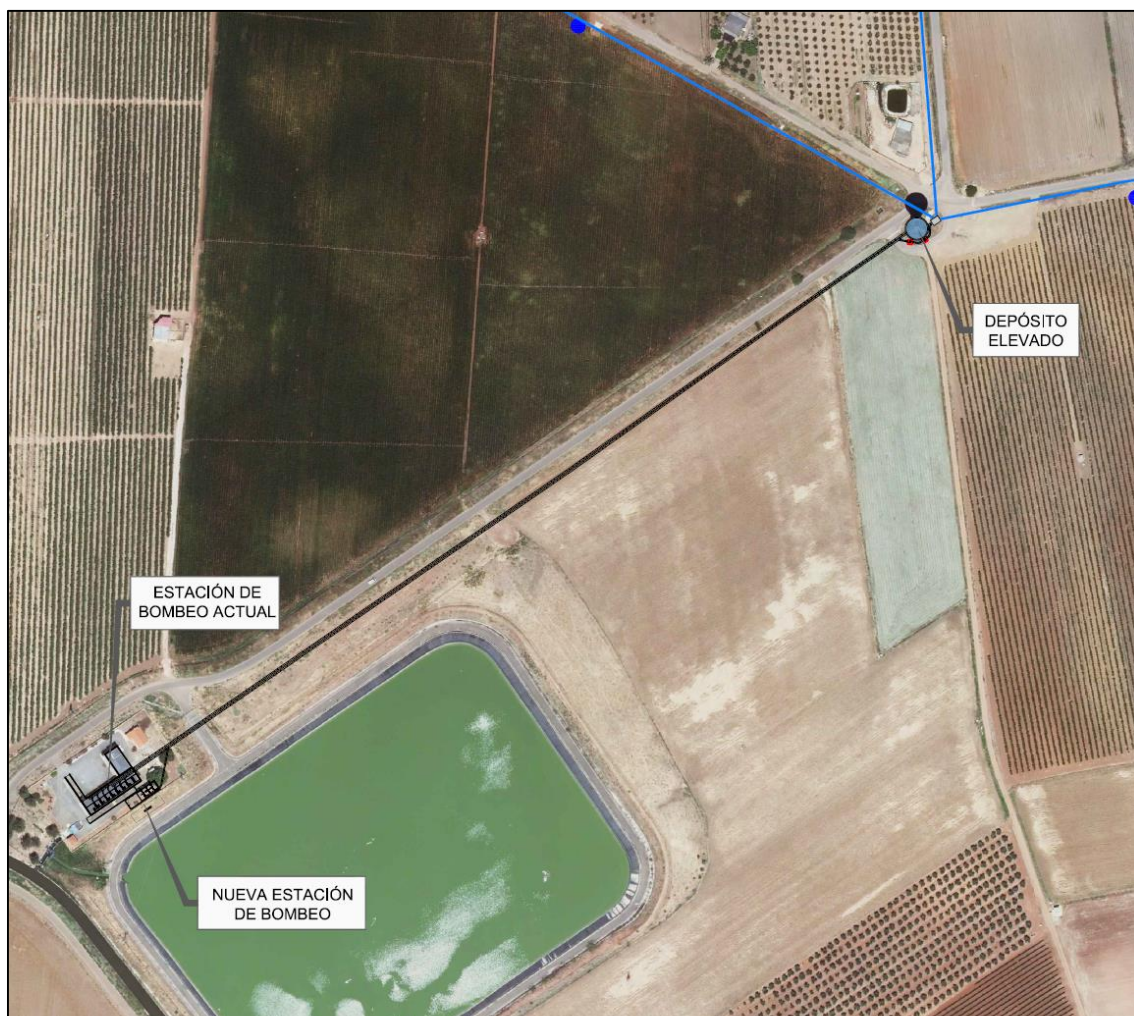


PROYECTO DE EJECUCIÓN

MODERNIZACIÓN INTEGRAL E IMPLANTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA ZONA REGABLE DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE GUADIANA (BADAJOZ)



DOCUMENTO 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS



PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

ÍNDICE

1	OBJETO DEL PLIEGO Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	1
1.1	OBJETO DEL PLIEGO.....	2
1.2	SITUACIÓN DE LAS OBRAS	2
1.3	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	2
1.4	DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS.....	2
1.5	DOCUMENTOS CONTRACTUALES	3
2	DISPOSICIONES TÉCNICAS DE CARÁCTER GENERAL	4
2.1	DISPOSICIONES VIGENTES.....	5
3	CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES	14
3.1	CONDICIONES GENERALES.....	15
3.1.1	<i>Materiales suministrados por el contratista</i>	<i>15</i>
3.1.2	<i>Transporte y acopio.....</i>	<i>16</i>
3.2	EXAMEN Y PRUEBA DE LOS MATERIALES	17
3.2.1	<i>Presentación previa de muestras</i>	<i>17</i>
3.2.2	<i>Ensayos.....</i>	<i>17</i>
3.2.3	<i>Materiales que no sean de recibo</i>	<i>17</i>
3.2.4	<i>Materiales no especificados en este pliego.....</i>	<i>18</i>
3.2.5	<i>Materiales y otros elementos que no reúnan las condiciones exigidas</i>	<i>19</i>
3.3	CONDICIONES TÉCNICAS QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES.....	19
3.3.1	<i>Agua</i>	<i>19</i>
3.3.2	<i>Cemento Pórtland.....</i>	<i>20</i>
3.3.3	<i>Rellenos.....</i>	<i>20</i>
3.3.4	<i>Material de relleno de zanjas de tuberías.....</i>	<i>23</i>
3.3.5	<i>Cunetas</i>	<i>24</i>
3.3.6	<i>Zahorra artificial</i>	<i>24</i>
3.3.7	<i>Riegos de imprimación</i>	<i>24</i>
3.3.8	<i>Riegos de adherencia.....</i>	<i>25</i>
3.3.9	<i>Mezclas bituminosas en caliente.....</i>	<i>26</i>
3.3.10	<i>Pavimentos de hormigón.....</i>	<i>26</i>
3.3.11	<i>Bordillos.....</i>	<i>26</i>
3.3.12	<i>Componentes de hormigones y morteros</i>	<i>27</i>
3.3.12.1	<i>Áridos</i>	<i>27</i>
3.3.12.2	<i>Agua</i>	<i>30</i>
3.3.12.3	<i>Aditivos</i>	<i>30</i>
3.3.12.4	<i>Adiciones</i>	<i>31</i>
3.3.12.5	<i>Cemento.....</i>	<i>31</i>
3.3.12.6	<i>Estructura</i>	<i>32</i>
3.3.13	<i>Hormigones</i>	<i>33</i>

3.3.13.1	Calidad de los componentes	33
3.3.13.2	Control de calidad	34
3.3.14	Morteros.....	34
3.3.14.1	Generalidades	34
3.3.14.2	Mortero para acabados impermeables	35
3.3.15	Resina epoxi-brea.....	35
3.3.16	Materiales para juntas	36
3.3.16.1	Condiciones generales.....	36
3.3.17	Acero en redondos para armaduras.....	38
3.3.17.1	Características y calidad de los materiales.....	38
3.3.17.2	Control de calidad	39
3.3.17.3	Identificación y marcado.....	39
3.3.17.4	Embalaje, manipulación y transporte	40
3.3.18	Mallas electrosoldadas	40
3.3.18.1	Características y calidad de los materiales.....	41
3.3.18.2	Control de calidad	41
3.3.18.3	Identificación y marcado.....	41
3.3.18.4	Embalaje, manipulación y transporte	41
3.3.19	Acero en pletinas, chapas y perfiles laminados	42
3.3.20	Rejilla electrosoldada.....	44
3.3.21	Tornillos, tuercas y arandelas.....	45
3.3.22	Estructuras metálicas	46
3.3.23	Albañilería.....	47
3.3.23.1	Arena	47
3.3.23.2	Cemento.....	48
3.3.23.3	Agua	48
3.3.23.4	Morteros	48
3.3.23.5	Cal apagada	50
3.3.23.6	Ladrillos	50
3.3.23.7	Piezas cerámicas	52
3.3.23.8	Bloques de hormigón	53
3.3.24	Fontanería	54
3.3.25	Saneamiento.....	54
3.3.26	Estructuras construidas con elementos prefabricados de hormigón	55
3.3.27	Cerramiento exterior.....	55
3.3.27.1	Fabricación y comprobaciones.....	55
3.3.28	Enfoscados	56
3.3.29	Carpintería metálica.....	57
3.3.29.1	Puertas de acero	57
3.3.29.2	Carpintería metálica en aluminio.....	58
3.3.30	Vidriería	59
3.3.31	Protección de ventanas	60
3.3.32	Cubiertas	60
3.3.33	Aspirador giratorio	61
3.3.34	Soldaduras de piezas metálicas.....	62
3.3.35	Galvanizados.....	64
3.3.36	Arquetas prefabricadas	66

3.3.37	Tapaderas de arquetas	67
3.3.38	Vallas de cerramiento	68
3.3.39	Tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD)	69
3.3.39.1	Normativa y generalidades.....	69
3.3.39.2	Términos y definiciones.....	71
3.3.39.3	Características técnicas	73
3.3.39.4	Características físicas y mecánicas	79
3.3.39.5	Características químicas	79
3.3.39.6	Marcado.....	79
3.3.39.7	Accesorios	80
3.3.39.8	Marcado de los accesorios.....	84
3.3.39.9	Acopio.....	85
3.3.39.10	Transporte	85
3.3.39.11	Documentación a aportar antes de recibir en obra el pedido	86
3.3.39.12	Embalaje, manipulación y transporte	86
3.3.39.13	Características técnicas específicas	86
3.3.39.14	Plan de aseguramiento de la calidad	87
3.3.39.15	Determinación del plan de ensayos	90
3.3.40	Geosintéticos, geotextiles y geomembranas.....	91
3.3.40.1	Geotextiles.....	91
3.3.40.2	Geomembranas.....	93
3.3.41	Tubería de acero	96
3.3.41.1	Normativa y generalidades.....	96
3.3.41.2	Términos y definiciones.....	97
3.3.41.3	Características técnicas generales y obligatorias	98
3.3.41.4	Características técnicas específicas y elegibles	109
3.3.41.5	Plan de aseguramiento de calidad	111
3.3.42	Caudalímetros electromagnéticos	124
3.3.42.1	Diseño	124
3.3.42.2	Sensor electromagnético.....	125
3.3.42.3	Convertidor electrónico alimentado por baterías de litio.....	126
3.3.42.4	Convertidor electrónico con alimentación 230 VAC.....	126
3.3.42.5	Control de calidad	127
3.3.43	Válvulas de compuerta	128
3.3.44	Válvulas de mariposa	130
3.3.44.1	Accionamiento motorizado	133
3.3.45	Válvulas Hidráulicas anticipadoras de onda.....	135
3.3.46	Válvulas antirretorno o de retención.....	138
3.3.47	Válvulas de esfera	140
3.3.48	Ventosas.....	141
3.3.48.1	Normativa y generalidades.....	141
3.3.48.2	Términos y definiciones.....	141
3.3.48.3	Elementos constitutivos y materiales	143
3.3.48.4	Características técnicas	146
3.3.48.5	Plan de aseguramiento de la calidad	151
3.3.49	Filtros hidrociclónicos multihelices	158
3.3.49.1	Normativa y generalidades.....	159
3.3.49.2	Especificaciones generales del producto.....	159
3.3.49.3	Especificaciones específicas de la obra	160
3.3.49.4	Plan de aseguramiento de la calidad	161
3.3.50	Piezas especiales en calderería.....	162

3.3.50.1	<i>Ejecución de soldaduras</i>	170
3.3.50.2	<i>Control de calidad</i>	171
3.3.51	<i>Carretes de desmontaje telescópicos</i>	174
3.3.52	<i>Prefabricados de hormigón</i>	175
3.3.52.1	<i>Normativa y generalidades</i>	175
3.3.52.2	<i>Calidad de los materiales</i>	176
3.3.52.3	<i>Control de calidad</i>	176
3.3.52.4	<i>Acopios</i>	177
3.3.52.5	<i>Transporte y manipulación</i>	177
3.3.52.6	<i>Marcado de los prefabricados</i>	177
3.3.53	<i>Instalaciones eléctricas en baja tensión</i>	178
3.3.53.1	<i>Canalizaciones eléctricas</i>	178
3.3.53.2	<i>Conductores</i>	183
3.3.53.3	<i>Cajas de empalme</i>	185
3.3.53.4	<i>Mecanismos y tomas de corriente</i>	186
3.3.53.5	<i>Aparatura de mando y protección</i>	186
3.3.53.6	<i>Interruptores automáticos</i>	188
3.3.53.7	<i>Fusibles</i>	189
3.3.53.8	<i>Interruptores diferenciales</i>	189
3.3.53.9	<i>Seccionadores</i>	191
3.3.53.10	<i>Embarrado</i>	191
3.3.53.11	<i>Prensaestopas y etiquetas</i>	191
3.3.53.12	<i>Receptores de alumbrado</i>	192
3.3.53.13	<i>Puestas a tierra</i>	192
3.3.53.14	<i>Inspecciones y pruebas en fábrica</i>	195
3.3.54	<i>Sistema de telecontrol</i>	196
3.3.54.1	<i>Normativa y generalidades</i>	196
3.3.54.2	<i>Interoperabilidad</i>	197
3.3.54.3	<i>Características técnicas generales y obligatorias</i>	198
3.3.54.4	<i>Configuración del sistema</i>	206
3.3.54.5	<i>Sistema de comunicaciones</i>	208
3.3.54.6	<i>Centro de control</i>	210
3.3.54.7	<i>Cursos de formación</i>	214
3.3.54.8	<i>Documentación</i>	215
3.3.54.9	<i>Mantenimiento de la instalación</i>	216
3.3.54.10	<i>Unidades remotas en terminales de riego</i>	218
3.3.54.11	<i>Concentradoras</i>	221
3.3.54.12	<i>Autómatas para el control de la red de alta</i>	221
3.3.54.13	<i>Fibra óptica</i>	222
3.3.54.14	<i>Pantalla táctil en la red de alta</i>	223
3.3.54.15	<i>Plan de aseguramiento de la calidad</i>	223
3.3.55	<i>Medidas de nivel</i>	233
3.3.56	<i>Transmisores de presión</i>	234
3.3.57	<i>Boyas de alarma</i>	235
3.3.58	<i>Variadores de frecuencia</i>	236
3.3.59	<i>Equipos de bombeo</i>	237
3.3.59.1	<i>Bombas de 250 kW</i>	237
3.3.59.2	<i>Bomba de 160 kW</i>	241
3.3.59.3	<i>Recepción del suministro y almacenamiento</i>	245
3.3.59.4	<i>Ejecuciones generales</i>	246
3.3.59.5	<i>Ensayo y pruebas</i>	246
3.3.60	<i>Materiales cuyas condiciones no están especificadas en este Pliego</i>	246

3.3.61 *Discordancia entre promotor y contrata con respecto a la calidad de los materiales*
 247

4	EJECUCIÓN Y CONTROL DE OBRAS.....	248
4.1	CONDICIONES GENERALES.....	249
4.1.1	<i>Programa de trabajo.....</i>	<i>249</i>
4.1.2	<i>Equipos.....</i>	<i>249</i>
4.1.3	<i>Métodos constructivos.....</i>	<i>250</i>
4.2	REPLANTEO.....	250
4.3	DIFICULTADES EN EL TRAZADO.....	251
4.4	DESBROCE Y REBAJE.....	253
4.5	EXCAVACIONES EN ZANJAS.....	253
4.6	EXCAVACIONES EN EL VASO DE LA ESTACION DE BOMBEO.....	255
4.7	EXCAVACIONES PARA ESTRUCTURAS.....	255
4.8	EXCAVACIONES EN ÁREAS DE PRÉSTAMO.....	256
4.9	DISTANCIA DE TRANSPORTE.....	256
4.10	RELLENOS.....	257
4.10.1	<i>En zanjas y obras de fábrica.....</i>	<i>257</i>
4.10.1.1	<i>Rellenos.....</i>	<i>257</i>
4.10.1.2	<i>Terraplenes.....</i>	<i>259</i>
4.11	MATERIAL RELLENO EN LECHO DE TUBERÍAS.....	261
4.12	CONDICIONES GENERALES PARA LOS HORMIGONES.....	263
4.12.1	<i>Materiales.....</i>	<i>263</i>
4.12.2	<i>Tipos de hormigón.....</i>	<i>263</i>
4.13	DOSIFICACIÓN DE LOS HORMIGONES.....	264
4.14	FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN.....	266
4.15	TRANSPORTE Y SUMINISTRO DEL HORMIGÓN.....	269
4.16	PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN.....	270
4.17	TEMPERATURA DEL HORMIGONADO.....	273
4.18	CURADO DEL HORMIGÓN.....	276
4.19	TOLERANCIAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE HORMIGONES.....	278
4.20	CONTROL DEL HORMIGÓN.....	279
4.20.1	<i>Ensayos de docilidad del hormigón.....</i>	<i>280</i>
4.20.2	<i>Ensayos de resistencia del hormigón.....</i>	<i>281</i>
4.20.3	<i>Ensayos de penetración de agua en el hormigón.....</i>	<i>282</i>
4.21	JUNTAS DE HORMIGONADO.....	282
4.22	PINTURAS ANTICORROSIVAS Y GALVANIZADO.....	283
4.23	ENCOFRADOS Y MOLDES.....	284
4.24	DESENCOFRADO, DESMOLDADO Y DESCIMBRADO.....	287
4.25	PRODUCTOS DESENCOFRANTES.....	287

4.26	ARMADURAS	288
4.26.1	<i>Despiece</i>	288
4.26.2	<i>Enderezado</i>	288
4.26.3	<i>Corte</i>	288
4.26.4	<i>Doblado</i>	289
4.26.5	<i>Armado de la ferralla</i>	289
4.26.6	<i>Anclaje de la armadura</i>	289
4.26.7	<i>Empalme de armaduras</i>	290
4.27	ACABADOS DE SUPERFICIES	290
4.27.1	<i>Requisitos Generales</i>	290
4.27.2	<i>Acabado Normal</i>	291
4.27.3	<i>Acabados Especiales</i>	291
4.27.4	<i>Curado</i>	292
4.27.5	<i>Limpieza</i>	292
4.28	MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	292
4.28.1	<i>Arriostramientos</i>	292
4.28.2	<i>Aptitud de las uniones provisionales</i>	293
4.28.3	<i>Esfuerzo de montaje</i>	293
4.28.4	<i>Alineación</i>	293
4.28.5	<i>Mano de obra de soldadura</i>	293
4.28.6	<i>Organización de los trabajos</i>	293
4.28.7	<i>Manipulación del material</i>	294
4.28.8	<i>Empalmes</i>	294
4.28.9	<i>Tolerancias</i>	294
4.29	UNIONES ATORNILLADAS	295
4.30	UNIONES SOLDADAS	296
4.30.1	<i>Inspección de las soldaduras</i>	297
4.30.2	<i>Ejecución de uniones soldadas</i>	297
4.31	ALBAÑILERÍA	298
4.31.1	<i>Muros de ladrillo</i>	298
4.31.2	<i>Juntas</i>	301
4.31.3	<i>Bloque de hormigón</i>	301
4.31.4	<i>Protección</i>	302
4.32	FALSOS TECHOS	302
4.33	ENFOSCADOS	303
4.33.1	<i>Condiciones previas</i>	303
4.33.2	<i>Ejecución</i>	303
4.34	CARPINTERÍA METÁLICA	306
4.34.1	<i>Puertas de acero</i>	306

