dichos dados de anclaje, etc....). Hasta que éstas no estén realizadas satisfactoriamente, la unidad de obra no será tal al no estar completa, por lo que tampoco será de abono metro alguno de las mismas mediante certificación. Será potestad única de la Dirección de Obra, en función del ritmo de consecución de pruebas previas con resultado satisfactorio por parte de la constructora, el establecimiento de un % de abono de las unidades de obra o material de las mismas correspondientes.

8.3.2. MEDICIONES PARCIALES Y FINALES

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del Contratista o de su representación legal. En caso de no haber conformidad lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

8.3.3. EQUIVOCACIONES EN EL PRESUPUESTO

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posible errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas. No tiene derecho a reclamación alguna.

Si, por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

8.3.4. VALORACIÓN DE OBRAS INCOMPLETAS

Cuando por consecuencia de rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

8.3.5. CARÁCTER PROVISIONAL DE LAS LIQUIDACIONES PARCIALES

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden la propiedad. Se reserva en todo momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la Obra, a cuyo efecto deberá presentar el Contratista los comprobantes que se exijan.

8.3.6. PAGOS

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá, precisamente, al de las Certificaciones de obra expedidos por el Director de Obra, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

8.3.7. SUSPENSIÓN POR RETRASO DE PAGOS

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

8.3.8. INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DE LOS TRABAJOS

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será: el importe de la suma de perjuicios materiales causados por imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

8.4. VARIOS

8.4.1. MEJORAS DE OBRAS

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Director de Obra ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

8.4.2. SEGURO DE LOS TRABAJOS

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá, en todo momento, con el valor que tengan, por Contrata, los objetos asegurados, El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del propietario, para que, con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de la fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc. y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no le hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Director de Obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el Contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

9. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

9.1. JURISDICCIÓN

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Director de Obra de la Obra y, en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento del Proyecto).

El Contratista se obliga a lo establecido en la ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado y la policía del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de lindeo y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Director de Obra.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la política Urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación esté emplazada.

9.2. ACCIDENTES DE TRABAJO Y DAÑOS A TERCEROS

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que, por ningún concepto, pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran en las obras donde se efectúen los trabajos. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

9.3. PAGOS DE ARBITRIOS

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Director de Obra considere justo hacerlo.

10. DISPOSICIONES GENERALES

10.1. DIRECCIÓN DE LA OBRA

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

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

- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarios para la ejecución de las obras y ocupación de los bienes afectados por ellas, y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionados con las mismas.
- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso; para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal y material de la obra.
- Acreditar al Contratista las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.
- Participar en las recepciones provisional y definitiva y redactar la liquidación de las obras conforme a las normas legales establecidas.
- El Contratista estará obligado a prestar su colaboración al Director para el normal cumplimiento de las funciones a éste encomendadas.

10.2. OBLIGACIONES SOCIALES, LABORALES Y ECONÓMICAS DEL CONTRATISTA

El Contratista está obligado a cumplir todas las vigentes normas de seguridad en el trabajo y cuantas indicaciones sobre esta materia haga el Ingeniero Director.

El Contratista deberá presentar ante el Órgano de Contratación y ante la Dirección de Obra el Plan de Seguridad, quedando obligado a atender las objeciones al mismo que le pudieran ser señaladas en el plazo legalmente establecido. Durante la ejecución de las obras, el Contratista seguirá estrictamente las medidas de seguridad establecidas en el citado plan.

El Delegado de obra del Contratista ha de tener la titulación de Ingeniero Superior, debiendo estar asistido permanentemente en obra por un Técnico de grado medio. En el Acta de Comprobación del Replanteo se hará constar el nombre de cada uno de los técnicos anteriores.

Será exigible, la presencia en la obra, de un Topógrafo, que asumirá las funciones de tomas de referencias, localizaciones en taludes y la toma de niveles.

10.3. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

El Constructor deberá someter a la aprobación de la Administración, antes del comienzo de las obras, un programa de trabajo con especificación de plazos parciales y fecha de terminación de las distintas unidades de obra compatibles con el plazo total de ejecución (se registrará por lo dispuesto en el Artículo 144 del RGLCAP). Este plan, una vez aprobado por la Administración se incorporará al Pliego de Condiciones del Proyecto y adquirirá, por tanto, carácter contractual.