4.34.2	<i>Puertas y ventanas de aluminio</i>	306
4.35	SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN.....	307
4.35.1	<i>Geotextiles</i>	307
4.35.1.1	<i>Despliegue de geotextiles</i>	307
4.35.1.2	<i>Procedimientos de soldadura y unión</i>	307
4.35.2	<i>Geomembranas</i>	308
4.35.2.1	<i>Identificación de panales</i>	308
4.35.2.2	<i>Métodos de despliegue</i>	308
4.35.2.3	<i>Soldadura de paneles</i>	309
4.36	SOLDADURAS.....	310
4.36.1	<i>Soldaduras por termofusión</i>	310
4.36.2	<i>Soldaduras por extrusión</i>	311
4.37	TUBERÍAS	311
4.37.1	<i>Generalidades</i>	311
4.37.1.1	<i>Colocación</i>	312
4.37.1.2	<i>Pruebas de presión de las tuberías una vez instaladas en obra</i>	312
4.38	PIEZAS ESPECIALES	317
4.39	VÁLVULAS Y VENTOSAS	318
4.40	VALVULAS ANTIRRETORNO	318
4.41	APARATOS DE MEDIDA Y CONTROL	319
4.42	FILTROS	319
4.43	TELECONTROL.....	320
4.44	EQUIPOS DE BOMBEO.....	320
4.45	VALVULAS ANTICIPADORAS DE ONDA	324
4.46	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	324
4.47	MEDIDAS AMBIENTALES.....	326
4.47.1	<i>Generalidades</i>	326
4.47.2	<i>Acciones de divulgación y formación en buenas prácticas agrícolas</i>	326
4.47.3	<i>Estructuras vegetales en alineación</i>	327
4.47.4	<i>Estructuras vegetales areales</i>	328
4.47.5	<i>Instalación de cajas nido y refugios</i>	329
4.48	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	329
4.49	UNIDADES NO INCLUIDAS EN EL PRESENTE PLIEGO.....	331
5	MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS	332
5.1	NORMAS GENERALES	333
5.2	DEMOLICIONES	334
5.3	DESBROCES	335
5.4	EXCAVACIONES.....	335
5.5	TRANSPORTE ADICIONAL	336
5.6	RELLENOS.....	337

5.7	REFINOS	337
5.8	OBRAS DE COMPACTACIÓN	338
5.9	HORMIGONES	338
5.10	ENCOFRADOS	338
5.11	ARMADURAS	339
5.12	MALLAS ELECTROSOLDADAS.....	340
5.13	REJILLA ELECTROSOLDADA	341
5.14	FÁBRICA DE LADRILLO O BLOQUE	341
5.15	ENFOCADOS	341
5.16	ANCLAJES, SOPORTES, CONTRARRESTOS DE HORMIGÓN Y METÁLICOS .	342
5.17	CARPINTERÍA METÁLICA	342
5.17.1	<i>Puerta de acero</i>	<i>342</i>
5.17.2	<i>Carpintería de aluminio</i>	<i>342</i>
5.18	CUBIERTAS.....	343
5.19	ASPIRADOR GIRATORIO	343
5.20	TUBERÍAS	343
5.21	ACCESORIOS DE TUBERÍAS.....	344
5.22	SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN	344
5.23	AGLOMERADOS	345
5.24	RELLENOS LOCALIZADOS DE MATERIAL FILTRANTE.....	345
5.25	BORDILLOS.....	345
5.26	PINTURA EN PAREDES Y TECHOS.....	345
5.27	EQUIPOS DE BOMBEO.....	346
5.28	TELECONTROL.....	346
5.29	ELECTRICIDAD	346
5.30	CONSTRUCCIONES VARIAS	346
5.31	VALVULERIA	347
5.32	EQUIPOS DE FILTRADO	347
5.33	IMPACTO AMBIENTAL.....	348
5.34	MEDIOS AUXILIARES	348
5.35	PARTIDAS ALZADAS DE ABONO ÍNTEGRO	348
5.36	OBRAS NO AUTORIZADAS Y OBRAS DEFECTUOSAS	348
5.37	ABONO DE OBRA INCOMPLETA	349
5.38	MATERIALES QUE NO SEAN DE RECIBO.....	349
5.39	PARTIDAS ALZADAS A JUSTIFICAR, DE TRABAJOS POR ADMINISTRACIÓN Y ELABORACIÓN DE PRECIOS CONTRADICTORIOS.....	350
5.40	MATERIALES SOBRANTES	351
5.41	ENSAYOS Y CONTROL DE CALIDAD	351
5.42	GASTOS DIVERSOS POR CUENTA DE LA CONTRATA.....	351

5.43	CONCEPTOS NO INCLUIDOS EN EL PRECIO DE LAS UNIDADES DE OBRA ...	352
6	DISPOSICIONES GENERALES	353
6.1	DISPOSICIONES GENERALES.....	354
6.2	SEGURIDAD PÚBLICA Y PROTECCIÓN DEL TRÁFICO.....	354
6.3	RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	354
6.4	SUBCONTRATOS	355
6.5	GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA.....	355
6.6	CONSERVACIÓN DEL PAISAJE	355
6.7	LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS.....	356
6.8	CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO	356
6.9	PLAN DE EJECUCIÓN	356
6.10	INICIACIÓN Y REPLANTEO DE LAS OBRAS	357
6.11	PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA.....	358
6.12	CANCELACIÓN DE GARANTÍAS.....	358
6.13	PRUEBAS DE RECEPCIÓN	358
6.14	VALIDEZ DE LOS ENSAYOS	358
6.15	FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN.....	359
6.16	LIBRO DE ÓRDENES	359
6.17	ENSAYOS Y RECONOCIMIENTOS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	359
6.18	PRUEBAS	360
6.19	INSTALACIONES AUXILIARES PROVISIONALES	360
6.20	CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS REALIZADAS	360
6.21	RESTITUCIÓN DE SERVICIOS.....	361
6.22	RECEPCIÓN, MEDICIÓN Y VALORACIÓN GENERAL Y LIQUIDACIÓN FINAL... ..	361
6.23	OBLIGACIONES NO PREVISTAS EN ESTE PLIEGO	361
6.24	DAÑOS Y PERJUICIOS	362
6.25	OBLIGACIONES SOCIALES	362
6.26	PUBLICIDAD	362

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Husos granulométricos	24
Tabla 2. Especificaciones de emulsión bituminosa catiónica ECI	25
Tabla 3. Especificaciones de emulsión bituminosa catiónica ECR-1	25
Tabla 4. Límites de sustancias perjudiciales	27
Tabla 5. Limitaciones de los áridos.....	28
Tabla 6. Material retenido en % en peso del árido	28
Tabla 7. Especificaciones a cumplir.....	30
Tabla 8. Tipos de cemento	32
Tabla 9. Granulometría de los áridos	33
Tabla 10. Tipos de acero corrugado	39
Tabla 11. Características mecánicas mínimas de los aceros (UNE en 10025-2:2020)	43
Tabla 12. Espesor máximo (mm) de chapas	44
Tabla 13. Porcentaje en peso por tamiz	48
Tabla 14. Dosificación de morteros	49
Tabla 15. Dimensiones y número de huecos de los ladrillos	52
Tabla 16. Características de la carpintería metálica de aluminio	59
Tabla 17. Espesor revestimiento según norma UNE EN 10346:2015	64
Tabla 18. Espesores mínimos admisibles del espesor del recubrimiento galvanizado según norma UNE EN ISO 1461:2010	64
Tabla 19. Características del material (I).....	75
Tabla 20. Calidad del polietileno.....	77
Tabla 21. Radios mínimo de curvatura a 20 °C	78

Tabla 22. Ensayos tuberías de polietileno	88
Tabla 23. Plan general de ensayos tuberías polietileno	91
Tabla 24. Valores mínimos a cumplir.....	93
Tabla 25. Características Lámina de PEAD de 1,5mm	94
Tabla 26. Composición química del análisis de colada para los tipos de acero S235 a S500	101
Tabla 27. Características mecánicas del acero S 275 JR	102
Tabla 28. Diámetros y espesores nominales de los tubos de acero	103
Tabla 29. Diámetros y espesores nominales de los tubos de acero	104
Tabla 30. Composición química del análisis de colada para los tipos de acero S235 a S500	110
Tabla 31. Características mecánicas del acero.....	111
Tabla 32. Características mecánicas del acero.....	121
Tabla 33. Características de las válvulas	139
Tabla 34. Tamaño de ventosas en función al tipo de tubería.....	147
Tabla 35. Superficies mínimas de paso.....	148
Tabla 36. Capacidades mínimas de válvulas de aireación	148
Tabla 37. Ensayos (UNE-EN 1074-1:2001 y UNE-EN 1074-4:2001	156
Tabla 38. Ensayos realizados según otras normas.....	156
Tabla 39. Verificaciones y ensayos en la recepción del material	157
Tabla 40. Programa puntos inspección filtros hidrociclónicos trituradores.....	162
Tabla 41. Dimensiones tubo y espesor	164
Tabla 42. Espesores mínimos	165
Tabla 43. Tabla 4 de la norma EN 10224	166
Tabla 44. Relación longitud de la pieza y diferencia de diámetro	167

Tabla 45. Control de calidad para piezas especiales y calderería	172
Tabla 46. Longitud y tolerancia de montaje	175
Tabla 47. Características de las canalizaciones.....	182
Tabla 48. Secciones conductores de tierra	194
Tabla 49. Secciones conductores de tierra	195
Tabla 50. Puntos de control en red de alta	207
Tabla 51. Puntos de control en red de baja	208
Tabla 52. Características variadores de frecuencia	236
Tabla 53. Datos del punto de trabajo de bombas de 250 kW	237
Tabla 54. Rendimientos y valores de NPSH de la bomba (I)	239
Tabla 55. Características motor bombas 250 kW.....	240
Tabla 56. Características de la bomba	241
Tabla 57. Datos del punto de trabajo de bomba de 160 kW	241
Tabla 58. Rendimientos y valores de NPSH de la bomba (II)	243
Tabla 59. Características motor bomba 160 kW	244
Tabla 60. Características del impulsor de la bomba.....	245
Tabla 61. Granulometría aconsejable.....	261
Tabla 62. Límites de sustancias perjudiciales	262
Tabla 63. Tipos de hormigón	264
Tabla 64. Consistencia del hormigón.....	268
Tabla 65. Ensayos hormigón	268
Tabla 66. Condiciones especiales	275
Tabla 67. Niveles de calidad de las soldaduras para las diferentes clases de ejecución	297

Tabla 68. Tabla 2.1. del CTE-DB-SE-F	301
Tabla 69. Valores del módulo de elasticidad del material de la tubería (E)	316

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Pantalla de Scada (I).....	210
Ilustración 2. Pantalla de Scada (II).....	211
Ilustración 3. Imagen software de control (I)	211
Ilustración 4. Imagen software de control (II)	212
Ilustración 5. Imagen software de control (III)	212
Ilustración 6. Imagen software de control (IV).....	213
Ilustración 7. Curvas características de bomba de 250 l/s a 70 mca.....	238
Ilustración 8. Curvas características de bomba de 250 l/s a 70 mca con distintas revoluciones	238
Ilustración 9. Curvas características de bomba de 142 l/s a 70 mca.....	242
Ilustración 10. Curvas características de bomba de 142 l/s a 70 mca con distintas revoluciones	243
Ilustración 11. Tolerancia para la consistencia del hormigón	280
Ilustración 12. Tipo de elementos estructurales.....	281
Ilustración 13. Modelo de cartel provisional 2,10 m x 1,5 m.	363
Ilustración 14. Modelo de placa permanente 0,42 m x 0,42 m.	364

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1. Configuración red de baja	209
---	-----

1 OBJETO DEL PLIEGO Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

1.1 OBJETO DEL PLIEGO

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establece el conjunto de instrucciones, normas y especificaciones, que, junto a lo indicado en el Cuadro de Precios y los Planos del Proyecto, definen los requisitos técnicos a cumplir en la ejecución de las obras que son objeto del proyecto de “Modernización integral e implantación de nuevas tecnologías en la zona regable de la Comunidad de Regantes de Gadiana (Badajoz)”.

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

1.2 SITUACIÓN DE LAS OBRAS

Las obras están situadas en la provincia de Badajoz, en el término municipal de Gadiana.

1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

La solución proyectada para las obras de modernización se compone de las siguientes obras:

- Nueva estación de bombeo
- By-pass a la torre elevadora.
- Filtrados hidrociclonicos anti-almejas en cabecera de los tres ramales principales.
- Automatización de la nueva estación de bombeo.
- Telelectura de presiones en la red de riego (entrada y salida de cabezales de filtrado existentes).

1.4 DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

Documento Nº1.- Memoria y Anejos

Documento Nº 2.- Planos

Documento Nº 3.- Pliego de Prescripciones Técnicas

Documento Nº 4.- Presupuesto

1.5 DOCUMENTOS CONTRACTUALES

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

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

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

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

2 DISPOSICIONES TÉCNICAS DE CARÁCTER GENERAL

2.1 DISPOSICIONES VIGENTES

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

- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas. Revisión vigente desde 5 de noviembre de 2015
- Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre. Revisión vigente desde 7 de diciembre de 2019
- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3), con sus actualizaciones vigentes posteriores al Plan aprobado por Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976 (PG-3/75).
- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras.
- Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico que desarrolla los títulos preliminares, I, IV, V, VI, VII y VIII del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de

julio

- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.
- Orden de 12 de marzo de 1996, por la que se aprueba el Reglamento técnico sobre seguridad de presas y embalses.
- Real Decreto 264/2021, de 13 de abril, por el que se aprueban las normas técnicas de seguridad para las presas y sus embalses.
- Orden de 28 de Julio de 1974 por la que se aprueba el "Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua" y se crea una "Comisión Permanente de Tuberías de Abastecimiento de Agua y de Saneamiento de Poblaciones".
- Orden de 15 de septiembre de 1986, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones (BOE nº228/86 de 23 de septiembre de 1986).
- Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado, septiembre 2007.
- Normas UNE de cumplimiento obligatorio.
- Especificaciones Particulares de la Compañía Eléctrica Distribuidora.
- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Modificado por el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, la Orden VIV/984/2009, de 15 de abril y el Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero.
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08). La entrada en vigor del Código Estructural (Real Decreto 470/2021, de 29 de junio), no afecta a este proyecto en base a la "Disposición transitoria única. Aplicación a proyectos y obras. Lo dispuesto en este real decreto no será de aplicación a los proyectos cuya orden de redacción o de estudio, en el ámbito de las Administraciones públicas, o encargo, en otros casos, se hubiese efectuado con anterioridad a su entrada

en vigor, ni a las obras de ellos derivadas, siempre que estas se inicien en un plazo no superior a un año para las obras de edificación, ni de tres años para las de ingeniería civil, desde dicha entrada en vigor, salvo que por el correspondiente órgano competente, o en su caso por el promotor, se acordase acomodar el proyecto al contenido del Código estructural". Por tanto, todo lo relativo a la EHE-08 será de aplicación (RD 1247/2008, de 18 de julio)

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctrica de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. Revisión vigente desde 1 de julio de 2020.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 16/2015, de 23 de abril, de protección ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura (D.O.E. número 81, de 29 de abril de 2015).
- Decreto 356/2010, de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada, se establece el régimen de organización y funcionamiento del registro de autorizaciones de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental, de las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y de las instalaciones que emiten compuestos orgánicos volátiles, y se modifica el contenido del Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.

- .- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- .- Directiva (UE) 2018/850 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos.
- .- Directiva 2004/12/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de febrero de 2004, por la que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases.
- .- Directiva (UE) 2015/720 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2015, por la que se modifica la Directiva 94/62/CE en lo que se refiere a la reducción del consumo de bolsas de plástico ligeras.
- .- Directiva (UE) 2018/852 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases.
- .- Directiva 96/59/CE del Consejo de 16 de septiembre de 1996 relativa a la eliminación de los policlorobifenilos y de los policloroterfenilos (PCB/PCT).
- .- Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- .- Reglamento (UE) n ° 660/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de mayo de 2014, por el que se modifica el Reglamento (CE) n ° 1013/2006 relativo a los traslados de residuos.
- .- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- .- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- .- Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015, por el que se aprueba el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.
- .- Resolución de 14 de junio de 2001, de la Secretaría General de Medio Ambiente, por la que se dispone la publicación del Acuerdo de Consejo de Ministros, de 1 de junio de 2001, por el que se aprueba el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006.

- .- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- .- Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.
- .- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- .- Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los policlorobifenilos, policloroterfenilos y aparatos que los contengan.
- .- Real Decreto 228/2006, de 24 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los policlorobifenilos, policloroterfenilos y aparatos que los contengan.
- .- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular
- .- Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.
- .- Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.
- .- Real Decreto 252/2006, de 3 de marzo, por el que se revisan los objetivos de reciclado y valorización establecidos en la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases, y por el que se modifica el Reglamento para su desarrollo y ejecución, aprobado por el Real Decreto 782/1998, de 30 de abril.
- .- Real Decreto 27/2021, de 19 de enero, por el que se modifican el Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos, y el Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- .- Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
- .- Real Decreto 952/1997 de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la Ejecución de la Ley 20/1986 (DEROGADA POR Ley 10/1998), de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.
- .- Decreto 93/1999, de 6 de abril, sobre procedimientos de gestión de residuos.

- .- Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.
- .- Decreto Legislativo 1/2009, de 21 de julio, por el que se aprueba el Texto refundido de la Ley reguladora de los residuos.
- .- Real Decreto 1304/2009, del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, de 31 de julio de 2009, por el que se modifica el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante el depósito en vertedero.
- .- Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre, por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Modificada por:

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

Desarrollada por:

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

Desarrollada por:

- R.D. 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Modificado por:

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

Modificado por:

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

Desarrollado por:

- Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en lo referido a la acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención, memoria de actividades preventivas y autorización para realizar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e

Higiene en el Trabajo.

- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Modificado por:

- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los

trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular

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

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

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

3 CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES

3.1 CONDICIONES GENERALES

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

3.1.1 Materiales suministrados por el contratista

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.1.2 Transporte y acopio

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

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

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

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

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

3.2 EXAMEN Y PRUEBA DE LOS MATERIALES

3.2.1 Presentación previa de muestras

No se procederá a realizar el acopio ni empleo de ninguna clase de materiales, sin que previamente se hayan presentado por el Contratista las muestras adecuadas para que puedan ser examinadas y aceptadas, previa realización, en su caso, de las pruebas y ensayos en los términos y formas prescritos en este Pliego, o que, en su defecto, pueda decidir la Dirección de Obra.

3.2.2 Ensayos

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

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

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

3.2.3 Materiales que no sean de recibo

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

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

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

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

3.2.4 Materiales no especificados en este pliego

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

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

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

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

3.2.5 Materiales y otros elementos que no reúnan las condiciones exigidas

No se procederá al empleo y colocación de los materiales sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Prescripciones Técnicas y el Cuadro de Precios Nº1, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Prescripciones, vigente en la obra.

En el caso de que los resultados de los ensayos y pruebas derivados del control de calidad sean desfavorables, el Ingeniero Director de la Obra podrá elegir entre rechazar la totalidad de la partida controlada dando orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos o a falta de estos, a las órdenes del Director de Obra o sean idóneos para el uso proyectado; o ejecutar un control más detallado del material, piezas o equipo, en examen.

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

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

3.3 CONDICIONES TÉCNICAS QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES

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

3.3.1 Agua

El agua que se haya de utilizar en la elaboración de morteros y hormigones, así como en los lavados de arenas, gravas y fábricas, deberá cumplir las condiciones impuestas en el Artículo 27 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE-08, aprobada por el Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio.

El agua utilizada tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no debe contener ningún ingrediente perjudicial en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión.

El agua será limpia y estará exenta de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, sales, álcalis, materias orgánicas y otras sustancias nocivas. Al ser sometida a ensayo para determinar la resistencia estructural al árido fino, la resistencia de las probetas similares hechas con el agua sometida a ensayo y un cemento Portland normal será, a los 28 días, como mínimo el 95% de la resistencia de probetas similares hechas con agua conocida de calidad satisfactoria y con el mismo cemento árido fino. En cualquier caso, se cumplirá lo especificado en la Norma EHE-08.

3.3.2 Cemento Pórtland

El cemento deberá cumplir las condiciones exigidas en el vigente Pliego de Condiciones para la Recepción de cementos RC-16, aprobado por el Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, así como en el Artículo 26 la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 aprobada por Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio de 2008. Además, el cemento deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las cualidades que a éste se le exigen en la citada Instrucción.

A su recepción en obra, cada partida de cemento se someterá a la serie completa de ensayos que indique la Dirección de Obra, no pudiendo emplearse dicho cemento en la obra hasta que no haya sido aprobado por aquella.

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

3.3.3 Rellenos

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

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

Suelos seleccionados.

Se considerarán como tales aquellos que cumplen las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento ($MO < 0,2\%$), según UNE 103204:2019, Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico.
- Contenido en sales solubles en agua, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ($SS < 0,2\%$), según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros ($D_{m\acute{a}x} < 100 \text{ mm}$)
- Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento ($\# 0,40 < 15\%$) o que en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:
 - Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ($\# 2 < 80\%$).
 - Cernido por el tamiz 0,40 UNE, menor del setenta y cinco por ciento ($\# 0,40 < 75\%$).
 - Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al veinticinco por ciento ($\# 0,080 < 25\%$).
 - Límite líquido menor de treinta ($LL < 30$), según UNE-EN ISO 17892-12:2019, investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos. Parte 12: Determinación del límite líquido y del límite plástico.
 - Índice de plasticidad menor de diez ($IP < 10$), según UNE-EN ISO 17892-12:2019, investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos. Parte 12: Determinación del límite líquido y del límite plástico.

Suelos adecuados

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

- Contenido en materia orgánica inferior al uno por ciento ($MO < 1\%$).
- Contenido en sales solubles, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ($SS < 0,2\%$).
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros ($D_{m\acute{a}x} < 100 \text{ mm}$).
- Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ($\# 2 < 80\%$).

- Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al treinta y cinco por ciento ($\# 0,080 < 35\%$).
- Límite líquido inferior a cuarenta ($LL < 40$).
- Si el límite líquido es superior a treinta ($LL > 30$) el índice de plasticidad será superior a cuatro ($IP > 4$).

Suelos tolerables

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

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

- Contenido en materia orgánica inferior al dos por ciento ($MO < 2\%$).
- Contenido en yeso inferior al cinco por ciento ($Yeso < 5\%$), según NLT 115.
- Contenido en otras sales solubles distintas del yeso inferior al uno por ciento ($SS < 1\%$).
- Límite líquido inferior a sesenta y cinco ($LL < 65$).
- Si el límite líquido es superior a cuarenta ($LL > 40$) el índice de plasticidad será mayor del setenta y tres por ciento del valor que resulta de restar veinte al límite líquido [$IP > 0,73 (LL - 20)$].
- Asiento en ensayo de colapso inferior al uno por ciento (1%), según NLT 254.
- Hinchamiento en ensayo de expansión inferior al tres por ciento (3%), según UNE 103601:1996, Ensayo del hinchamiento libre de un suelo en edómetro.

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

Suelos inadecuados

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

- Empleo

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

Para determinar la calidad de los materiales, se realizarán los siguientes ensayos por cada 15.000 m³, o fracción de tierras a emplear:

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

Todos ellos, según las Normas NLT.

3.3.4 Material de relleno de zanjas de tuberías

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

Los áridos a emplear serán productos obtenidos por la clasificación de arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas suficientemente trituradas, mezclas de ambos materiales u otros productos que, por su naturaleza, resistencia y tamaño cumplan las condiciones exigidas.

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

Cuando se emplee el material sobrante de las excavaciones para el tapado de las zanjas, siempre se realizará librando a dicho material de los tamaños muy gruesos y se compactará al 95 % del PN.

En el caso de que el árido de cada una de las zonas de extracción, posea marcado CE conforme al Reglamento UE 305/2011 de productos de construcción, no será necesario controlar el árido, y será suficiente con aportar documentación que lo acredite.

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

3.3.5 Cunetas

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

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

3.3.6 Zahorra artificial

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

Tabla 1. Husos granulométricos

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

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

3.3.7 Riegos de imprimación

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

Tabla 2. Especificaciones de emulsión bituminosa catiónica ECI

Característica	Unidad	Norma	Valor
Viscosidad Saybolt a 25°C	S	NLT 138	≤50
Carga de las partículas		NLT 194	positiva
Contenido de agua	%	NLT 137	≤50
Betún asfáltico residual	%	NLT 139	≥40
Fluidificante por destilación	%	NLT 139	5-15
Sedimentación	%	NLT 140	≤10
Tamizado	%	NLT 142	≤0,1
Penetración	0,1 mm	NLT 124	200-300
Ductilidad	Cm	NLT 126	≥40
Solubilidad en tolueno	%	NLT 130	≥97,5

3.3.8 Riegos de adherencia

La emulsión a emplear como riego de adherencia será de tipo ECR-1 y cumplirá con las siguientes especificaciones técnicas, así como con lo especificado para este tipo de emulsión en el PG3. La dosificación será de medio kilogramo por metro cuadrado (0,5 Kg/m²)

Tabla 3. Especificaciones de emulsión bituminosa catiónica ECR-1

Característica	Unidad	Norma	Valor
Emulsión original			
Viscosidad Saybolt a 25°C	S	NLT 138	≤50
Carga de las partículas		NLT 194	positiva
Contenido de agua	%	NLT 137	≤43
Betún asfáltico residual	%	NLT 139	≥57
Fluidificante por destilación	%	NLT 139	≤5
Sedimentación	%	NLT 140	≤5
Tamizado	%	NLT 142	≤0,1
Residuo por destilación			
Penetración	0,1 mm	NLT 124	130-200
Ductilidad a 25°C	cm	NLT 126	≥40
Solubilidad en tolueno	%	NLT 130	≥97,5

3.3.9 Mezclas bituminosas en caliente

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

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

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

En particular se realizarán los siguientes ensayos: Ensayo Marshall, según UNE-EN 12697-34:2013. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 34: Ensayo Marshall, para la determinación de la resistencia a la deformación plástica, ensayo de la densidad relativa de los materiales bituminosos según NLT-168, ensayo de determinación de la granulometría de las partículas según NLT-165 y ensayo de determinación del porcentaje de huecos según UNE-EN 12697-8:2020. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 8: Determinación del contenido de huecos en las probetas bituminosas. Se tomará, como mínimo, una muestra cada 50 t de aglomerado para la realización de dichos ensayos.

3.3.10 Pavimentos de hormigón

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

3.3.11 Bordillos

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

3.3.12 Componentes de hormigones y morteros

3.3.12.1 Áridos

3.3.12.1.1 Generalidades

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.

El material del que procedan los áridos ha de tener en igual o superior grado, las cualidades exigidas para el hormigón con él fabricado. 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.

3.3.12.1.2 Control de calidad

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

Condiciones físico-químicas:

La cantidad de sustancias perjudiciales que pueden presentar los áridos no excederá de los límites indicados en la siguiente tabla:

Tabla 4. Límites de sustancias perjudiciales

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+A1:201399	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 %

Estos ensayos se realizarán con una periodicidad semestral excepto el análisis de materia orgánica y de equivalente de arena, que tendrán una periodicidad semanal.

Condiciones físico-mecánicas:

Los áridos cumplirán las limitaciones de la siguiente tabla y se ensayarán como mínimo una vez al año.

Tabla 5 Limitaciones de los áridos

Condiciones	Árido fino	Árido grueso
Friabilidad de la arena UNE 146404:2018	≤ 40	-----
Resistencia al desgaste (Desgaste de los Ángeles) UNE-EN 1097-2:2010	-----	≤ 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 4 de la norma UNE 146121:2000, este análisis se realizará semanalmente.

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

Tabla 6. Material retenido en % en peso del árido

Límites	Material retenido en % en peso						
	4 mm	2 mm	1 mm	0.5 mm	0.25 mm	0.125mm	0.063mm
Superior	0	4	16	40	70	82	(1)
Inferior	20	38	60	82	94	100	100

La forma del árido grueso se expresará mediante su coeficiente de forma o bien mediante su índice de lajas, debiendo cumplir al menos las prescripciones relativas a uno de los dos, ambos ensayos se realizarán como mínimo una vez al año.

El equivalente de arena del árido fino se comprobará como mínimo anualmente, conforme la norma UNE-EN 933-8:2012+A1:2015/1M:2016, será inferior a 70 para las clases de exposición I, IIa y IIb e inferior a 75 en el resto de los casos.

3.3.12.1.3 *Árido fino.*

El árido fino consistirá en arena natural, o previa aprobación del Director de la Obra, en otros materiales inertes que tengan características similares. El árido fino estará exento de álcalis solubles al agua, así como de sustancias que pudieran causar expansión en el hormigón por reacción a los álcalis del cemento. Sin embargo, no será necesario el ensayo para comprobar la existencia de estos ingredientes en árido fino que proceda de un punto en que los ensayos anteriores se hubieran encontrado exentos de ellos, o cuando se demuestre satisfactoriamente que el árido procedente del mismo lugar que se vaya a emplear, ha dado resultados satisfactorios en el hormigón de dosificación semejante a los que se vayan a usar, y que haya estado sometido durante un periodo de 5 años a unas condiciones de trabajo y exposición, prácticamente iguales a las que ha de someterse el árido a ensayar, y en las que el cemento empleado era análogo al que vaya a emplearse. En cualquier caso, se ajustará a lo especificado en el Artículo correspondiente de la Norma EHE-08.

3.3.12.1.4 *Árido grueso.*

Consistirá en piedra machacada o grava, o previa aprobación en otros materiales inertes y de características similares. Estará exento de álcalis solubles en agua y de sustancias que pudieran causar expansión en el hormigón a causa de su reacción con los álcalis del cemento, no obstante, no será necesario el ensayo para comprobar la existencia de estos ingredientes en árido grueso que proceda de un lugar que en ensayos anteriores se haya encontrado exento de ellos o, cuando se demuestra satisfactoriamente que este árido grueso ha dado resultados satisfactorios en un hormigón obtenido con el cemento y una dosificación semejantes a los que se vayan a usar, y que haya estado sometido durante un periodo de 5 años a unas condiciones de trabajo y exposición prácticamente iguales las que tendrá que soportar el árido a emplear. En cualquier caso, todo árido se atenderá a lo especificado en el Artículo correspondiente de la Norma EHE-08.

El tamaño del árido grueso será el siguiente:

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

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

3.3.12.2 Agua

El agua será limpia y estará exenta de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, sales, álcalis, materias orgánicas y otras sustancias nocivas. Al ser sometida a ensayo para determinar la resistencia estructural al árido fino, la resistencia de las probetas similares hechas con el agua sometida a ensayo y un cemento Portland normal será, a los 28 días, como mínimo el 95% de la resistencia de probetas similares hechas con agua conocida de calidad satisfactoria y con el mismo cemento árido fino. En cualquier caso, se cumplirá lo especificado en la Norma EHE-08.

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

Tabla 7. Especificaciones a cumplir

Exponente de hidrógeno pH UNE 83952:2008	≥ 5
Sulfatos UNE 83956:2008	≤ 1 g/l
Ión cloruro UNE 83958:2014	HP ≤ 1 g/l HA ≤ 3 g/l HM ≤ 3 g/l
Hidratos de carbono UNE 83959:2014	No presencia
Sustancias orgánicas solubles en éter UNE 83960:2014	≤ 15 g/l
Sustancias disueltas UNE 7130:58	≤ 15 g/l

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

3.3.12.3 Aditivos

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

2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado, y la norma EHE-08.

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

En los documentos de origen, figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 934-2:2010+A1:2012, Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado, así como el certificado de garantía del fabricante de que las características y especialmente el comportamiento del aditivo, agregado en las proporciones y condiciones previstas, son tales que produce la función principal deseada sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón, ni presentar peligro para las armaduras.

El fabricante suministrará el aditivo correctamente etiquetado, según la norma UNE-EN 934-6:2009, Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 6: Toma de muestras, evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones.

3.3.12.4 Adiciones

Se considera únicamente la utilización de cenizas volantes y de humo de sílice como adiciones al hormigón en el momento de su fabricación.

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

3.3.12.5 Cemento

El cemento a emplear en el presente proyecto, cualquiera que fuere la unidad de obra en que se emplee, cumplirá con las especificaciones del Pliego RC-16 de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de cementos.

El tipo de cemento a emplear será el especificado en la Norma EHE-08 en todo lo referente a cementos utilizables, suministro y almacenamiento, y en las normas UNE-EN 197-1:2011, Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes, y según el tipo de hormigón indicado en la siguiente tabla:

Tabla 8. Tipos de cemento

Tipo de hormigón	Tipo de cemento
Hormigón en masa	Cementos comunes Cementos para usos especiales
Hormigón armado	Cementos comunes Cementos para usos especiales
Hormigón pretensado	Cementos comunes de los tipos CEM I y CEM II/A-D

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

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

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

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

3.3.12.6 Estructura

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

La granulometría de los áridos será la siguiente:

Tabla 9. Granulometría de los áridos

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

3.3.13 Hormigones

3.3.13.1 Calidad de los componentes

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

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

El ión cloruro total no excederá los siguientes límites:

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

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

3.3.13.2 Control de calidad

Documentación a aportar:

- El cemento a emplear poseerá Certificado de Calidad de Producto en vigor, emitido por Organismo Autorizado, conforme la norma UNE-EN 197-1:2011, Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes. Los aditivos a emplear poseerán Certificado de Calidad de Producto o Marcado CE conforme la norma UNE-EN 934-2:2010+A1:2012, Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado. Los áridos a emplear poseerán Marcado CE conforme al Reglamento UE 305/2011, de 9 de marzo de 2011 por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo.

- La planta o plantas de hormigón que se utilicen para la ejecución de las obras realizarán como mínimo anualmente mediante una empresa autorizada la comprobación de todas sus básculas y dosificadores.

- No se podrán emplear hormigones fabricados con cemento y/o aditivos que no tengan el correspondiente Certificado de Calidad de Producto o Marcado CE.

- En el caso de no poseer los áridos el correspondiente Marcado CE, la empresa ejecutora realizará en laboratorio acreditado, los ensayos indicados en el presente pliego para garantizar el cumplimiento del mismo.

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

3.3.14 **Morteros**

3.3.14.1 Generalidades

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

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

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

3.3.14.2 Mortero para acabados impermeables

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

Las características técnicas son las siguientes:

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

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

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

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

3.3.15 **Resina epoxi-brea**

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

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

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

3.3.16 Materiales para juntas

3.3.16.1 Condiciones generales

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

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

Las juntas de dilatación tendrán el siguiente tratamiento:

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

3.3.16.1.1 Juntas de masilla asfáltica

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

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

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

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

- Ensayo de penetración (UNE 104281-4-2:1986, Materiales bituminosos y bituminosos modificados. Materiales para sellado de juntas en elementos de hormigón. Métodos de ensayo. Penetración.)
- Ensayo de fluencia (UNE 104281-4-3:1985, Materiales bituminosos y bituminosos modificados. Materiales para sellado de juntas en elementos de hormigón. Métodos de ensayo. Fluencia.)
- Ensayo de adherencia (UNE 7156:1960, Determinación del porcentaje de partículas gruesas, en las mezclas asfálticas.)

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

3.3.16.1.2 *Junta estructural de cloruro de polivinilo*

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

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

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

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

3.3.17 Acero en redondos para armaduras

El acero a emplear en redondos para armaduras será del tipo B 500 S, se ajustarán a la siguiente serie: 6-8-10-12-14-16-20-25-32 y 40 mm.

Cumplirá las prescripciones contenidas en la Instrucción para el hormigón estructural EHE aprobada por Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio. y en la norma UNE-EN 10080:2006, Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades.

- Artículo 32 EHE-08: Aceros para armaduras pasivas
- Artículo 33 EHE-08: Armaduras pasivas
- Artículo 34 EHE-08: Aceros para armaduras activas
- Artículo 35 EHE-08: Armaduras activas
- Artículo 69 EHE-08: Procesos de elaboración, armado y montaje de las armaduras pasivas
- Artículo 87 EHE-08: Control del acero
- Artículo 88 EHE-08: Control de las armaduras

3.3.17.1 Características y calidad de los materiales

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

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

A efectos de este procedimiento específico de calidad se definen, tal y como se indica en la tabla 32.2.a de la EHE-08, los siguientes tipos de acero corrugado:

Tabla 10. Tipos de acero corrugado

Tipo de acero		Acero soldable		Acero soldable con características especiales de ductilidad	
Designación		B 400 S	B 500 S	B 400 SD	B 500 SD
Límite elástico, f_y (N/mm ²) ⁽¹⁾		≥ 400	≥ 500	≥ 400	≥ 500
Carga unitaria de rotura, f_t (N/mm ²) ⁽¹⁾		≥ 440	≥ 550	≥ 480	≥ 575
Alargamiento de rotura, ϵ_{rs} (%)		≥ 14	≥ 12	≥ 20	≥ 16
Alargamiento total bajo carga máxima, $\epsilon_{máx}$ (%)	Acero suministrado en barra	≥ 5,0	≥ 5,0	≥ 7,5	≥ 7,5
	Acero suministrado en rollo ⁽²⁾	≥ 7,5	≥ 7,5	≥ 10,0	≥ 10,0
Relación f_t/f_y ⁽²⁾		≥ 1,05	≥ 1,05	$1,20 \leq f_t/f_y \leq 1,35$	$1,15 \leq f_t/f_y \leq 1,35$
Relación $f_y/f_{y, nominal}$		—	—	≤ 1,20	≤ 1,25

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

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

⁽³⁾ En el caso de aceros corrugados procedentes de suministros en rollo, los resultados pueden verse afectados por el método de preparación de la muestra para su ensayo, que deberá hacerse conforme a lo indicado en el Anexo 23. Considerando la incertidumbre que puede conllevar dicho procedimiento, pueden aceptarse aceros que presenten valores característicos de $\epsilon_{máx}$ que sean inferiores en un 0,5% a los que recoge la tabla para estos casos.

Las barras de todos los tipos deberán tener aptitud al doblado-desdoblado, manifiesta por la ausencia de grietas apreciables al realizar el mencionado ensayo regulado por la UNE EN- ISO 15630: 2019, Aceros para el armado y el pretensado del hormigón.

3.3.17.2 Control de calidad

- Instrucción de Hormigón Estructura (EHE-08).
- UNE-EN 10080:2006: Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades

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

3.3.17.3 Identificación y marcado

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

- UNE 36811:98 IN: Barras corrugadas de acero para armaduras de hormigón armado. Códigos de identificación del fabricante.
- UNE 36812:96 IN Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado. Códigos de identificación del fabricante.

3.3.17.4 Embalaje, manipulación y transporte

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

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

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

3.3.18 Mallas electrosoldadas

Las mallas empleadas para la ejecución de los trabajos será del tipo B 500 T, se ajustarán a la siguiente serie: 15x15 Ø10 mm y 15x15 Ø 8 mm.

Cumplirá las prescripciones contenidas en la Instrucción para el hormigón estructural EHE aprobada por Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio. y en la norma UNE-EN 10080:2006, Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades.

- Instrucción de hormigón estructural (EHE-08)
 - UNE 36092:2014, Mallas electrosoldadas de acero para uso estructural en armaduras de hormigón armado. Mallas electrosoldadas fabricadas con alambres de acero B 500 T.
 - UNE 36099:1996, Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado.

3.3.18.1 Características y calidad de los materiales

Son productos de acero formados por dos sistemas de elementos que se cruzan entre sí ortogonalmente y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica, según un proceso de producción en serie en instalaciones fijas, cumpliendo las prescripciones contenidas en la Instrucción para el hormigón estructural EHE-88 y en la norma UNE 36099:1996, Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado.

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

3.3.18.2 Control de calidad

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

Para efectuar la recepción de las mallas electrosoldadas será necesario realizar ensayos de control de calidad de acuerdo con las prescripciones recogidas en el artículo 90 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)"

3.3.18.3 Identificación y marcado

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

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

3.3.18.4 Embalaje, manipulación y transporte

Cada paquete debe llegar al punto de suministro con una etiqueta de identificación conforme a lo especificado en la norma UNE 36092:2014, Mallas electrosoldadas de acero para uso estructural en armaduras de hormigón armado. Mallas electrosoldadas fabricadas con alambres

de acero B 500 T, en el apartado 31.3 de la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)”.

La calidad de las mallas electrosoldadas estará garantizada por el fabricante a través de la empresa adjudicataria de acuerdo con lo indicado en el apartado 31.5 de la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)”. La garantía de calidad de las mallas electrosoldadas será exigible en cualquier circunstancia a la empresa adjudicataria de las obras.

Serán de aplicación las prescripciones recogidas en el apartado 31.6 de la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)”.

Serán de aplicación las condiciones de aceptación o rechazo de los aceros indicados en el apartado 90.5 de la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)”.

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

3.3.19 Acero en pletinas, chapas y perfiles laminados

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

- Productos de acero laminado en caliente: UNE-EN 10025:2006, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras.
- Productos huecos para la construcción, acabados en caliente (UNE-EN 10210:2020, Perfiles huecos de acero acabados en caliente para construcción) y conformados en frío (UNE-EN 10219:2007 ERRATUM:2010, Perfiles huecos para construcción soldados, conformados en frío de acero no aleado y de grano fino.).
- Perfiles abiertos para la construcción laminados en frío y perfilados (UNE-EN 10162:2005, Perfiles de acero conformados en frío. Condiciones técnicas de suministro. Tolerancias dimensionales y de la sección transversal.)
- Productos planos de acero recubiertos en continuo de materias orgánicas (prelacados), UNE-EN 10169:2011+A1:2012, Productos planos de acero, recubiertos en continuo de materias orgánicas (prelacados). Condiciones técnicas de suministro. y UNE-EN 10346:2015, Productos planos de acero recubiertos en continuo por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro.

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

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

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

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

Tabla 11. Características mecánicas mínimas de los aceros (UNE en 10025-2:2020)

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

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

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

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

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

Tabla 12. Espesor máximo (mm) de chapas

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

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

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

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

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

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

3.3.20 Rejilla electrosoldada

Las rejillas electrosoldadas están fabricadas en acero estructural al carbono-manganeso S 235 JR según la norma UNE-EN 10025:2006, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras, partes 1 y 2.