El Constructor presentará, asimismo, una relación completa de los servicios y maquinaria que se comprometen a utilizar en cada una de las etapas del Plan. Los medios propuestos quedarán adscritos a la obra sin que, en ningún caso, el Constructor pueda retirarlos sin autorización de la Administración.

Asimismo, el Constructor deberá aumentar los medios auxiliares y personal técnico, siempre que la Administración compruebe que ello es necesario para el desarrollo de las obras en los plazos previstos.

La aceptación del Plan y de la relación de medios auxiliares propuestos no implicará exención alguna de la responsabilidad para el Constructor, en caso de incumplimiento de los plazos parciales o totales convenidos.

10.4. EQUIPO Y MAQUINARIA

El Contratista solventará los posibles problemas de acceso de la maquinaria a los diferentes tajos que componen las obras. Asimismo, habrá de prever a su costa la retirada de todos los equipos y máquinas una vez finalizadas las obras sin que tenga derecho a indemnización alguna si para ello requiriese efectuar obras accesorias.

10.5. CONTROL DE CALIDAD

En los ensayos y análisis de los materiales y unidades de obra, se seguirá lo dispuesto en el Artículo 145 del RGLCAP.

La Dirección de la obra podrá ordenar que se verifiquen los ensayos, pruebas y análisis de materiales y unidades de obra que en cada caso resulten pertinentes. Asimismo, podrá nombrar a los vigilantes a pie de obra que estimara convenientes para la debida inspección de las obras.

Los gastos originados por los conceptos anteriores serán abonados con cargo a la partida alzada a justificar prevista en los presupuestos de presente Proyecto.

Además del control de calidad y de la vigilancia de la ejecución de las obras a que se refieren los párrafos anteriores el Contratista establecerá, por su cuenta y riesgo, cuantos controles en la calidad de la producción estime convenientes para asegurar el resultado positivo de las pruebas y ensayos ordenados por la Dirección de la obra.

10.6. VERTEDEROS

El Contratista propondrá al Ingeniero Director la localización y forma de explotación de uno o varios vertederos para los productos resultantes de excavaciones, demoliciones y limpieza que no utilice éste en la obra. La situación de éstos, así como las condiciones de

explotación, han de ser aprobados previamente por la Dirección. En ningún caso el Contratista podrá exigir un pago en concepto de transporte adicional ni de canon por explotación de estos vertederos.

Los gastos de ocupación de los terrenos y de los accesos a las zonas de vertedero, así como los trabajos de nivelación, ataluzado, drenaje y acondicionamiento de los escombros serán de cuenta del Contratista.

10.7. SERVIDUMBRE

Las obras se ejecutarán de forma que el tráfico ajeno a la obra, en las zonas que ésta afecta a carreteras, caminos y servicios existentes encuentre en todo momento un paso en buenas condiciones, ejecutándose si fuera preciso y a expensas del Contratista, pasos provisionales para desviarlos.

Mientras dure la ejecución de las obras se colocarán en todos los puntos donde sea necesario y al fin de mantener la debida seguridad del tráfico, las señales y el balizamiento preceptivo de acuerdo con la norma 8.1-IC. aprobada por Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, sobre señalización vertical de la Instrucción de Carreteras, y modificaciones posteriores. La permanencia y vigilancia de estas señales deberán estar garantizadas por los vigilantes necesarios. Las señales y su mantenimiento serán a cargo del Contratista.

10.8. EN LA EJECUCIÓN: AUTORIZACIONES Y LICENCIAS

Se cumplirá lo dispuesto en el Artículo 142 y 143 del RGCLAP.

El contratista deberá obtener todos los permisos y licencias necesarios para la ejecución de las obras, con la excepción de los correspondientes a las expropiaciones de las zonas afectadas por la obra definitiva, debiendo abonar todas las cargas, tasas e impuestos derivados de la obtención de aquellos permisos. Asimismo, abonará a su costa todos los cánones para la ocupación temporal o definitiva de terrenos para instalaciones, explotación de canteras o vertederos y obtención de materiales.