El revestido del trámex será mediante galvanizado en caliente por inmersión conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y

acero. Especificaciones y métodos de ensayo. El espesor mínimo no será inferior a 45 µm, mientras que el espesor medio no será inferior a 55 µm.

La rejilla estará formada por retícula de doble pletina galvanizada dentada antideslizante de 25x2 mm., en las dos direcciones, con una separación entre uniones soldadas de 30 mm

3.3.21 Tornillos, tuercas y arandelas

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

Tornillos:

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

Los tornillos serán de cabeza hexagonal y rosca parcial conforme la norma UNE-EN ISO 4014:2011, Pernos de cabeza hexagonal. Productos de clases A y B.

Tuercas:

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

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

Arandelas:

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

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

Varillas roscadas:

Acero zincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015, Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 1: Pernos,

tornillos y bulones con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según la norma UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, de todos los tipos de tornillos, tuercas, arandelas y varillas roscadas conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar un control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará con el primer envío 3 unidades completas de cada tipo de elemento suministrado del que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

Marcado:

Todos los tornillos, arandelas, tuercas y varillas roscadas irán marcadas de forma duradera e indeleble con la calidad indicada para cada uno de ellos en el presente pliego.

3.3.22 Estructuras metálicas

El acero laminado para la ejecución de la estructura cumplirá exactamente las prescripciones sobre composición química y características mecánicas estipuladas en el Capítulo 4 del CTE-DB-SE-A (Documento Básico Seguridad Estructural. Acero del Código Técnico de la Edificación). Las condiciones de suministro y tolerancias de fabricación y de ejecución se seguirán de Capítulo 11 del CTE-DB-SE-A, pudiendo el Director de la Obra exigir los certificados de haberse realizado los ensayos de recepción indicados en dicha Norma.

La ejecución de la estructura será conforme al Capítulo 10 del CTE-DB-SE-A.

Los apoyos y aparatos de apoyo serán de calidad, forma y configuración descritas en al CTE-DB-SE-A. Deberá comprobarse por medios magnéticos, ultrasónicos o radiográficos, que no presentan inclusiones, grietas u oquedades capaces de alterar la solidez del conjunto.

Los rodillos de los aparatos de apoyo serán de acero forjado y torneado con las mismas características mecánicas mínimas indicadas.

El Contratista presentará, a petición del Director de la Obra, la marca y clase de los electrodos a emplear en los distintos cordones de soldadura de la estructura. A esta presentación se acompañará una sucinta información sobre los diámetros, aparatos de soldadura e intensidades y voltajes de la corriente a utilizar en el depósito de los distintos cordones.

Se cumplirán todas las prescripciones referentes al soldeo recogidas en el apartado 10.3 del CTE-DB-SE-A, la ejecución del soldeo seguirá todo lo prescrito en el apartado 10.7 del CTE-DB-SE-A.

El Contratista queda obligado a almacenar los electrodos recibidos en condiciones tales que no puedan perjudicarse las características del material de aportación.

El Director de la Obra podrá inspeccionar el almacén de electrodos siempre que lo tenga por conveniente, y exigir que en cualquier momento se realicen los ensayos previstos en la UNE-EN ISO 14555:2017, Soldeo. Soldeo por arco de espárragos de materiales metálicos, para comprobar que las características del material de aportación se ajustan a las correspondientes al tipo de electrodos elegidos para las uniones soldadas.

Será de aplicación toda la normativa recogida en el Anejo D del CTE-DB-SE-A.

Requisitos de fabricación en taller

Previamente al inicio de la producción, al contratista se le exigirán los siguientes documentos:

- Planos de taller
- Plan de montaje
- Memoria de soldeo
- Plan de seguridad

A lo largo de los trabajos se debe seguir un Plan de Calidad que incluya la revisión de la documentación de proyecto, personal y organización de la obra y una propuesta de programa de puntos de inspección (PPI).

3.3.23 Albañilería

3.3.23.1 Arena

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

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

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

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

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

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

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

Tabla 13. Porcentaje en peso por tamiz

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

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

3.3.23.2 Cemento

El cemento a emplear en el presente proyecto, cualquiera que fuere la unidad de obra en que se emplee, cumplirá con las especificaciones del Pliego RC-16 de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de cementos.

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

3.3.23.3 Agua

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

3.3.23.4 Morteros

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

- CTE-DB-SE-F (Documento Básico Seguridad Estructural Fábricas del Código Técnico de la Edificación)

- UNE-EN 998-2:2018, Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 2: Morteros para albañilería.
- UNE EN 1015-11:2000 Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 11: Determinación de la resistencia a flexión y a compresión del mortero endurecido.

Su dosificación será la siguiente:

Tabla 14. Dosificación de morteros

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

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

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

3.3.23.5 Cal apagada

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

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

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

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

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

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

3.3.23.6 Ladrillos

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

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

1. Las desviaciones de sus dimensiones con respecto a las nominales, no serán superiores a dos, tres, cuatro o cinco milímetros (2, 3, 4 ó 5 mm), según aquellas sean inferiores a seis con cinco centímetros (6,5 cm), estén comprendidas entre nueve y diecinueve centímetros (9 y 19 cm.), entre veinticuatro y veintinueve centímetros (24 y 29 cm), o sean iguales o mayores de treinta y nueve centímetros (39 cm), respectivamente. La flecha en aristas o diagonales, no superará el valor de uno, dos o tres milímetros (1, 2, 3 mm), según la dimensión nominal medida sea inferior a once con cinco centímetros (11,5 cm), esté comprendida entre once con cinco centímetros

- (11,5 cm) y treinta y ocho con nueve centímetros (38,9 cm), o sea superior a treinta y nueve centímetros (39 cm), respectivamente.
2. Los ladrillos serán homogéneos, de grano fino y uniforme y textura compacta. Carecerán absolutamente de manchas, eflorescencias, quemaduras, grietas, planos de exfoliación y materias extrañas que puedan disminuir su resistencia y duración. No tendrán imperfecciones o desconchados, y presentarán aristas vivas, caras planas y un perfecto moldeado. Los ladrillos estarán suficientemente cocidos, lo que se apreciará por el sonido claro y agudo al ser golpeados con martillo, y por la uniformidad de color en la fractura. Estarán exentos de caliches perjudiciales.
 3. La resistencia a compresión de los ladrillos, es decir, el valor característico de la tensión aparente de rotura, determinado según la norma UNE-EN 772-1:2011+A1:2016, Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Determinación de la resistencia a compresión, será como mínimo de doscientos kilogramos por centímetro cuadrado (200 kg/cm² ó 70-80 kg/cm²). Se define como tensión aparente, la carga dividida entre el área de sección total, incluidos los huecos.
 4. La capacidad de absorción de agua será inferior al catorce por ciento (14 %) en peso, después de un día de inmersión. Este ensayo se realizará de acuerdo con la norma UNE-772-21:2011, Métodos de ensayo de piezas para fábricas de albañilería. Parte 21: Determinación de la absorción de agua de piezas para fábrica de albañilería de arcilla cocida y silicocalcáreas por absorción de agua fría. Una vez llevado a cabo el ensayo de absorción, los ladrillos no presentarán señales de desintegración.
 5. Los resultados obtenidos en el ensayo de heladicidad, realizado según la norma UNE-EN 772-22:2021, Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 22: Determinación de la resistencia al hielo/deshielo de las piezas para fábrica de albañilería de arcilla, deberán ser adecuados al uso a que se destinen los ladrillos, a juicio de la Inspección de obra.
 6. La eflorescencia, es decir, el índice de la capacidad de una clase de ladrillos para producir, por expulsión de sus sales solubles, manchas en sus caras, se determinará mediante el ensayo definido en la norma UNE 136029:2019, piezas de arcilla cocida para fábrica de albañilería. Ensayo de eflorescencia. Los resultados obtenidos deberán ser adecuados al uso a que se destinen las piezas, a juicio de la Inspección de obra.
 7. La succión de una clase de ladrillo, es decir, su capacidad de apropiación de agua por inmersión parcial de corta duración, se determinará por el ensayo definido en la norma UNE-EN 772-11:2011, Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 11: Determinación de la absorción de agua por capilaridad de piezas para fábrica de

albañilería de hormigón, hormigón celular curado en autoclave, piedra artificial y piedra natural, y de la tasa de absorción de agua inicial de las piezas de arcilla cocida para fábrica de albañilería. Los resultados obtenidos serán satisfactorios a juicio de la Inspección de obra.

8. Los ladrillos tendrán suficiente adherencia a los morteros.
9. Las piezas se apilarán en rejales para evitar fracturas y desportillamientos, agrietados o rotura de las piezas.

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

3.3.23.7 Piezas cerámicas

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

Tabla 15. Dimensiones y número de huecos de los ladrillos

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

5. El valor para la absorción para ladrillo suministrado para cualquier estructura no será mayor del 15 por ciento.

6. La resistencia a la compresión basada en el área total para ladrillos de construcción colocados con los huecos en sentido vertical, será de 49 Kg/cm² como mínimo, y para ladrillo de construcción colocados con los huecos en sentido horizontal, será de un mínimo de 25 Kg/cm².
7. Todas las piezas cumplirán además todo lo especificado en la Norma UNE-EN 771-1:2011+A1:2016, Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Piezas de arcilla cocida.

3.3.23.8 Bloques de hormigón

La fábrica de bloques prefabricados de hormigón será del tipo “split” en color crema de 40x20x20, recibido con mortero M-5 de 250 kg de cemento y relleno de hormigón en masa HM-20/B/20/Ila, para la estación de bombeo y filtrado.

La fábrica de bloques prefabricados de hormigón será del tipo “split” en color crema de 40x20x15, recibido con mortero M-5 de 250 kg de cemento y relleno de hormigón en masa HM-20/B/20/Ila, con armadura B 500 S, para la reposición del cerramiento de la estación de bombeo de la colectividad de Pozo Alcón.

Se utilizará fábrica de bloques prefabricados de hormigón gris para revestir de 40x20x20, recibido con mortero M-5 de 250 kg de cemento y relleno de hormigón en masa HM-20/B/20/Ila, con armadura B 500 S, para la reposición de arquetas de riego de los servicios afectados.

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

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

La resistencia a compresión de los bloques de hormigón se realizará según la Norma UNE-EN 772-1:2011+A1:2016, Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1:

Determinación de la resistencia a compresión. Se define como tensión aparente, la carga de rotura dividida por el área total de la sección, incluidos los huecos.

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

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

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

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

3.3.24 Fontanería

Se seguirá en todo momento lo indicado en el DB-HS Salubridad, Sección HS 4 *Suministro de agua*, del Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación)

Las tuberías de polipropileno reticular sanitario (PP-R) seguirán las indicaciones de la norma UNE-EN ISO 15874: 2013 Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polipropileno.

3.3.25 Saneamiento

Se seguirá en todo momento lo indicado en el DB-HS Salubridad, Sección HS 5, Evacuación de aguas del Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación).

3.3.26 Estructuras construidas con elementos prefabricados de hormigón

Todo lo referido a este tipo de estructuras seguirá las prescripciones establecidas en el Artículo 59º de la EHE-08.

Forjados unidireccionales con viguetas o losas alveolares

Se respetarán en todo momento las prescripciones recogidas en el Artículo 59.2 de la EHE-08.

3.3.27 Cerramiento exterior

El cerramiento de la estación de bombeo y filtrado se realizará con paneles prefabricados de 14cm de espesor total cuya calidad será igual a superior a lo especificado a continuación.

Hormigón: cumplirá lo especificado en la EHE-08.

Juntas: poliuretano.

3.3.27.1 Fabricación y comprobaciones

Paneles de encofrado

Los paneles se fabricarán con moldes que cumplan las siguientes características:

- Metálicos horizontales
- Abatibles a 85º
- Los diferentes elementos que componen el molde estarán bien ajustados, formando un conjunto estanco para evitar las pérdidas de lechada.
- Las diferentes piezas de los paneles se hormigonarán de forma continua sin que se realicen juntas de hormigonado.
- Irán provistas de elementos de manipulación y elevación colocados por encima del centro de gravedad.
- Resistencia al fuego de 240 minutos.

Desmoldeo

La resistencia inicial para el desmoldeo de las piezas de los paneles será superior a 100 N/mm² y se realizará conforme al apartado correspondiente de la EHE-08.

Las piezas se almacenarán en vertical y separadas entre ellas para permitir la libre circulación del aire para su secado.

Control dimensional

- Longitud +- 1,8 mm.
- Altura +- 0,6 mm.
- Espesor mínimo de 15 cm +- 5 mm.
- Planeidad < 2%.

Inspección visual

Los paneles presentarán sus aristas perfectamente definidas, estarán exentas de grietas, 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.

3.3.28 Enfoscados

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

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

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

3.3.29 Carpintería metálica

3.3.29.1 Puertas de acero

En la estación de bombeo y filtrado se proyectan las siguientes puertas metálicas:

* Puerta metálica, sistema basculante de dos hojas equilibrada por contrapesos con forros de protección o cajoneras laterales en chapa galvanizada de espesor 1,2 m/m, fabricada a base de bastidor formado por tubo rectangular laminado en frío, reforzada y arriostrada por el interior para evitar pandeo a puerta abierta y por presión frontal del viento. Guías laterales U.P.N. laminadas en caliente, poleas de contrapesos en acero, provistas de rodamientos nº 6.204, cabezales regulables +-40 m/m y sistema de total seguridad en sujeción de roldanas laterales. Cierre manual mediante cerrojos de enclavamiento lateral desde el interior, con puerta peatonal y posterior pintado de la misma con pintura tipo ferro.

* Puerta metálica automática en puerta cancela exterior, formada por tubo rectangular de 60x40 mm. en bastidor, con zócalo inferior de 40 cm. de altura, realizado con doble chapa de 1,5 mm. de espesor lisa, y tubos superiores de 40x20 mm. cada 12 cm., con parte proporcional de cerco, guía metálica de redondo macizo, ruedas y herrajes de colgar y de seguridad, y posterior pintado de la misma con pintura tipo ferro.

Además, las casetas de hormigón prefabricado para las agrupaciones de contadores constan de puertas de acero galvanizado de 2 mm de espesor con 2 hojas de 1,1x1,55 m con cerradura de seguridad.

Para el control de la carpintería de acero, se realizará una inspección comprobando:

- A) Holgura entre hoja y solado, dintel y jambas, no se admitirán valores inferiores a ocho milímetros (8 mm), o superiores a doce milímetros (12 mm).
- B) Verticalidad de las guías, no se admitirán variaciones superiores al dos por mil (0,2%)

- C) Distancia entre bisagras, no se aceptarán diferencias en medidas superiores al dos por mil (0,2%).
- D) Aplomado y nivelado. No se aceptarán variaciones mayores de dos milímetros (2 mm).

3.3.29.2 Carpintería metálica en aluminio

En la estación de bombeo y filtrado se proyecta la siguiente carpintería de aluminio:

* Carpintería de aluminio lacado de 15 micras, con perfil europeo con RPT (rotura puente térmico) gama media, en ventanas correderas, de 0,5 m² y hasta 1 m² de superficie total, con permeabilidad al aire clase 3, estanqueidad al agua clase 5A y resistencia a la carga de viento C5, compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y cinta de sellado autoexpansiva, sellado de juntas y limpieza.

* Carpintería de aluminio lacado de 15 micras, con perfil europeo con RPT (rotura puente térmico) gama media, en ventanas correderas, de 1 m² y hasta 2 m² de superficie total, con permeabilidad al aire clase 3, estanqueidad al agua clase 5A y resistencia a la carga de viento C5, compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y cinta de sellado autoexpansiva, sellado de juntas y limpieza.

* Puerta practicable de 1 hoja, de aluminio lacado de 15 micras, con perfil europeo con RPT (rotura puente térmico) gama media, de 900x210 cm. de medidas totales, con permeabilidad al aire clase 3, estanqueidad al agua clase 5A y resistencia a la carga de viento C5, compuesta por cerco, hoja de aluminio, y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, cinta de sellado autoexpansiva, sellado de juntas y limpieza.

* Puerta practicable de 1 hoja, de aluminio lacado de 15 micras, con perfil europeo con RPT (rotura puente térmico) gama media, de 700x210 cm. de medidas totales, con permeabilidad al aire clase 3, estanqueidad al agua clase 5A y resistencia a la carga de viento C5, compuesta por cerco, hoja de aluminio, y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, cinta de sellado autoexpansiva, sellado de juntas y limpieza.

Los perfiles necesarios para la finalidad deseada, se elegirán a partir de la documentación básica del fabricante del sistema. Los perfiles deben soportar cargas según norma UNE-EN 1991-1-1:2019 Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-1. Acciones generales. Pesos específicos, pesos propios, y sobrecargas de uso en edificios, con total seguridad. La ventilación y el desagüe de la zona de alojamiento del vidrio y de la cámara exterior debe estar diseñada de forma que la posible humedad esté guiada hacia el exterior. La ventilación de la cámara del vidrio se realizará

siguiendo las indicaciones del fabricante del mismo. Se respetarán los pesos y medidas máximas para las hojas indicadas por el fabricante.

Todas las juntas deben estar instaladas de manera que se cumplan de forma duradera las exigencias de los grupos de clasificación de estanqueidad. Para carpinterías solamente se emplearán las juntas del fabricante especificadas en los catálogos.

Las directrices de acristalamiento del fabricante del vidrio, así como la normativa actual vigente, se tendrán en cuenta para evaluar las flechas admisibles de montantes y travesaños.

El material ofertado debe de haber pasado pruebas en banco de ensayos realizado por un organismo de control autorizado para garantizar las prestaciones de la carpintería, que deberá ofrecer los mínimos que figuran en la siguiente tabla:

Tabla 16. Características de la carpintería metálica de aluminio

Coeficiente de transmisión térmica	$\leq 1,5$ W/m ² K según norma UNE-EN ISO 12567-1:2011 ó UNE-EN ISO 10140-2:2011
Aislamiento acústico	≥ 44 dB según norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017 ó UNE-EN ISO 12567-1:2011
Permeabilidad al aire	Clase 3 según norma UNE-EN 12207:2017
Estanqueidad al agua	Categoría 5A conforme a norma UNE-EN 12208:2000
Resistencia al viento mínimo	Clase C5 conforme a norma UNE-EN 12210:2017

El suministro de la carpintería debe realizarse con los herrajes y demás componentes usados para la obtención de los resultados del ensayo o de otro, autorizado por el fabricante del perfil, con calidades y prestaciones equivalentes o superiores, para asegurar las prestaciones obtenidas en el ensayo en el material a suministrar.

3.3.30 Vidriería

Serán inalterables a la acción de los ácidos, salvo el fluorhídrico, ofreciéndose incoloros, sin aguas ni vetas, así como tampoco burbujas, rayas y demás defectos.

Sus cualidades serán las establecidas en el presupuesto, Acristalamiento termo aislante tipo Climalit o similar, formado por luna de 4, cámara de aire deshidratado de 6 u 8 mm y luna de 4

mm con perfil separador de aluminio, doble sellado perimetral y sellado en frío con silicona incolora, debiendo aportarse y recibirse con la máxima pulcritud y esmero.

Sus condiciones y calidades se ajustarán a las normas, NTE-FVE, NTE-FVP, NTE-FVT, PIET-70 y UNE-EN 16612:2020, Vidrio para la edificación. Determinación por cálculo de la resistencia de carga lateral de los vidrios.

El fabricante poseerá Certificado de homologación del vidrio en vigor para el nivel de seguridad A dentro de la categoría de Impacto Manual o Marcado CE conforme la norma UNE 14449:2006, Vidrio para la edificación. Vidrio laminado y vidrio laminado de seguridad. Evaluación de la conformidad/Norma de producto. 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 $+80^{\circ}\text{C}$

3.3.31 Protección de ventanas

Todas las ventanas de la estación de bombeo y filtrado tendrán que estar protegidas mediante rejilla metálica realizada con tubo de acero de 30x15 mm. en vertical y horizontal, separados 15 cm, con garras para recibir de 12 cm., incluyendo pintado posterior con pintura tipo ferro.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según la norma UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, de todos los elementos metálicos, conforme la normativa 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 de las protecciones de las ventanas se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas de acero.

3.3.32 Cubiertas

La cubierta de la estación de bombeo y filtrado se realizará con panel aislante de chapa de acero

en perfil comercial tipo sándwich cumpliendo las siguientes especificaciones, así como las indicadas en la norma UNE-EN 14509:2014, Paneles sándwich aislantes autoportantes de doble cara metálica. Productos hechos en fábrica. Especificaciones:

- Homologado por sello AENOR de empresa y producto.
- Espesor de la chapa superior e inferior, de 0,6 mm. Prelacadas exteriormente e interiormente en color a definir por la Dirección Facultativa, 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 23727:1990, Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción).
- Tornillería oculta mediante tapajuntas.

Los remates tendrán las siguientes características:

- Espesor de la chapa 0,6 mm. prelacada exteriormente en color a definir por la Dirección Facultativa, espesor mínimo del prelacado 25 micras.
- Dimensiones 3,5 m x 1,25 con 50 cm de fondo.

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 llevará 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.

3.3.33 Aspirador giratorio

En naves industriales y almacenes, el ambiente puede estar cargado de polvo, gases de

soldaduras, exceso de calor acumulado en la parte superior, olores. Este ambiente es inapropiado para los trabajadores y a la larga puede provocar problemas de salud.

Con los aspiradores giratorios se consigue ventilar naves industriales. Colocado sobre la cubierta, aspira el aire interior de la nave, evacuando el calor generado por máquinas, el polvo, las partículas de las soldaduras, los gases tóxicos, etc. El aire expulsado es continuamente reemplazado por aire limpio y fresco procedente del exterior, reciclándose así el ambiente del edificio.

El aspirador giratorio, instalado en la cubierta de la nave, aspira el aire caliente en verano y el aire húmedo en invierno. De esta forma impide el exceso de calentamiento y humedad en el bajo cubierta de la nave.

Aspirador giratorio con sombrero dinámico, realizado en aluminio (Dureza H-24), con conducto de salida de 350 mm de diámetro exterior, debiendo poseer el certificado CE del fabricante.

3.3.34 Soldaduras de piezas metálicas

El fabricante poseerá Certificado de cualificación del Procedimiento de Soldadura y certificados de cualificación de los Soldadores en vigor, emitidos por Organismo Autorizado según la norma UNE-EN ISO 9712:2012, Ensayos no destructivos. Cualificación y certificación del personal que realiza ensayos no destructivos. (ISO 9712:2012), o equivalente a un nivel apropiado, en el sector industrial pertinente y vigente.

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

El fabricante avisará, con un mínimo de 5 días de antelación, el momento en el que estén realizadas todas las soldaduras, sin tratar ni revestir, para que la empresa ejecutora pueda realizar el control de calidad de las soldaduras. Dicho control de calidad se realizará mediante un examen visual y líquidos penetrantes a través de un Laboratorio debidamente autorizado.

- Examen visual: se realizará en el 10% de las soldaduras, conforme a la norma UNE-EN ISO 17637:2017, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Examen visual de uniones soldadas por fusión. (ISO 17637:2016), el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2014, Soldeo. Uniones soldadas por fusión en acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 5817:2014), o UNE-EN ISO

10042:2018, Soldeo. Uniones soldadas por arco en aluminio y sus aleaciones. Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 10042:2018), será el B, el nivel de aceptación será el B.

- Examen mediante líquidos penetrantes: se realizará en el 10% de las soldaduras conforme a la norma UNE-EN ISO 3452-1:2013, Ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte 1: Principios generales. (ISO 3452-1:2013, versión corregida 2014-05-01), el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2014, Soldeo. Uniones soldadas por fusión en acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 5817:2014), o UNE-EN ISO 10042:2018, Soldeo. Uniones soldadas por arco en aluminio y sus aleaciones. Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 10042:2018), será el B, el nivel de aceptación según la norma UNE-EN ISO 23277:2015, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Ensayo mediante líquidos penetrantes. Niveles de aceptación. (ISO 23277:2015), será el 2X.

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

- Examen visual: se realizará en el 100% de las soldaduras, conforme a la norma UNE-EN ISO 17637:2017, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Examen visual de uniones soldadas por fusión. (ISO 17637:2016), el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2014, Soldeo. Uniones soldadas por fusión en acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 5817:2014), o UNE-EN ISO 10042:2018, Soldeo. Uniones soldadas por arco en aluminio y sus aleaciones. Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 10042:2018), será el B, el nivel de aceptación será el B.
- Examen mediante líquidos penetrantes: se realizará en el 100% de las soldaduras conforme a la norma UNE-EN ISO 3452-1:2013, Ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte 1: Principios generales. (ISO 3452-1:2013, versión corregida 2014-05-01), el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2014, Soldeo. Uniones soldadas por fusión en acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 5817:2014), o UNE-EN ISO 10042:2018, Soldeo. Uniones soldadas por arco en aluminio y sus aleaciones. Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 10042:2018), será el B, el nivel de aceptación según la norma UNE-EN ISO 23277:2015, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Ensayo mediante líquidos penetrantes. Niveles de aceptación. (ISO 23277:2015), será el 2X.

3.3.35 Galvanizados

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

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

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

Tabla 17. Espesor revestimiento según norma UNE EN 10346:2015

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

Tabla 18. Espesores mínimos admisibles del espesor del recubrimiento galvanizado según norma UNE EN ISO 1461:2010

Tipo de pieza y espesor	Espesor local del recubrimiento en µm (valor mínimo)	Espesor medio del recubrimiento en µm (valor mínimo)
Acero < 1,5 mm	35	45
Acero ≥ 1,5 mm hasta ≤ 3 mm	45	55
Acero > 3 mm hasta ≤ 6 mm	55	70
Acero > 6 mm	70	85

Piezas de fundición < 6 mm		60	70
Piezas de fundición ≥ 6 mm		70	80
Piezas centrifugadas	Art. Roscados Diam > 6 mm	40	50
	Art. Roscados Diam ≤ 6 mm	20	25
	Otros artículos e ≥ 3 mm	45	55
	Otros artículos e < 3 mm	35	45

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

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

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

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

1. Seleccionar, siempre que sea posible, aceros que no sean susceptibles al envejecimiento por deformación (aceros con baja temperatura de transición dúctil-frágil) y, preferiblemente, con contenido de carbono inferior al 0,25%).
2. Si se utilizan aceros susceptibles, evitar las deformaciones severas en frío. Por ejemplo: doblar con radio de curvatura no inferior a tres veces el espesor del material en el punzonado de material de espesor superior a seis milímetros, utilizar un punzón de calibre unos 3 mm inferior al del orificio definitivo y luego agrandar mediante escariador. Evitar el corte en frío con cizalla de las chapas que vayan a someterse a sollicitaciones mecánicas importantes. En estos casos es aconsejable cortar con soplete o sierra.

3. Si no pudiera evitarse la deformación en frío de estos aceros susceptibles, los artículos ya conformados deben someterse a un tratamiento térmico para relevar tensiones antes de su galvanización. (A 600°C y una hora de duración por cada 25 mm de espesor del material).

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

En la galvanización de conducciones tubulares y cuerpos huecos, la galvanización debe acceder a toda la superficie externa e interna de los mismos, incluidas las esquinas, cavidades y rendijas. La norma que se seguirá a la hora de los requisitos y los ensayos relativos a los recubrimientos galvanizados en caliente sobre los tubos de acero será la UNE-EN 10.240:1998, Recubrimientos de protección internos y/o externos para tubos de acero. Especificaciones para recubrimiento galvanizados en caliente aplicados en plantas automáticas.

3.3.36 Arquetas prefabricadas

Las arquetas serán prefabricadas de hormigón armado. Cumplirán lo especificado en el presente pliego para el hormigón y el acero, así como lo especificado en la EHE -08.

La forma y dimensiones de las arquetas cumplirán lo especificado en el anejo y en los planos correspondientes, así como lo especificado en el presente pliego.

Las tolerancias dimensionales admisibles serán de más-menos 1,50 cm.

La distancia mínima que habrá de existir entre las tapas de las arquetas y la parte superior de los elementos en ellas alojados, será de 20 cm.

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

Aireación:

Todas las arquetas prefabricadas deberán incluir sus rejillas de aireación con las dimensiones que se establecen en los planos y en las figuras.

En el caso de arquetas de hidrantes se dispondrán de uno o más orificios (rejillas) laterales que permita la aireación suficiente de la misma para evitar la condensación dentro de la misma.

Además, para evitar la entrada de insectos, animales o cualquier intento de sabotaje los orificios o rejillas dispondrán de un elemento de protección.

Aspecto:

Los elementos prefabricados no presentarán:

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

Las casetas donde se ubicarán los hidrantes tendrán las siguientes características: Caseta de hormigón prefabricado HA-35 de 2,5 x 1,44 x 1,8 m. interiores con paredes y cubierta formadas por placas de hormigón armado HA-25 de 10 cm. de espesor, para alojar agrupación de contadores. Suministrada con hueco de 2,1 x 0'30 m. de dimensiones en un frontal a base de hormigón aligerado para salida de tuberías secundarias, con rotura y celosía de protección del hueco. Puerta de acero galvanizado de 2mm de espesor con 2 hojas de 1,1x1,55 y cerradura de seguridad.

3.3.37 Tapaderas de arquetas

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

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

Se rechazarán aquellas unidades que presenten grietas o pelos.

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

- .- Tapa de fundición de 0,8 m de diámetro con cerco.
- .- Tapa de placas prefabricadas de hormigón pretensado de 15 cm. de espesor para forjado o similar (SCU 1 kN/m²)

3.3.38 Vallas de cerramiento

Las vallas de cerramiento tendrán las siguientes características:

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

La calidad de los materiales que componen el vallado 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 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009).
- Espesor mínimo de galvanizado: 140 g/m² y espesor medio no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009).

Postes:

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

Tornapuntas:

- Tornapuntas fabricados con chapa galvanizada en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de

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

- Cabeza fabricada por estampación.

Tornillería:

- Acero inoxidable.

Abrazaderas y tensores:

- Metálicos galvanizados en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2010 con un espesor mínimo de galvanizado de 60 micras y espesor medio no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2010.

Puertas:

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

La malla se suministrará en rollos compactados de 25 m de longitud.

3.3.39 Tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD)

3.3.39.1 Normativa y generalidades

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

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

Se cumplirán las directrices del Informe Técnico ISO/TR 10358:1993, recogidas en la Norma UNE 53389:2001 IN, Tubos y accesorios de materiales plásticos. Tabla de clasificación de la resistencia química, para la resistencia de los tubos a los productos químicos.

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

El sistema de canalización objeto de este pliego deberá poder utilizarse para el suministro de agua para uso alimentario. Los productos destinados al uso en sistemas de suministro de agua deben cumplir, en caso de existencia, la legislación y disposiciones de ensayos/certificados de conformidad sanitaria que garanticen aptitud para el contacto con el agua potable. Por tanto, en los compuestos de tubos y accesorios de polietileno se cumplirán los requisitos nacionales para garantizar la potabilidad. El producto cumplirá con el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano relativo a los criterios sanitarios de la calidad del agua para consumo humano.

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

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

Las tuberías de PE serán inodoras, insípidas y atóxicas, cualidades óptimas para la conducción de agua potable para consumo humano entre otras aplicaciones. El PE conservará intactas las características organolépticas del agua sin modificar su sabor.

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

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

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

3.3.39.2 Términos y definiciones

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

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

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

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

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

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

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

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

Presión nominal (PN): Designación numérica de una componente de un sistema de canalización relacionada con las características mecánicas del componente empleado como referencia. Para los sistemas de canalización en materiales plásticos se corresponde con la presión de funcionamiento admisible (PFA), en bar, para el transporte de agua a 20°C durante 50 años, y basada en el coeficiente mínimo de diseño:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dónde: P_n = presión nominal, en MPa

D_n = diámetro nominal, en mm.

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

3.3.39.3 Características técnicas

3.3.39.3.1 *Materiales*

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

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

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

- Aditivos, tales como lubricantes, estabilizadores o colorantes, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 12201-2:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades.

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

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

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

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

Tabla 19. Características del material (I)

Propiedad	Unidad	PE 100
Mínima tensión requerida, MRS	MPa	10
Tensión de diseño, σ	MPa	8
Coeficiente de seguridad, C	-	1,25
Densidad, min (Granza)	kg/m ³	930
Alargamiento a la rotura, min. (tubo)	%	350
Módulo de elasticidad a largo plazo	MPa	1100
Coeficiente de dilatación lineal	mm/m. °C	0,22
Contenido en negro de carbono en masa (Granza)	%	2 - 2,5
Conductividad térmica	Kcal/m. °C	0,37
T.I.O. (Granza). Cond s/tabla 1 UNE EN 12201-1:2012	minutos	>20
Constante dieléctrica	-	2,5

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

3.3.39.3.2 Aspecto, color y terminación

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

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

3.3.39.3.3 Dimensiones

La longitud del tubo será medida de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 3126:2005, Sistemas de canalización en materiales plásticos. Componentes de materiales plásticos. Determinación de las dimensiones, y redondeada 0,1 mm al más próximo. En caso de litigio se medirá de acuerdo al punto 6.1 de la UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos. La longitud del tubo será como mínimo la especificada por el fabricante, no siendo menor de 6 m cuando sea suministrada en barras. El tubo en bobina deberá enrollarse de tal forma que se

prevenga la deformación localizada, por ejemplo, colapsado o plegado. Las dimensiones de los tubos serán las especificadas en la tabla 48 de la Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

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

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

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

3.3.39.3.4 *Sistemas de unión*

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

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

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

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

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

Tabla 20. Calidad del polietileno

CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO
Resistencia a la tracción en uniones por fusión a tope	Tipo de rotura: dúctil	UNE-ISO 13953:2011
Resistencia a la propagación lenta de fisuras	Sin fallo durante el ensayo	UNE-EN ISO 13479:2010
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 ISO 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 13477:2008

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

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

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

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

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

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

Las uniones deben tener la característica de resistencia a la tracción conforme al requisito indicado en la tabla 5 de la Norma UNE-EN 12201-5:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 5: Aptitud al uso del sistema, utilizando los parámetros especificados en la Condición 1 del anexo

B de la Norma ISO 11414:2009, Plastics pipes and fittings - Preparation of polyethylene (PE) pipe/pipe or pipe/fitting test piece assemblies by butt fusion, reflejados en el punto 4.2.2.1 de la Norma UNE-EN 12201-5:2012 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 5: Aptitud al uso del sistema.

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

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

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

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

3.3.39.3.5 *Flexibilidad*

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

Tabla 21. Radios mínimo de curvatura a 20 °C

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

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

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

3.3.39.4 Características físicas y mecánicas

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

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

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

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

3.3.39.5 Características químicas

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

3.3.39.6 Marcado

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

- W para tubos destinados al transporte de agua para el consumo humano

- P para tubos destinados a saneamiento y alcantarillado a presión
- W/P para tubos con uso mixto.

El marcado aportará, como mínimo, los siguientes datos:

- Nombre o marca del fabricante
- Norma de referencia
- Dimensiones ($d_n \times e_n$)
- Serie SRD
- Uso previsto (W, P o W/P)
- Material y designación (PE)
- Clasificación de presión, en bar
- Información del fabricante. (en cifras o códigos claros, garantizando la trazabilidad del periodo de fabricación en años y meses y el lugar de producción, en caso de que el fabricante produzca en diferentes lugares).
- Tipo de tubo si procede
- Referencia al certificador si procede.

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

3.3.39.7 Accesorios

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

El material de polietileno de las piezas especiales deberá cumplir con lo especificado en la Norma UNE-EN 12201-1:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de

agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades, siendo las partes que soportan los esfuerzos fabricadas únicamente a partir de material virgen.

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

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

El color será negro.

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

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

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

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

Los conectores deben tener un diámetro de 4 mm.

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

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

Accesorios por embocadura

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

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

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

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

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

Accesorios por solape

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

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

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

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

Accesorios extremo macho

Los accesorios con extremos macho dispondrán de una longitud suficiente que permita soldarlos tanto a tope como por electrofusión. Salvo piezas con diseños especiales los accesorios serán, en general, serán inyectados y para diámetros mayores podrán ser manufacturados. En el caso en el que se usen soldaduras para realizar accesorios manipulados, se tendrá en cuenta el coeficiente de reducción para el cálculo de la PN, tal como se indica en el Anexo B de la UNE-EN 12201-3:2012+a1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.

Las salidas de las tomas en carga y tomas simples deben tener extremos macho conformes con el apartado 6.4, o enchufes de electrofusión conformes con el apartado 6.2 de la norma UNE-EN

12201-3:2012+a1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.

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

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

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

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

Siendo:

$PN_{\text{accesorio}}$ = Presión Nominal del accesorio manipulado.

fB = coeficiente de reducción.

PN_{tubo} = Presión Nominal del tubo.

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

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

Para TEs manipuladas $fB = 0,6$.

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

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

3.3.39.8 Marcado de los accesorios

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

El marcado mínimo de los accesorios será:

- Número de la Norma: EN 12201 (*)
- Nombre y/o marca del fabricante
- Diámetro(s) exterior(es) nominal(es) del tubo, d_n
- Material y designación
- Serie SDR
- Presión nominal (*)
- Intervalo aplicable de SDR de tubos para fusión (*)
- Información del fabricante (periodo de fabricación, año y mes, en cifras o código, incluyendo nombre o código del lugar de producción si el fabricante fabrica en varios lugares)
- Uso previsto (W, P o W/P)

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

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

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

El fabricante del accesorio declarará el intervalo de SDR y los valores de MRS de los tubos conformes a la Norma UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos,

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

3.3.39.9 Acopio

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

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

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

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

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

3.3.39.10 Transporte

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

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

No se admitirá el transporte de tubos anidados.

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

3.3.39.11 Documentación a aportar antes de recibir en obra el pedido

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

3.3.39.12 Embalaje, manipulación y transporte

El embalaje y transporte será realizado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, previamente aprobadas por el Promotor/ Director de Obra. Cada entrega irá acompañada de un albarán donde se indique el número y tipo de tuberías, manguitos, juntas y piezas especiales que componen el suministro. Se inspeccionarán uno a uno todos los elementos que componen el suministro, haciendo constar por escrito las incidencias que se observen.

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

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

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

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

3.3.39.13 Características técnicas específicas

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

3.3.39.14 Plan de aseguramiento de la calidad

3.3.39.14.1 Generalidades

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

Para que este certificado de calidad se considere válido a los efectos de este pliego, deberá haber sido emitido por Organismo Acreditado conforme a la norma UNE-EN-ISO/IEC 17065:2012, Evaluación de la conformidad. Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios, (equivale a la antigua UNE-EN 45.011). Esta acreditación deberá haber sido realizada por ENAC o por Organismos de Acreditación con los que ENAC tenga suscritos Acuerdos Multilaterales de Reconocimiento (MLA), y en el alcance de la misma deberá estar incluido el producto objeto del presente concurso.

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

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

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

3.3.39.14.2 Plan general de ensayos

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

- Ensayos de autocontrol.
- Ensayos de contraste.

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

Tabla 22. Ensayos tuberías de polietileno

ENSAYOS	FRECUENCIA
Aspecto	Cada 4 h / línea de extrusión
Diámetro exterior medio	
Espesor	
Espesor de las capas (solo para tubos coextruídos)	
Ovalación	
Diámetro interior de la bobina	Por período de fabricación, al comienzo del mismo
Alargamiento a la rotura	Por período de fabricación, mínimo una vez por semana
Índice de fluidez	Cada tres períodos de fabricación por clase
Tiempo de inducción a la oxidación o Estabilidad térmica (solo para tubos coextruído)	Semestralmente, por proveedor de materia prima sobre el tubo
Esfuerzo hidrostático a 20° 100 h	50 % de las clases fabricadas al año Nº mínimo de probetas: 2
Esfuerzo hidrostático a 80°C 165 h	Una vez al año por clase Nº mínimo de probetas: 2
Esfuerzo hidrostático a 80°C 1000 h	Una vez al año sobre una clase Nº mínimo de probetas: 2
Retracción longitudinal para e < 16 mm	Una vez al año por clase 3 probetas
Propagación rápida de fisuras (solo tubos coextruídos)	Cada 2 años por combinación de materiales
Propagación lenta de fisuras (solo tubos coextruídos)	1 vez al año por combinación de materiales
Delaminación (solo tubos coextruídos)	Observación visual después de cada ensayo
Integridad de la estructura (solo tubos coextruídos)	Una vez al año por clase
Adhesión de revestimiento (solo tubos pelables)	Verificación antes de cada ensayo

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

No obstante, y si por razones de urgencia o de otro tipo, la tubería debe ser instalada a la máxima brevedad y los plazos ofrecidos por los laboratorios externos comprometen la programación de la obra, cabe la posibilidad (previo acuerdo con el Promotor/ Director de Obra y el propio fabricante) de realizar el plan de ensayos previsto para laboratorio externo, en el laboratorio interno del fabricante, en el que se aplicarán los criterios y frecuencias descritas en el párrafo

anterior, para los ensayos de contraste en laboratorio externo, pero incrementando el número de características mecánicas ensayadas para cada referencia, a dos (en vez de una) y siempre, también, control dimensional. En todo caso, se priorizará la realización de ensayos en laboratorio externo.