10.9. EJECUCIÓN Y MODIFICACIÓN DEL CONTRATO DE OBRAS

La ejecución y, en su caso, modificación del Contrato de Obras se realizará de acuerdo con las condiciones que se establecen en el Capítulo III, Artículos 139 al 162, ambos inclusive del RGLCAP.

Durante la ejecución de las obras el Contratista dispondrá a su costa de todas aquellas medidas cautelares precisas para garantizar que la escorrentía y avenidas de lluvias imprevistas pudiesen ocasionar daños en las obras o dificultar los trabajos,

recomendándose específicamente disponer en el Depósito Regulador los elementos de achique necesarios para evacuar cualquier tipo de acumulación de agua en su interior.

10.10. EXTINCIÓN DEL CONTRATO

La extinción del contrato de obras se regirá por lo dispuesto en el Capítulo IV del RGLCAP, artículos 163 al 173 ambos inclusive.

10.11. CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

- La muerte o incapacidad del Contratista
- La quiebra del Contratista

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derechos a indemnización alguna.

- Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:
 - La modificación del Proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales de mismo, a juicio del Director de Obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o menos del 40 por 100, como mínimo, de algunas unidades del Proyecto modificadas.
 - La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o menos del 40 por 100, como mínimo de las unidades del Proyecto modificadas.
- La suspensión de la obra comenzada y, en todo caso, siempre que, por causas ajenas a la Contrata, no ser de comienzo la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.
- El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.
- El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
- La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.
- El abandono de la obra sin causa justificada.

- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

10.12. PLAZOS PARA COMENZAR A EJECUTAR LAS OBRAS

Se efectuará el replanteo de las obras, empezando a contar el plazo de ejecución a partir del día siguiente de la terminación del mismo.

10.13. PERMISOS Y EXPROPIACIONES

Se remitirán a la Administración los planos de las obras que exijan autorizaciones de organismos del Estado, como cruces de carreteras, ríos, etc. Los planos suficientes y los cálculos justificativos que sean precisos se remitirán al Ingeniero Encargado con plazo suficiente para obtener del organismo competente la autorización correspondiente. Si se requiriesen autorizaciones por interferencias con instalaciones eléctricas, telegráficas, telefónicas y similares, o si se precisasen en algún caso autorizaciones de los organismos de administración local, el propio Constructor efectuará los trámites necesarios para obtener la autorización correspondiente.

Para poder realizar las expropiaciones precisas con tiempo suficiente, se confeccionará la relación de bienes y derechos afectados por las obras o por necesidades de construcción. Se especificará si es precisa la expropiación, la ocupación temporal o la imposición de alguna servidumbre.

En la relación citada se hará constar el nombre del propietario o arrendatario y cuantos extremos sean precisos de acuerdo con la vigente Ley de Expropiación Forzosa, para redactar el anuncio de información pública previsto en el artículo 17 de aquella. El Constructor podrá remitir los datos mencionados al Ingeniero Encargado a fin de adelantar los trámites de la expropiación.

El Constructor prestará a la Administración la ayuda y medios necesarios para la toma de daños y señalización de las expropiaciones para la ejecución de la obra.

10.14. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR

El Constructor queda obligado a designar un representante, Ingeniero especializado en esta clase de trabajos, que tendrá forzósamente su residencia a pie de obra y facultades bastantes para resolver sin previa consulta a su representado cuando el caso lo requiera, sobre todas las incidencias que en el orden técnico suscite la ejecución de las obras y sobre el cumplimiento de las órdenes que reciba de la Dirección.

El Constructor será responsable de toda clase de perjuicios que pudieran causarse a su personal o a terceras personas como consecuencia de cualquier incidencia de ejecución

tanto durante ésta como una vez terminadas las obras, en la forma y dentro de los plazos que establece la legislación vigente.

No le eximirá de esta responsabilidad la inspección que la Administración realice a lo largo de la construcción de las obras, bien directamente, bien a través de cualquier persona o entidad en quien delegue parte de sus funciones.

Durante la realización de las obras estará al frente de ellas personal técnico competente para garantizar su perfecta ejecución.