3.3.39.14.3 *Ensayos en fábrica y/o laboratorio externo*

Salvo que el Plan Específico de Ensayos de la Actuación concrete otra cosa, se realizarán en laboratorio externo, por cada 1.500 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o superior a 315 mm o por cada 3.000 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o inferior a 250 mm se ensayará, al menos, una característica mecánica (tracción o presión interna –80 ° 165h-) o químicas (dispersión de negro de carbono, tiempo de inducción a la oxidación o índice de fluidez) y se realizará un control dimensional.

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

3.3.39.14.4 *Ensayos a realizar*

- Control de diámetros y longitudes, según datos declarados por el fabricante en la memoria técnica. UNE-EN-ISO 3126:2005, Sistemas de canalización en materiales plásticos. Componentes de materiales plásticos. Determinación de las dimensiones.
- Determinación de la densidad, según UNE-EN ISO 1183-1:2019, Plásticos. Métodos para determinar la densidad de plásticos no celulares. Parte 1: Método de inmersión, método del picnómetro líquido y método de valoración.
- Determinación del contenido en negro de carbono, según ISO 6964:2019, Tuberías y accesorios de poliolefinas. Determinación del contenido en negro de carbono por calcinación y pirólisis. Métodos de ensayo.
- Dispersión del negro de Carbono, según ISO 18553:2002, Method for the assessment of the degree of pigment or carbon black dispersion in polyolefin pipes, fittings and compounds.
- Determinación de las propiedades de tracción, según UNE-EN ISO 6259-1:2015, Tubos termoplásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 1: Método general de ensayo, e ISO 6259-3:2015, Thermoplastics pipes - Determination of tensile properties - Part 3: Polyolefin pipes.

- Determinación del tiempo de Inducción a la oxidación - UNE-EN ISO 11357-6:2018, Plásticos. Calorimetría diferencial de barrido (DSC). Parte 6: Determinación del tiempo de inducción a la oxidación (OIT isotérmico) y de la temperatura de inducción a la oxidación.
- Determinación del índice de fluidez - UNE-EN ISO 1133:2012 (procedimiento A), Plásticos. Determinación del índice de fluidez de materiales termoplásticos, en masa (MFR) y en volumen (MVR). Parte 1: Método normalizado.
- Determinación de la Resistencia a Presión Interna - UNE-EN ISO 1167-1:2006, Tubos, accesorios y uniones en materiales termoplásticos para la conducción de fluidos. Determinación de la resistencia a la presión interna. Parte 1: Método general.
- Resistencia a la tracción soldaduras a tope según UNE EN ISO 13953:2011, Tubos y accesorios de polietileno (PE). Determinación de la resistencia a la tracción y tipo de fallo en probetas soldadas a tope.
- Decohesión según ISO 13955:1997/Amd 1:2020, Plastics pipes and fittings - Crushing decohesion test for polyethylene (PE) electrofusion assemblies - Amendment 1.

3.3.39.15 Determinación del plan de ensayos

De manera general, el Plan General de Ensayos previsto para su realización en laboratorio recogerá, como mínimo, los controles indicados en la siguiente tabla.

Tabla 23. Plan general de ensayos tuberías polietileno

ENSAYOS	FRECUENCIA
Aspecto	Cada 4 h / línea de extrusión
Diámetro exterior medio	
Espesor	
Espesor de las capas (solo para tubos coextruídos)	
Ovalación	
Diámetro interior de la bobina	Por período de fabricación, al comienzo del mismo
Alargamiento a la rotura	Por período de fabricación, mínimo una vez por semana
Índice de fluidez	Cada tres períodos de fabricación por clase
Tiempo de inducción a la oxidación o Estabilidad térmica (solo para tubos coextruídos)	Semestralmente, por proveedor de materia prima sobre el tubo
Esfuerzo hidrostático a 20° 100 h	50 % de las clases fabricadas al año Nº mínimo de probetas: 2
Esfuerzo hidrostático a 80°C 165 h	Una vez al año por clase Nº mínimo de probetas: 2
Esfuerzo hidrostático a 80°C 1000 h	Una vez al año sobre una clase Nº mínimo de probetas: 2
Retracción longitudinal para e < 16 mm	Una vez al año por clase 3 probetas
Propagación rápida de fisuras (solo tubos coextruídos)	Cada 2 años por combinación de materiales
Propagación lenta de fisuras (solo tubos coextruídos)	1 vez al año por combinación de materiales
Delaminación (solo tubos coextruídos)	Observación visual después de cada ensayo
Integridad de la estructura (solo tubos coextruídos)	Una vez al año por clase
Adhesión de revestimiento (solo tubos pelables)	Verificación antes de cada ensayo

3.3.40 Geosintéticos, geotextiles y geomembranas

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

3.3.40.1 Geotextiles

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

- Antipunzonamiento: Bajo la lámina de impermeabilización de polietileno como elemento protector antipunzonamiento.
- Anticontaminantes: para impedir que el material filtrante que envuelve las tuberías de drenaje, resulte parcial o totalmente colmatado por áridos finos procedentes del terreno circundante.

Las principales características de los geotextiles son:

1. Masa por unidad de superficie:

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

2. Espesor:

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

3. Resistencia a tracción:

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

4. Resistencia a perforación dinámica:

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

5. Resistencia a perforación estática:

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

6. Permeabilidad:

Mide la permeabilidad al agua perpendicular a su plabno de una capa de geotextil por el método de la pérdida de la carga constante y el método de la pérdida de carga variable decreciente, según la norma UNE-EN ISO 11058:2020. Geotextiles y productos relacionados con geotextiles. Determinación de las características de permeabilidad al agua perpendicularmente al plano sin carga. La permeabilidad tendrá un valor mínimo de 75 l/m² s.

7. Alargamiento a la carga máxima:

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

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

Tabla 24. Valores mínimos a cumplir

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

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

3.3.40.2 Geomembranas

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

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

Será una Lámina de Polietileno de alta densidad (PEAD), constituida por un 97,5% de polímero de Polietileno y un 2,5% de negro carbón, con antioxidantes y estabilizantes, sin aditivos plastificantes. Se clasifica por el espesor de la lámina en milímetros, presentando los siguientes espesores: 1, 1,2, 1,5, 2, 2,5, 3 y 3,5.

En el presente proyecto se dispondrán bandas desde coronación hasta solera de 7 m de anchura y separadas 20 m entre ellas, de esta misma lámina de polietileno pero texturizado, con rugosidad

suficiente para facilitar la salida de aquellos animales y personas que hayan podido caer por accidente. Tiene la superficie estructurada por una cara, con multitud de tacos (57.000 tacos/m²) de una altura mayor de 0,9 mm, lo que confiere a la lámina alta estabilidad en la impermeabilización de planos inclinados con fuertes pendientes (alto coeficiente de rozamiento y ángulo de fricción). Irán soldadas y con el mismo solape que el resto de la lámina de PEAD

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

Tabla 25. Características Lámina de PEAD de 1,5mm

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

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

Entre láminas contiguas deberá existir un solape adecuado que garantice la estanqueidad del sistema (en ningún caso menor de 15 cm). Las uniones se realizarán exclusivamente por termofusión y presión. Además, serán dobles, esto es, dejan un canalillo interior de prueba a fin de que se verifique, mediante presión, la idoneidad o no de la soldadura. Será obligatorio y a

costa del constructor realizar la prueba de estanqueidad de todas las juntas de la lámina instalada. En zonas donde no solapen 2 láminas se utiliza la extrusión con aporte de material idéntico al de las láminas.

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

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

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

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

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

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

- Composición de la geomembrana indicando porcentajes de polietileno, negro de humo, aditivos, etc.
- Certificación del cumplimiento de los valores mínimos aportados
- Certificados de control de calidad incluyendo números de identificación para todos los rollos, métodos de ensayo y resultado de al menos las siguientes características:
 - Densidad
 - Contenido en negro de humo
 - Dispersión de negro de humo
 - Espesor
 - Propiedades tensodeformacionales (esfuerzo/deformación)
 - Resistencia al punzonamiento

- El productor aportará datos sobre identificación de los rollos a suministrar conteniendo la siguiente información:
- Nombre del fabricante
- Identificación del producto
- Espesor
- Número de rollo
- Dimensiones del rollo

3.3.41 Tubería de acero

3.3.41.1 Normativa y generalidades

Clasificación

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

Normativa aplicable

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

- UNE-EN 10217-1:2019, Tubos de acero soldados para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 1: Tubos de acero no aleado soldados eléctricamente y soldados por arco sumergido con características especificadas a temperatura ambiente.
- UNE-EN 10224:2003, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para el consumo humano. Condiciones técnicas de suministro.
- UNE-EN 10025:2006, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras.
- UNE-EN 10289:2003, Tubos y accesorios de acero para canalizaciones enterradas y sumergidas. Recubrimientos externos a base de resina epoxi o resina epoxi modificada aplicados en estado líquido.
- AWWA C210. Recubrimientos y revestimientos de epoxi líquido para tuberías y accesorios de acero para agua.

- AWWA C222. Revestimientos y revestimientos de poliuretano para tuberías y accesorios de acero para agua.
- DIN 30670: Revestimientos de polietileno de tuberías y accesorios de acero. Requisitos y ensayos.
- Para el diseño de las piezas especiales se seguirá lo especificado en las normas: UNE-EN 10224:2003, AWWA C208: Dimensiones para accesorios fabricados en tubería de acero para agua y/o el Manual AWWA M11: Tubería de acero, guía para el diseño y la instalación.
- UNE-EN ISO 9001: Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos (ISO 9001).
- UNE-EN ISO 14001: Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso (ISO 14001).

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

Cualificación

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

Control y ensayos

- Normas UNE-EN ISO 10675-1, UNE-EN ISO 17636-1, UNE-EN ISO 4136, UNE-EN ISO 5173, UNE-EN ISO 17638, UNE-EN ISO 3452 y UNE-EN ISO 17640.

3.3.41.2 Términos y definiciones

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

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

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

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

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

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

3.3.41.3 Características técnicas generales y obligatorias

3.3.41.3.1 *Características generales*

Se especifica la tubería objeto de este pliego como: tubería de acero lisa de material S 275 JR, según norma UNE-EN 10025:2020, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras, con soldadura helicoidal y fabricada según norma UNE-EN 10224:2003, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro, revestida interiormente con pintura epoxi alimentario según UNE-EN 10289:2003, Tubos y accesorios de acero para canalizaciones enterradas y sumergidas. Recubrimientos externos a base de resina epoxi o resina epoxi modificada aplicados en estado líquido, y/o AWWA C-210 vigentes de 400 micras, o pintura de poliuretano alimentario según AWWA C-222 vigente de 500 micras, y exteriormente con polietileno extruido de 3 mm según norma DIN 30670 vigente.

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

3.3.41.3.2 *Procedimiento de fabricación*

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

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

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

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

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

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

La preparación de bordes se efectuará ateniéndose a las instrucciones contenidas en la Propuesta de Norma UNE 14036.

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

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

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

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

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

Aparte de este control se ejecutará el siguiente:

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

Control dimensional:

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

Acabado:

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

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

3.3.41.3.3 Características del material

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

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

Tabla 26. Composición química del análisis de colada para los tipos de acero S235 a S500

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

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

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

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

Tabla 27. Características mecánicas del acero S 275 JR

Resistencia mínima a la tracción Rm (N/mm ²)		Límite elástico mínimo Lemin (N/mm ²) (e,mm)		Alargamiento mínimo en la rotura Amin (%)					
e≤3	3≤e≤40	e≤16	16≤e≤40	e≤1	1≤e≤1,5	1,5≤e≤2	2≤e≤2,5	2,5≤e≤3	3≤e≤4
430 a 580	410 a 560	275	265	14(L)12(T)	15(L)13(T)	16(L)14(T)	17(L)15(T)	18(L)16(T)	22(L)20(T)

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

3.3.41.3.4 Características geométricas

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

Tabla 28. Diámetros y espesores nominales de los tubos de acero

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

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

El diámetro exterior, tendrá unas tolerancias permitidas de:

± (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, una ovalación máxima del 2%.

Los espesores de pared serán solicitados dentro del rango ofertado por el fabricante, siempre y cuando satisfagan lo prescrito en el documento de proyecto. Las tolerancias para los espesores de pared se adecuarán a lo detallado en la siguiente tabla:

Tabla 29. Diámetros y espesores nominales de los tubos de acero

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

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

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

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

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

3.3.41.3.5 Uniones

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

1. Uniones rígidas.

Uniones soldadas

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

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

Uniones con bridas

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

Las juntas de estanquidad de las bridas serán de EPDM de dureza nominal 70 IRHD y conformes con la norma UNE-EN 681-1/A3:2006, Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.

Los tornillos serán de acero cincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015, Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 1: Pernos, tornillos y bulones con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino, y de métrica conforme a la norma UNE-EN ISO 4016:2011, Pernos de cabeza hexagonal. Productos de clase C.

Las tuercas serán de acero cincado de calidad 8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-2:2013, Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 2: Tuercas con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino, y de métrica conforme a la norma

UNE-EN ISO 4034:2013, Tuercas hexagonales normales, tipo 1. Producto de clase C.

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

2. Uniones flexibles: Uniones con enchufe y anillo elastomérico.

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

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

3.3.41.3.6 *Revestimiento de la tubería*

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

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

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

La tubería de acero en el presente proyecto será usada para la fabricación de piezas especiales y colectores, por lo que a efectos de los revestimientos a emplear se definen en el epígrafe dedicado a las piezas especiales de acero.

3.3.41.3.7 *Identificación y marcado*

Los tubos vendrán definidos por el tipo de acero, el diámetro exterior (mm) y el espesor (mm). El fabricante deberá suministrar información adicional sobre la presión de prueba (kg/cm²) y el peso del tubo (kg/m).

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

CERTIFICADOS DE MATERIALES, que incluirá lo siguiente:

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

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

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

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

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

Los tubos vendrán marcados según la UNE-EN 10224:2003, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro, donde cada tubo y accesorio debe marcarse de manera legible mediante estarcido u otro procedimiento de marcado indeleble. El marcado sobre el tubo no debe comenzar a más de 300 mm de uno de los extremos, con la siguiente información en la secuencia indicada:

- Nombre de fabricante o marca de identificación.

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

3.3.41.3.8 *Piezas especiales*

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

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

Las piezas especiales se podrán ejecutar en obra mediante corte y soldado de los propios tubos u otras piezas especiales que hayan sido elaboradas en calderería. Dichas piezas deberán revestirse en obra con una capa de polietileno en frío y/o poliuretano alimentario, para mantener las características de protección de la conducción, con la misma garantía que la tubería.

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

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

3.3.41.3.9 *Banda termorretractil*

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

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

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

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

Una vez instaladas las bandas, se comprobará lo siguiente:

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

3.3.41.4 Características técnicas específicas y elegibles

3.3.41.4.1 *Características del material*

Para la fabricación de la tubería se utilizará acero al carbono tipo S 275 JR conforme la norma UNE-EN 10025:2020, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Excepcionalmente, si las especificaciones del proyecto así lo requirieran, los tubos se podrán fabricar en acero al carbono tipo S 235 JR o S 355 JR conforme a la norma UNE-EN 10025:2020, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras.

La composición química de la colada en los aceros S 235 JR o S 355 JR usados en la fabricación de los tubos debe cumplir con lo especificado en la tabla siguiente:

Tabla 30. Composición química del análisis de colada para los tipos de acero S235 a S500

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

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

En general, no se debe añadir ningún otro componente al acero, excepto elementos empleados para la desoxidación (tales como aluminio añadido a la colada). El niobio, vanadio y titanio pueden añadirse según lo indicado en la Norma UNE –EN 10025:2020, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras.

Las características mecánicas de los aceros S 235 JR y S 355 JR usados en la fabricación de los tubos serán las indicadas en la tabla siguiente:

Tabla 31. Características mecánicas del acero

Tipo de acero	Resistencia mínima a la tracción Rm (N/mm ²)		Límite elástico mínimo Lemin (N/mm ²) (e,mm)		Alargamiento mínimo en la rotura Amin (%)					
	e≤3	3≤e≤40	e≤16	16≤e≤40	e≤1	1≤e≤1,5	1,5≤e≤2	2≤e≤2,5	2,5≤e≤3	3≤e≤4
S235	360 a 510	340 a 470	235	225	17(L)1 8(T)	18(L)16(T)	19(L)17(T)	20(L)18(T)	21(L)19(T)	26(L)24 (T)
S355	510 a 680	490 a 630	355	345	14(L)1 2(T)	15(L)13(T)	16(L)14(T)	17(L)15(T)	18(L)16(T)	22(L)20 (T)

3.3.41.5 Plan de aseguramiento de calidad

3.3.41.5.1 *Generalidades y definiciones*

Será necesario que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por organismo autorizado o administración competente conforme con la norma UNE-EN 10224:2003+A1:2006, Tubos y accesorios de acero no aleado para la conducción de agua y otros líquidos acuosos. Condiciones técnicas de suministro, para los diámetros y espesores objeto del presente Pliego.

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

Se realizarán las pruebas y ensayos en fábrica de los tubos, racores y accesorios de fundición dúctil conforme a las especificaciones de la norma UNE-EN 10224:2003+A1:2006, Tubos y accesorios de acero no aleado para la conducción de agua y otros líquidos acuosos. Condiciones técnicas de suministro.

3.3.41.5.2 *Control de materiales y fabricación*

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

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

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

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

El fabricante entregará de los materiales suministrados:

- Certificado de inspección tipo 3.1 de tubería desnuda, según la norma UNE-EN 10204:2003, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano.
- Ficha técnica del material ofertado.
- Certificado emitido por auditor independiente del fabricante que acredita el cumplimiento de la norma UNE-EN 10224:2003, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano.
- Certificado emitido por auditor independiente de Declaración de prestaciones del fabricante que acredita el cumplimiento de la DIN 30670 para el revestimiento de polietileno en tuberías.
- Certificado emitido por auditor independiente de Declaración de prestaciones del fabricante que acredita el cumplimiento de la UNE-EN 10289:2003, Tubos y accesorios de acero para canalizaciones enterradas y sumergidas. Recubrimientos externos a base de resina epoxi o resina epoxi modificada aplicados en estado líquido, y/o AWWA C-210 para el revestimiento de pintura epoxi en tuberías.
- Certificado emitido por auditor independiente de Declaración de prestaciones del fabricante que acredita el cumplimiento de la AWWA C-222 para el revestimiento de pintura de poliuretano en tuberías.
- Certificados, fichas técnicas y ensayos de los revestimientos.
- Marcado CE y declaración de prestaciones de la tubería según reglamento europeo 305/2011/UE.

Pruebas en fábrica y control de fabricación:

Las materias primas utilizadas en la fabricación de tuberías según esta especificación, deben ser ensayadas por el fabricante con las frecuencias establecidas para asegurar que cumplen con las especificaciones dadas en el momento de la compra. Cualquier material que no cumpla con las especificaciones estándares, debe ser rechazado inmediatamente.

Los tubos, piezas especiales y demás elementos de la tubería podrán ser controlados por el promotor durante el periodo de su fabricación, para lo cual aquel nombrará un representante que podrá asistir durante este periodo a las pruebas preceptivas a que deben ser sometidos dichos elementos de acuerdo con sus características normalizadas, comprobándose además dimensiones y pesos. Independientemente de dichas pruebas, el promotor se reserva el derecho de realizar en fábrica por medio de sus representantes, cuantas verificaciones de fabricación y ensayos de materiales estime precisas para el control perfecto de las diversas etapas de fabricación.

El fabricante avisará al promotor con quince días de antelación, como mínimo, del comienzo de la fabricación, en su caso, y de la fecha en que se propone efectuar las pruebas.

El promotor, en caso de no asistir por sí o por delegación a las pruebas obligatorias en fábrica, podrá exigir al fabricante certificado de garantía de que se efectuaron, en forma satisfactoria, dichos ensayos.

Para los tubos de acero helicosoldado serán obligatorios los siguientes ensayos:

- **Ensayos químicos del acero**

Se realizarán ensayos para determinar la composición química del acero de los tubos, con la frecuencia de una vez por colada. La metodología de los ensayos será la indicada en las normas UNE correspondientes del Comité Técnico CTN 36. Las muestras extraídas de los tubos cumplirán con lo especificado por la norma UNE-EN ISO 14284:2008, Aceros y fundiciones. Toma de muestras y preparación de las mismas para la determinación de la composición química, y las probetas se obtendrán en general, de las muestras utilizadas para los ensayos mecánicos.

- **Ensayos mecánicos del acero**

Estos ensayos se realizarán a temperatura ambiente entre diez (10) a treinta (30) grados, salvo el de resiliencia que se ejecutará a la temperatura que se indica en la norma UNE-EN 10025:2020, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras.

La frecuencia de los ensayos mecánicos en los tubos y en las piezas especiales será en general, como mínimo, de una prueba por cada lote de cien tubos.

- **Ensayo de tracción**

Se realizará de acuerdo con la metodología indicada en la norma UNE-EN ISO 7500-1:2018, Materiales metálicos. Calibración y verificación de máquinas de ensayos uniaxiales estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Calibración y verificación del sistema de

medida de fuerza, para determinar en el acero la Resistencia a tracción (Rm), el Límite elástico (Re) y el Alargamiento en rotura (A). Frecuencia: una prueba por cada lote de cien tubos.

- **Ensayo de aplastamiento**

Se realizará de acuerdo con la metodología indicada en la norma UNE-EN ISO 8492:2014, Materiales metálicos. Tubos. Ensayo de aplastamiento, hasta alcanzar la altura de aplastamiento calculada mediante la expresión siguiente. Durante el ensayo no aparecerán grietas ni en el metal base ni en las soldaduras. Este ensayo no se realizará en los tubos soldados por arco sumergido.

$$H = \frac{(1 + C) \cdot e}{\frac{C + e}{D}}$$

Siendo:

H: altura de aplastamiento, en mm.

e: espesor del tubo, en mm.

D: diámetro exterior del tubo, en mm.

C: constante de valor 0,06.

Frecuencia: una prueba por cada lote de cien tubos.

- **Ensayo de resiliencia**

Se realizará de acuerdo con la metodología indicada en la norma UNE-EN ISO 148-1:2017, Materiales metálicos. Ensayo de flexión por choque con péndulo Charpy. Parte 1: Método de ensayo, para determinar la resiliencia del acero. Frecuencia: una prueba por cada lote de cien tubos.

- **Ensayos de los tubos y de las piezas especiales**

- **Examen visual**

Todos los tubos y las piezas especiales deberán someterse a un examen visual a fin de comprobar su aspecto general. A este respecto, se verificará la uniformidad de color en todos estos elementos, así como la lisura y regularidad de sus superficies interiores.

Cuando en este examen visual se observen pequeños defectos tales como incrustaciones, rebabas, pliegues de laminación, etc., podrán repararse mediante esmerilado o mecanizado,

siempre y cuando el espesor del tubo reparado cumpla con lo especificado anteriormente. No se admitirán reparaciones que impliquen la deformación plástica del material.

- **Comprobaciones dimensionales**

Espesor:

El espesor de la pared de los tubos y de las piezas especiales será medido mediante instrumentación adecuada a juicio del promotor que, por ejemplo, podrá ser mecánica o ultrasónica y se realizará a intervalos regulares a lo largo de sus generatrices.

Diámetros:

El diámetro exterior de los tubos será medido mediante instrumentación adecuada a juicio del promotor como, por ejemplo, calibres, cinta métrica, plantillas, u otros útiles.

En el examen visual especificado anteriormente se comprobará que se cumple la tolerancia de la ovalación. En caso de duda se medirán los ejes mayor y menor mediante calibres a una distancia de cien milímetros (100mm) como máximo del extremo del tubo.

En cualquier caso, los equipos a utilizar deberán estar calibrados y tener una precisión de al menos un milímetro (1mm).

Longitud:

La longitud de los tubos será medida mediante instrumentación adecuada a juicio del promotor como, por ejemplo, cinta métrica. En cualquier caso, el equipo a utilizar tendrá una precisión de al menos cinco milímetros (5mm).

Rectitud:

La rectitud de los tubos, en general, se comprobará visualmente, salvo en los casos de duda en los que se hará que rueden por dos carriles o que giren alrededor de su eje con la ayuda de dos rodillos. En ambos casos la separación entre carriles y rodillos será, al menos, dos tercios de la longitud del tubo. En estas circunstancias se determinará el punto de máxima desviación respecto al eje del tubo, debiendo tal desviación ser menor que el límite fijado en el presente pliego: no mayor que el 0,20 % de su longitud.

- **Ensayo de estanquidad**

Todos los tubos se ensayarán a estanquidad previamente a la aplicación de los revestimientos, tanto interiores como exteriores. Frecuencia: todos los tubos.

Para las pruebas de estanquidad, los tubos se colocarán en una máquina hidráulica, asegurando la estanquidad en sus extremos mediante dispositivos adecuados. Se dispondrá de un manómetro debidamente contrastado y una llave de purga.

Al comenzar la prueba se mantendrá abierta la llave de purga, iniciándose la inyección de agua y comprobando que ha sido expulsada la totalidad del aire y que, por consiguiente, el tubo está lleno de agua. Una vez conseguida la expulsión del aire se cierra la llave de purga y se eleva regular y lentamente la presión hasta que el manómetro indique que se ha alcanzado la presión máxima de prueba.

La presión hidráulica se calculará mediante la expresión adjunta, con un valor máximo de siete (7 N/mm²).

$$P_p = \frac{2 \cdot e}{DE} \cdot S$$

Dónde:

P_p: Presión de prueba en el ensayo de estanquidad, en N/mm².

S: sesenta por ciento (60%) del Límite Elástico mínimo del acero, en N/mm².

e: Espesor nominal del tubo, en mm.

DE: Diámetro exterior del tubo, en mm.

Cuando así lo indique el promotor, el valor de la presión de prueba (P_p) antes indicado podrá ser sustituido por el menor de los dos siguientes:

- 1,5 x P_t, siendo P_t la presión máxima de trabajo.
- El calculado mediante la expresión anterior con un valor de S del ochenta por ciento (80%) del límite elástico mínimo del acero.

La presión hidráulica interior se aumentará de forma constante y gradual hasta alcanzar el valor de prueba (P_p), el cual se mantendrá constante durante el tiempo necesario para comprobar que no se producen pérdidas de agua de ningún tipo, lo que se verificará mediante la aplicación de líquidos penetrantes o cualquier otro procedimiento sancionado por la práctica y todo ello aprobado por el promotor. Los eventuales poros serán reparados y el tubo se probará nuevamente hasta que no se observe ninguna fuga.

Cuando las piezas especiales se obtengan por soldadura a partir de trozos de tubo, éstos deberán haber superado el ensayo de estanquidad. En cualquier caso, las soldaduras en las

que no se haya realizado dicho ensayo, deberán ser verificadas, antes de la aplicación de cualquier revestimiento, por alguno de los siguientes ensayos no destructivos:

- Líquidos penetrantes
- Partículas magnéticas
- Ultrasonidos
- Corrientes inducidas
- Radiografías

La elección del tipo de ensayo será indicada por el promotor.

Se comprobará, mediante los correspondientes cálculos mecánicos, que los cordones de soldadura resisten una presión hidráulica de 1,5 Pt.

- **Ensayos de las soldaduras**

Los ensayos a que habrán de someterse las soldaduras realizadas en los tubos y en las piezas especiales serán como mínimo los siguientes:

- Tracción.
- Doblado.
- No destructivos

Cuando los cordones de soldadura no superen los ensayos anteriores se procederá a su reparación y posterior repetición de los citados ensayos, así como al radiografiado del cien por cien (100%) de la reparación. Estas reparaciones únicamente podrán realizarse sobre soldaduras cuyos defectos no sean excesivos, debiendo cortarse aquellas otras cuya reparación suponga la eliminación de, por ejemplo, un veinte por ciento (20%) o más de la longitud total de la soldadura. En el caso de grietas, no podrán repararse aquellas cuya longitud sea igual o superior al ocho por ciento (8%) de la longitud de la soldadura, debiendo en tal caso cortarse la misma. En cualquier caso, sobre una misma soldadura no se permitirán más de dos reparaciones.

En los tubos con soldadura helicoidal por arco sumergido, en los que son aceptables soldaduras en las chapas que los conforman, no se permitirán reparaciones en las mismas, salvo aprobación expresa del promotor.

Cualquier reparación deberá ser notificada al promotor con la antelación suficiente y ésta podrá aceptar su ejecución o no, debiendo en el primer caso aprobar el método a seguir en dicha reparación.

Ensayo de tracción

Se realizará de acuerdo con la metodología indicada en la norma UNE-EN ISO 4136:2013, Ensayos destructivos de uniones soldadas en materiales metálicos. Ensayo de tracción transversal, para determinar la resistencia a tracción de las soldaduras.

La frecuencia de este ensayo será en general, como mínimo de una prueba por cada lote de cien tubos.

Ensayo de doblado

Se realizarán ensayos de doblado en los tubos soldados por arco sumergido, con un doblado a ciento ochenta grados (180°), de acuerdo con la metodología indicada en la norma UNE-EN ISO 5173:2001 ERRATUM:2011, Ensayos destructivos en soldaduras metálicas. Ensayo de doblado.

El diámetro "D" del mandril será cuatro (4) veces el espesor del tubo. Durante el ensayo no aparecerán grietas de longitud mayor de seis milímetros (6mm) en el metal base de la soldadura ni en la línea de fusión.

La frecuencia de este ensayo será en general, como mínimo, de dos (2) pruebas por cada lote de cien (100) tubos, una por el lado de la cara y otra por el de la raíz.

Ensayos no destructivos de las soldaduras

Las soldaduras deberán ser inspeccionadas mediante algunos de los siguientes ensayos no destructivos, de acuerdo con la metodología indicada en las normas que figuran para cada caso:

- Radiográficos o fluoroscópicos (UNE-EN ISO 10675-1:2017, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Niveles de aceptación para los ensayos radiográficos. Parte 1: Acero, níquel, titanio y sus aleaciones).
- Ultrasonidos (UNE-EN ISO 17640:2019, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Ensayo por ultrasonidos. Técnicas, niveles de ensayo y evaluación).
- Líquidos penetrantes (UNE-EN ISO 3452-1:2013, Ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte 1: Principios generales).

- Partículas magnéticas (UNE-EN ISO 17638:2017, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Ensayo mediante partículas magnéticas).
- Corrientes inducidas (ISO 10893-2:2011/A1:2021, Ensayos no destructivos de tubos de acero. Parte 2: Ensayo automático mediante corrientes inducidas para la detección de imperfecciones de tubos de acero sin soldadura y soldados (excepto por arco sumergido). Modificación 1: Cambio de dimensiones de la muesca de referencia; cambio de criterios de aceptación).

El nivel de aceptación para los ensayos radiográficos será el B ó el C de los indicados en la norma UNE-EN ISO 5817:2014, Soldeo. Uniones soldadas por fusión en acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones. En los ensayos mediante líquidos penetrantes no deberán detectarse poros a juicio del promotor y en los de ensayos ultrasónicos, con partículas magnéticas y corrientes inducidas será el L4, según lo indicado en las normas ISO 10893-11:2011/A1:2021, Ensayos no destructivos de tubos de acero. Parte 11: Ensayo automático mediante ultrasonidos del cordón de soldadura de tubos de acero soldados para la detección de imperfecciones longitudinales y/o transversales. Modificación 1: Cambio en la frecuencia del ensayo ultrasónico de transductores; cambio en criterios de aceptación, ISO 10893-3:2011, Ensayos no destructivos de tubos de acero. Parte 3: Ensayo automático por flujo de fuga del perímetro completo de tubos de acero ferromagnéticos sin soldadura y soldados (excepto por arco sumergido) para la detección de imperfecciones longitudinales y/o transversales, e ISO 9034:1987, Hot-rolled structural steel wide flats - Tolerances on dimensions and shape.

Como mínimo, se realizarán inspecciones de las soldaduras en este porcentaje: al 70% por líquidos penetrantes, 20% por ultrasonidos y 10% por radiografía.

En las soldaduras helicoidales o las que estén sometidas a esfuerzos de consideración, se verificará el control que debe ser al cien por cien (100%) por gamma o radiografía.

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

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

En el caso de emplear soldadura longitudinal-transversal con piezas no sometidas a esfuerzos de consideración se realizará:

- Sobre costuras longitudinales: al cien por cien (100%) por ultrasonidos y control gamma o radiografías en las zonas en que se localicen defectos apreciables.
 - Sobre costuras circulares: soldadas verticalmente girando progresivamente los tubos, control por muestreo con gamma o radiografía. El muestreo no será inferior, en principio, al veinte por ciento (20%) de la longitud total del cordón, incluyendo todos los cruces. En función de los resultados obtenidos, el muestreo podrá ampliarse hasta el cien por cien (100%).
 - Sobre costuras circulares soldadas "in situ": control por muestreo con gamma o radiografía. Se radiografiará el cien por cien (100%) del cordón.
- **Ensayos de control de los revestimientos**

Se realizarán ensayos de medida de espesor y ensayo de adherencia:

Ensayo de medida de espesor de película seca según SSPC-PA2. Frecuencia: todos los tubos.

Ensayo de adherencia según ASTM D4541. Frecuencia: 10 de cada 100 tubos.

Se realizarán, además, los ensayos recogidos en el Apartado 2.6 Revestimiento de la tubería (revestimiento interior y revestimiento exterior) según las normas AWWA C-210, AWWA C-222 y DIN 30670.

Como resumen de los ensayos obligatorios según la norma, se presenta la siguiente tabla:

Tabla 32. Características mecánicas del acero

Tipo de ensayo	Tubo sin soldadura	Tubo soldado eléctricamente	Tubo soldado por arco sumergido	Tubo soldado a tope
Análisis de colada	1 por colada	1 por colada	1 por colada	1 por colada
Ensayo de tracción	1 por unidad de inspección	1 por unidad de inspección	1 por unidad de inspección	1 por unidad de inspección
Ensayo de aplastamiento	1 por unidad de inspección	1 por unidad de inspección	–	1 por unidad de inspección
Ensayo de avance expansivo	–	1 por unidad de inspección	–	1 por unidad de inspección
Ensayo de doblado sobre la soldadura	–	–	2 por unidad de inspección	–
Ensayo de estanquidad	Todos los tubos; hidrostático o electromagnético	Todos los tubos; hidrostático o electromagnético	Todos los tubos; hidrostático	Todos los tubos; hidrostático o electromagnético
Examen visual	Véase el apartado 10.6	Véase el apartado 10.6	Véase el apartado 10.6	Véase el apartado 10.6
Verificación dimensional	Véase el apartado 10.7	Véase el apartado 10.7	Véase el apartado 10.7	Véase el apartado 10.7
Ensayo no destructivo de la soldadura	–	Todos los tubos	Todos los tubos inclusive las soldaduras de empalme entre bandas de los tubos soldados helicoidalmente	Todos los tubos
Análisis de producto (opcional)	Uno por clase de acero			
^a El ensayo de avance expansivo es una alternativa para los tubos soldados eléctricamente y soldados a tope, de diámetro igual o inferior a 150 mm y espesor inferior a 10 mm.				

3.3.41.5.3 Criterios de control

Con carácter general, para garantizar objetivamente la conformidad de los tubos y piezas especiales de acero con soldadura helicoidal se deberá cumplir lo indicado a continuación:

- El fabricante tiene implantado un sistema de control de producción en fábrica conforme a los requisitos definidos por la UNE-EN 10224:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección.
- Se aportan informes de ensayo relativos a los parámetros solicitados. En estos casos, el fabricante deberá garantizar la correspondencia entre los informes de ensayo y los productos suministrados. Para tal fin, podrán emplearse códigos de lote, fechas de fabricación o cualquier otro elemento que garantice la trazabilidad del documento con el producto recibido.
- Los valores declarados en la documentación aportada por el fabricante cumplen con los requisitos de la actuación.

3.3.41.5.4 *Documentación a a portar antes de recibir en obra el pedido*

Documentación acreditativa del cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en este pliego:

- CERTIFICADO 3.1 de la tubería suministrada según la norma UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección.
- Certificado de producto emitido por entidad acreditada según la norma UNE-EN 10224:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección.
- Certificado de cumplimiento de la norma UNE-EN 10289:2003, Tubos y accesorios de acero para canalizaciones enterradas y sumergidas. Recubrimientos externos a base de resina epoxi o resina epoxi modificada aplicados en estado líquido, y/o AWWA C210 vigente para el revestimiento interior, así como la ficha de producto de sistema bicomponente de Epoxi, así como la ficha de producto, y certificado de cumplimiento de la norma del aplicador.
- Certificado de cumplimiento de la norma AWWA C222 vigente para el revestimiento interior, así como la ficha de producto, y certificado de cumplimiento de la norma del aplicador.
- Certificado de cumplimiento de la norma DIN 30670 vigente para el aplicador, así como la ficha de productos.
- Certificado de cumplimiento del Real Decreto 847/2011.

En su caso, certificados equivalentes y declaración suscrita por el representante legal de la empresa acreditando las equivalencias de las normas internacionales que disponga el fabricante respecto a las normas descritas en el pliego y exigidas en España.

Toda la documentación técnica (o las partes esenciales de la misma) se entregará traducida al castellano.

Los licitadores incluirán un CD o DVD conteniendo toda la información aportada en ficheros PDF, ordenados de manera que su impresión se genere una copia idéntica a la oferta presentada en papel. La oferta deberá incluir un índice detallado con toda la documentación aportada.

3.3.41.5.5 *Ensayo de las conducciones en obra*

Las tuberías se probarán conforme a lo especificado en la norma UNE-EN 805:2000,

Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes, y/o en la prueba de presión que establezca la Dirección Facultativa. Ambas pruebas deberán ser superadas satisfactoriamente.

3.3.41.5.6 *Gestión ambiental en la fabricación*

El proceso de fabricación de la tubería y piezas especiales de acero deberá tener implementado y mantener un sistema de gestión ambiental basado en los requisitos de la norma UNE-EN ISO 14001:2015, Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso, y estará certificado por organismo autorizado o administración competente.

3.3.41.5.7 *Transporte a obra*

Los tubos se manipularán de forma que no sufran golpes o rozaduras.

Se recomienda el empleo de eslingas de cinta ancha, resistentes, recubiertas de caucho. Se prohíbe la suspensión del tubo por un extremo y la descarga por lanzamiento.

El transporte a obra de la tubería y piezas especiales de acero se realizará en camiones o en otro medio de transporte en los que el piso y los laterales de la caja estén exentos de protuberancias o bordes rígidos o agudos que puedan dañar a los tubos o a los racores.

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

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

Los cabezales con destino al taller de piezas especiales deberán ir protegidos convenientemente con film de plástico o sistema equivalente para impedir que el tratamiento de imprimación no sufra daños durante su manipulación, transporte y descarga.

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

El acopio de los tubos en obra se hará en posición horizontal, sujetos mediante calzos de madera.

3.3.41.5.8 *Suministro*

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

3.3.42 **Caudalímetros electromagnéticos**

Los caudalímetros cumplirán como mínimo las siguientes características:

3.3.42.1 Diseño

- Directiva de Equipamiento bajo Presión 2014/68/UE para los fluidos del grupo 2.
- Marcado CE y fabricado conforme a las normativas 2006/95/CE, 2004/98/CE y OIML R49-1:2013.
- Bridas PN 10-16 de caras planas. Distancia entre caras según la norma UNE-EN 558:2018, Válvulas industriales. Dimensiones entre caras opuestas y dimensiones del centro a una cara de válvulas metálicas para utilizar en sistemas de canalizaciones con bridas. Válvulas designadas por PN y por clase.
- Serán del tipo “Contadores para otros usos”: Contadores de agua fría para gestión del dominio público hidráulico, riego o cualquier otro fuera del definido para los contadores de agua limpia. Precisan de:
 - a. Evaluación de conformidad según Directiva MID (**Directiva 2014/32/UE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de comercialización de instrumentos de medida).
 - b. Ensayo de resistencia a las partículas sólidas (**UNE-ISO 16399**).
 - Errores máximos permitidos.
 - c. El error máximo permitido, positivo o negativo, sobre los volúmenes suministrados bajo caudales (Q) comprendidos entre el caudal de transición (Q2) y el caudal de sobrecarga (Q4) es del 2 %, ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$).

d. El error máximo permitido, positivo o negativo, sobre los volúmenes suministrados bajo caudales (Q) comprendidos entre el caudal mínimo (Q1) y el caudal de transición (Q2) es del 5 %, ($Q1 \leq Q < Q2$).

- Distancia máxima al convertidor 100 m (30 m para convertidores alimentados por batería).