10.15. MODIFICACIONES QUE PUEDEN INTRODUCIRSE EN EL PROYECTO

Cuando sea necesario introducir modificaciones en el proyecto de las obras que rige el contrato, el Director redactará la oportuna propuesta integrada por los documentos que justifiquen, describan y valoren aquella. La aprobación por la Administración requerirá la previa audiencia del Constructor, el informe de la oficina de supervisión de proyectos y la fiscalización del gasto correspondiente.

Una vez dicha aprobación se produzca, la Administración entregará al Constructor copia de los documentos del proyecto que hayan sido objeto de nueva redacción motivada por variación en el número de unidades previsto o por la introducción de unidades nuevas. Estas copias serán autorizadas con la firma del Director.

10.16. SIGNIFICACIÓN DE LOS ENSAYOS Y RECONOCIMIENTO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Los ensayos y reconocimientos más o menos minuciosos y verificados durante la ejecución de los trabajos, no tiene otro carácter que el de los simples antecedentes para la recepción. Por consiguiente, la admisión de materiales o de piezas, en cualquier forma que se realice, antes de la recepción, no atenúa las obligaciones de subsanar o reponer que el Constructor contrae si las instalaciones resultasen inaceptables, parcial o totalmente, en el acto del reconocimiento final y prueba de recepción.

10.17. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN

El Constructor proporcionará al Ingeniero, a sus subalternos o agentes delegados, toda clase de facilidades para poder practicar los replanteos de las obras, reconocimiento y prueba de los materiales y de su preparación, para llevar a cabo su vigilancia e inspección de la mano de obra y de todos los trabajos con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en el Presente Pliego, permitiéndose el acceso a todas partes, incluso a las fábricas y talleres en que se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

10.18. POLICÍA EN LA ZONA DE LOS TRABAJOS

El Constructor cuidará bajo su responsabilidad que la zona acotada para la ejecución de los trabajos no sea invadida por labores extrañas a éstos, ni se depositen en ella materiales de ninguna especie, dando parte inmediatamente al Ingeniero Encargado de cualquier infracción que observara.

10.19. LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligatorio del Contratista realizar por su cuenta todos los trabajos que indique el Ingeniero Director tendentes a mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros, basuras, chatarra y demás materiales sobrantes.

Una vez que las obras se hayan terminado, todas las edificaciones, obras e instalaciones construidas con carácter temporal para el servicio de la obra, que no pueden ser incorporadas a la explotación, deberán ser removidas. Todo ello se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas. Todos estos trabajos no serán objeto de abono directo.

10.20. OBLIGACIONES DEL CONSTRUCTOR NO EXPRESADAS EN ESTE PLIEGO

Es obligación del Constructor ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aunque no se halle expresamente determinado en estas condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director.

Las dudas que pudieran ocurrir en las condiciones y demás documentos del contrato se resolverán por el Ingeniero Director, así como la inteligencia de los planos y descripciones y detalles, debiendo someterse el Constructor a lo que dicho facultativo decida.

La Administración se reserva en todo momento, y especialmente al aprobar las relaciones valoradas mensuales, el derecho de comprobar, por medio del Ingeniero Director, si el Constructor ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la obra, a cuyo efecto presentará dicho Constructor las listas que hayan servido para el pago de los jornales y los recibos de abono de los materiales, sin perjuicio de que después de la liquidación final, y antes de la devolución de la fianza, se practique una comprobación general de haber satisfecho dicho Constructor por completo los indicados pagos.

10.21. CARÁCTER DE PLIEGO

Este Pliego de Condiciones, exceptuando el Punto nº 1, que singulariza esta obra, señalando sus condiciones verdaderamente particulares, tiene el carácter de general para todas las obras; tomando de él en cada caso, los artículos que convenga para las unidades de obra de cada proyecto, y dejando, además, por este medio, consignadas todas las condiciones que fueren precisas, por si en el curso de los trabajos, se introdujesen en el proyecto modificaciones o reformas.

Salamanca, diciembre de 2023.

EL INGENIERO AGRÓNOMO



Fdo.: José Luis Nuño Arranz

Vº.Bº. EL SUBDIRECTOR DE
INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS



Fdo.: Miguel Ángel García Turienzo