3.3.42.2 Sensor electromagnético

- Diseño: sensor magnético-inductivo provisto de sistema inteligente de identificación.
- Ejecución: compacta o con el amplificador separado del tubo mediante kit mural.
- Protección ambiental: IP 68.
- Alcance de medida máximo: a velocidad de flujo de 10 m/s.
- Alcance de medida mínimo: a velocidad de flujo de 0,25 m/s.
- Temperatura de trabajo: -5 a +70 °C.
- Electrodo de puesta a tierra y de medida: incorporado.
- Material del tubo de medida: acero inoxidable AISI 304.
- Material de las bridas y la carcasa: acero al carbono.
- Revestido interior de los tubos y bridas: goma dura NBR.
- Revestido exterior bridas y carcasas: Granallado de superficies hasta grado SA 2 1/2 y ecubrimiento de pintura en polvo epoxi-poliéster mínimo 200 micras. Se pueden considerar recubrimientos con polímeros plásticos.
- Pasacables: rosca M20x1,5.
- Certificado de calibración incluido

3.3.42.3 Convertidor electrónico alimentado por baterías de litio

- Convertidor electrónico alimentado por baterías de litio con vida útil hasta 10 años, con posibilidad de alimentación a 12/24 V/dc Precisión de medida mínima del 0,2% y rango de velocidades del fluido de 0.015 a 10 m/s.
- Temperatura de operación hasta 60°C ambiente (70°C en el fluido)
- Caja de policarbonato con base de aluminio apta para montaje compacto o separado del sensor.
- Cuatro entradas/salidas de cable PG9 en versión compacta o 2 entradas en la caja de conexión para montaje remoto.
- Tasa de muestreo seleccionable por software.
- Filtros digitales configurables: Humedad – Corte – by pass – Caudal de pico. Pantalla LCD de con indicación de caudal instantáneo y volúmenes totales (total positivo y negativo, parcial positivo y negativo, hasta 5 cifras decimales), tiempo y fecha actuales, temperatura.
- Dos salidas de pulsos pasivas de tipo contacto limpio, salida 4-20 mA pasiva.
- Comunicación integrada con interfaz IrComm.
- Data-logger incorporado de hasta 100.000 líneas de datos y alarmas para una frecuencia de almacenamiento de entre 1 y 120 minutos (15 por defecto), con posibilidad de instalación de módulos para lectura de transductores de presión y/o temperatura.
- Autodiagnóstico con gestión de alarmas: fallo de excitación, tubería vacía en 4º electrodo, tubería vacía entre electrodos de medida, alta temperatura, alta tensión de alimentación, electrónica mojada.

3.3.42.4 Convertidor electrónico con alimentación 230 VAC

- Caja de aluminio con recubrimiento epoxi y ventana de vidrio templado.
- Conexiones mediante pasacables M20x1,5 y grado de protección IP67 (modelo compacto) o IP68 (modelo separado).

- Temperatura ambiente máxima de 60°C y de 70°C en el fluido. Precisión de medida mínima de 0,2%.
- Frecuencia de muestreo seleccionable.
- Pantalla LCD gráfica retroiluminada de contenido programable indicación de contador (total positivo o negativo, parcial positivo o negativo) en caracteres de altura mínima 8 mm, variable instantánea y banderas de estado.
- Salida analógica 4-20 mA, Salida digital de pulsos para caudal instantáneo (sólo positivo o ambos sentidos), Salida digital programable (pulsos, indicación de caudal negativo o alarma acumulativa), Salida digital en frecuencia activa 0-10 kHz; Interfaz IrComm para comunicación con ordenador y software dedicado de programación, visualización/descarga de datos y actualización de firmware.
- Interfaz Serie RS485 con protocolo MODBUS RTU.
- Data-logger de proceso integrado con 4 Mb de memoria flash, apta para almacenamiento de hasta 200000 líneas de registro (Caudal instantáneo, dos contadores, fecha, hora y temperatura), con estructura de datos y frecuencia de registro programables.
- Memoria EEPROM de 64 kB para registro de autodiagnóstico, apta para almacenamiento de hasta 2000 líneas de datos (Fecha, hora, temperatura, código de error, intervenciones del usuario y modificaciones efectuadas), no programable, no desactivable ni reseteable por el usuario.
- Marcado CE y fabricado conforme a las directivas 2006/95/CE, 89/336/CEE de compatibilidad electromagnética y OIML R49-1:2013
- Autodiagnóstico con gestión de alarmas: fallo de excitación, tubería vacía en 4º electrodo, tubería vacía entre electrodos de medida, alta temperatura, alta tensión de alimentación, electrónica mojada.

3.3.42.5 Control de calidad

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001:2015, Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos, emitido por Organismo Autorizado.

- Requerir al fabricante una prueba de verificación (curva error-caudal), en un banco de ensayos homologado, conforme a la legislación vigente.
- Requerir al fabricante un ensayo de estanqueidad, en un banco de ensayos homologado, durante 10 minutos a una presión mínima de 16 bar.
- Requerir al fabricante un ensayo de resistencia a las partículas sólidas, en un banco de ensayos homologado, conforme a la legislación vigente.

3.3.43 Válvulas de compuerta

Las válvulas cumplirán la Directiva 2014/68/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de mayo de 2014, relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre la comercialización de equipos a presión Texto pertinente a efectos del EEE, y los requisitos de funcionamiento que figuran en la norma UNE-EN 1074-2/A1:2004, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 2: Válvulas de seccionamiento. Las bridas cumplirán con la norma UNE-EN 1092-1:2019, Bidas y sus uniones. Bidas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bidas de acero, y distancias entre caras opuestas conforme la norma UNE-EN 558:2018, Válvulas industriales. Dimensiones entre caras opuestas y dimensiones del centro a una cara de válvulas metálicas para utilizar en sistemas de canalizaciones con bridas. Válvulas designadas por PN y por clase.

La compuerta será guiada. La tuerca que une el eje de la válvula y la compuerta estará embutida en la compuerta.

La calidad de los materiales será igual o superior a lo especificado a continuación.

Cuerpo: fundición dúctil EN GJS500 (GGG-50), según la norma UNE-EN 1563:2019, Fundición. Fundición de grafito esferoidal.

Eje: Acero inoxidable X20Cr13 (AISI 420) conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, Aceros inoxidables. Parte 1: Relación de aceros inoxidables, con la rosca laminada en frío.

Empaquetadura: sellado superior de NBR, 2 juntas tóricas internas 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, Fundición. Fundición de grafito esferoidal, vulcanizada con caucho EPDM, equipada con una

tuerca de latón, CZ 312 según BS 2874 que acopla la compuerta al eje. El cuerpo lleva guías para guiar la compuerta y evitar su movimiento durante el manejo.

Collarín de empuje: latón CZ 132, según BS 2872.

Tornillos embebidos: acero inoxidable A2, con cabeza cilíndrica para herramienta tipo allen, avellanados y sellados con silicona.

Junta perfil: EPDM con orificios para la protección de los tornillos y embutida en la tapa.

Trampillón:

- Cuerpo: polietileno de alta densidad.
- Tapa: fundición gris EN GJL200 (GG-20) conforme la norma UNE-EN 1561:2012, Fundición. Fundición gris.
- Tornillería: acero inoxidable A2.
- Inscripción: Nylon 6.6 grado S 223 F.
- Normalización: dimensiones según DIN 4059
- Ensayos: resistencia de carga cíclica, 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, Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte 1: Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados después de eliminar totalmente los recubrimientos anteriores. (ISO 8501-1:2007).
- Pre calentamiento hasta 200 grados.
- Pintura polvo epoxy espesor mínimo 150 micras de poliuretano alifático RAL5017

Pares máximos de maniobra:

Las válvulas deben cumplir con los siguientes pares máximos de maniobra, a presión nominal,

según DIN 3230 apartado 2 (accionamiento mediante volante):

DN	50	40 Nm
	65	60 Nm
	80	60 Nm
	100	80 Nm
	125	80 Nm
	150	80 Nm
	200	120 Nm
	250	180 Nm
	300	200 Nm

Si el fabricante posee Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar 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 1074:2001, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados, no será necesario realizar un control de calidad de las válvulas, será suficiente con aportar documentación que lo acredite.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas especiales en calderería (Epígrafe 3.3.60).

3.3.44 Válvulas de mariposa

Las válvulas de mariposa deben cumplir con los requisitos de funcionamiento que figuran en la norma UNE-EN 1074-2/A1:2004, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al

uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 2: Válvulas de seccionamiento. Las válvulas de mariposa cumplirán las siguientes especificaciones:

- Distancia entre caras según la norma UNE-EN 558:2018, Válvulas industriales. Dimensiones entre caras opuestas y dimensiones del centro a una cara de válvulas metálicas para utilizar en sistemas de canalizaciones con bridas. Válvulas designadas por PN y por clase.
- Serán de eje horizontal, centrado en la mariposa con anillo envolvente.
- El accionamiento será en función del diámetro nominal de la válvula. Para válvulas menores de DN 1.000 el accionamiento será mediante desmultiplicador motorizable, mientras que para DN 1.000 o mayor será mediante motor reductor. Todas las válvulas tendrán prolongación del cuello de la válvula hasta la superficie.
- El accionador (motor reductor para DN 1.000 o mayor) será compatible para poderle alimentar con un grupo electrógeno directo y poseerá un mando local integrado en las válvulas enterradas.
- El desmultiplicador, con caja de señalización de fin de carrera, tendrá un grado de protección IP-68 (para inmersión continua en agua a una profundidad de 10 metros), conforme a la norma UNE-EN 60529:2018, Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- El acoplamiento entre bridas será conforme a la norma UNE-EN 1092-1:2019, Bidas y sus uniones. Bidas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bidas de acero, 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, Válvulas industriales. Conexión de válvulas con actuadores de giro parcial. (ISO 5211:2017).

Los materiales de las válvulas serán de calidad igual o mayor de lo especificado a continuación.

Cuerpo: fundición nodular ASTM gr 60.40.18/ EN-JS1030 (EN-GJS 400-15, GGG-40), conforme la norma UNE-EN 1563:2019, Fundición. Fundición de grafito esferoidal.

Eje de accionamiento: centrado de acero inoxidable, X30Cr13 conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, Aceros inoxidables. Parte 1: Relación de aceros inoxidables, (ASTM A 276 gr 420/AISI 420/14.029).

Mariposa: acero inoxidable, X2CrNiMo17-12-3 conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, Aceros inoxidables. Parte 1: Relación de aceros inoxidables, (ASTM A 351 gr.CF8M/ AISI 316/1.4408).

Lenticular, centrada y simétrica respecto al eje de giro. Tendrá el mismo nivel de estanqueidad en las dos direcciones de flujo. La mariposa estará unida al eje mediante un mecanizado interno y no con pasadores exteriores que estén en contacto con el agua.

Anillo: EPDM para agua potable. Continuo no vulcanizado al cuerpo y coincidente en forma, con un acanalado interior de la válvula que sirve de cuna al anillo.

Junta tórica: caucho nitrílico NBR dureza IRHD70, conforme la norma UNE-EN 681-1:1996/A3:2006, Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.

Cojinete: PTFE (politetrafluoruro de etileno) conforme la norma BS3G 210, cargado sobre soporte de acero.

Tornillería: acero inoxidable A2-70.

Revestido de las válvulas, desmultiplicadores y protectores del eje de tensión:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ , conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008, Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte 1: Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados después de eliminar totalmente los recubrimientos anteriores. (ISO 8501-1:2007).
- Pintado: Con primera capa de pintura epoxi-zinc, con espesor mínimo de 50 micras, segunda capa de laca acrílica de poliuretano con espesor mínimo de 80 micras. El espesor final medio no será inferior a 130 micras.

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

Si el fabricante posee Certificado de Calidad de Producto conforme la norma UNE-EN 1074:2001, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados, aportará los resultados de los ensayos obtenidos con cada envío de válvulas.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas especiales en calderería (Epígrafe 3.3.60).

3.3.44.1 Accionamiento motorizado

El empleo de sistemas de accionamiento motorizado en compuertas, válvulas de mariposa o cualquier otro elemento de obturación o regulación será obligado cuando se prevea mando a distancia; también cuando la carrera total del obturador exija un número de vueltas del volante superior a 100 (salvo emergencias o mantenimiento).

La motorización de los órganos de cierre será eléctrico, siendo posible el accionamiento manual sin necesidad de montar ninguna pieza en el mecanismo. La carcasa será estanca al chorro de agua y al polvo fino. El motor tendrá una protección mínima IP-68 y aislamiento clase F.

Como elementos de seguridad y características incorporarán los siguientes sistemas:

- Contacto limitador de par (ambos sentidos)
- Contacto fin de carrera regulables
- Interruptor de protección térmica del motor
- Resistencia de caldeo en la caja de contactos.
- Estarán dimensionados para el servicio todo o nada.
- La velocidad de salida de 4 hasta 180 rpm/min (50Hz)
- Motor trifásico con aislamiento clase F protección total del motor por tres termostatos incluidos en el bobinado del estator, motor sin caja de bornas, conexión sobre conector del motor.
- Mecanismo de rodillos ajustable a la posición cerrado/ abierto.
- Limitador de par ajustable sin escalonamiento en escalas de par calibrada para los sentidos de cierre y apertura, valor ajustado directamente legible en daNm.
- Interruptor de par y de carrera cada uno con un contactor de apertura y cierre, IP 68.
- Cableado interno s/ cuadro adjunto

- Volante para servicio manual, desembraga automáticamente con arranque motor y queda inmóvil durante el servicio eléctrico.
- Temperatura servicio de -20° hasta $+80^{\circ}$.
- Acoplamiento de salida s/ ISO 5210:2018, Válvulas industriales. Conexión de válvulas con actuadores multigiro. (ISO 5210:2017), forma C s/ DIN 3338.

Las válvulas cumplirán como mínimo con lo especificado en las normas EN 1074:2001; partes 1,2 3,4 y 5, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. No se admitirán materiales antifricción de cobre en ninguna parte de la válvula, ni palancas o llaves de accionamiento de material plástico.

3.3.44.1.1 *Marcado. Datos que facilitara el fabricante*

El constructor estará obligado a presentar a la Dirección de Obra el certificado de materiales aportado por el fabricante (del husillo, del eje, etc.). En caso de aguas muy corrosivas el Director de Obra podrá variar los materiales exigidos en este Pliego. La Dirección de Obra, según lo que ella estime conveniente, podrá exigir un plazo de garantía en las válvulas de mariposa superior al plazo de garantía de la propia obra.

Las válvulas vendrán identificadas con la siguiente información impresa en la válvula o dossier de fabricación, que incluirá:

- Fabricante.
- Numero de pieza que indique la trazabilidad (granallado, recubrimientos...)
- Día, mes, año y hora de finalización de la válvula.
- Certificado donde se expongan y especifique cada tipo de material que compone la válvula.
- Certificado de ensayos de inspección realizados.
- Marca de calidad (en su caso).
- Referencia a la norma UNE EN 1074:2001 vigente.

3.3.45 Válvulas Hidráulicas anticipadoras de onda

Serán las que se instalen en la estación de bombeo. Son válvulas de control de operación hidráulica y accionada por cierre por pistón DN 250 mm y PN16 según Norma UNE-EN 1074:2001, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Tendrá estructura de doble cámara con indicador de posición de serie

A los efectos de aplicación de este Pliego, se tendrán en cuenta las siguientes definiciones, las cuales han sido extraídas de las normas UNE-EN 805:2000, UNE-EN 1074-1:2001 y UNE-EN 1074-2:2001. Son de aplicación las siguientes:

- Coeficiente de caudal (KV)

Caudal de agua (en m³/hora) a una temperatura entre 5 y 40 °C que pasa a través de la válvula con el obturador totalmente abierto creando una pérdida de carga de 0,1 N/mm².

- Diámetro nominal (DN)

Designación alfanumérica de la dimensión de los componentes utilizada como referencia. Incluye las letras DN seguidas de un número entero adimensional, que está relacionado con las dimensiones reales, en milímetros, del taladro o del diámetro exterior de las conexiones de los extremos.

- Presión nominal (PN)

Designación alfanumérica utilizada como referencia, y que se relaciona con una combinación de características mecánicas y dimensionales de un componente del sistema de tuberías. Incluye las letras PN seguidas de un número adimensional.

En las válvulas, la PN será igual o superior a la DP de la conducción que pueda alcanzarse en el emplazamiento de la válvula. Las PN normalizadas y su relación con PFA, PMA y PEA son las indicadas en la siguiente tabla (UNE-EN 1074-1).

La válvula actúa desde su punto de estrangulamiento máximo hasta la apertura total de la misma para permitir salir en cada momento un volumen de agua tal que sea capaz de salir por el orificio los caudales indicados.

Cuerpo de la válvula en forma semi-recto especial anticavitación, con un ratio máximo de reducción de 6:1 (tipo Y con el actuador en posición oblicua para optimizar la capacidad hidráulica, aumentar la distancia del cierre al cuerpo de la válvula y evitar la formación de flujo turbulento). El cuerpo deberá tener un anillo de asiento de acero inoxidable AISI 304, no roscado, que sea reemplazable y que se sujete en su posición mediante tornillos que se enrosquen al

cuerpo. La trayectoria del flujo del agua a través de la válvula será sin obstrucciones ni protuberancias, con el área del asiento completamente libre de correctores de flujo, rodamientos o nervaduras de soporte. Este asiento deberá estar accesible y ser de fácil manejo sin desmontar la válvula de la tubería. Cuerpo y tapa de hierro dúctil conforme a UNE-EN 1563:2019 “Fundición. Fundición de grafito esferoidal” y todos los tornillos, tuercas y pernos exteriores deben ser de acero inoxidable AISI 316.

Actuador de doble cámara con tabique de separación entra la cámara inferior del diafragma y el cuerpo de la válvula. El conjunto del actuador, compuesto por disco de cierre, eje de válvula y rodamiento, conjunto del diafragma, separador y tapa superior, deben ser desmontables como una unidad integral para facilitar el mantenimiento e inspección de la válvula. El diafragma será de EPDM reforzado con nylon y todas las juntas serán de EPDM. El eje de la válvula será de acero inoxidable AISI 303. El actuador deberá incorporar un cierre para la regulación precisa de la válvula a caudales bajos o para aumentar la resistencia de la válvula frente a la cavitación.

El acoplamiento entre bridas será conforme a la norma UNE-EN 1092-1:2019, Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero, PN 6, PN 10 y PN 16. Cuerpo con bridas caras planas.

Cuerpo de la válvula y actuador con recubrimiento en pintura Epoxi adherido por fusión (mínimo 200 micras). La totalidad de componentes de la válvula deben ser accesibles con facilidad para llevar a cabo su mantenimiento sin desmontar la válvula de la línea. El conjunto reemplazable del disco de cierre debe incluir una junta flexible.

Circuito de control con tubería acero inoxidable AISI 304 y todas las piezas de conexión de latón de acero inoxidable. El circuito será el adecuado para el control de caudales elevados de agua, con tubería de ½” mínimo y con filtro auto limpiante en línea. Circuito de 3 vías con piloto con válvula de aguja incorporada. Cuerpo y cubierta de los pilotos de bronce con componentes internos de acero inoxidable AISI 304 y asiento elástico y juntas de NBR. El piloto será de acción directa, con muelle ajustable y accionado por diafragma. El circuito incluye válvulas manuales para aislar el circuito de control, una válvula de aguja de regulación de la velocidad de cierre de la válvula principal y un solenoide que permita la apertura total de la válvula de forma remota independientemente del control hidráulico. Las características técnicas del solenoide (tipo de solenoide, voltaje, tipo de corriente, etc.) serán compatibles con la instalación que controle su operación.

Riesgo ante la cavitación

El fabricante deberá aportar un certificado, expedido por organismo independiente, donde se determine el valor del coeficiente de cavitación y los valores a partir del cual hay riesgo o no de cavitación.

Todas las piezas deberán tener claramente visible el tarado (caudal y presión) al que ha sido calibrado en fábrica.

Toda válvula deberá estar marcada de manera visible y duradera, conforme a lo que se dispone en la norma UNE-EN 1074-1:2001, y deberá de constar:

- DN
- PN
- Identificación del fabricante
- Número de la parte aplicable de esta norma
- Identificación de los materiales de la carcasa
- Identificación del año de fabricación

La norma UNE-EN 1074-1:2001, establece además que las válvulas conformes a la misma se deben marcar según se define en la norma UNE-EN 19:2016, que permite hacerlo de las dos maneras siguientes:

- Marcado integral, es decir marcado en la fundición o en la caperuza/cubierta de la válvula.
- Placa de marcado: placa fijada de forma segura al cuerpo o la caperuza/cubierta de la válvula con uno o más marcados obligatorios.

La norma UNE-EN 19:2016 indica como marcados obligatorios los siguientes:

- DN.
- PN.
- Material.
- Nombre o marca del fabricante
- Flecha para indicar la dirección del flujo, cuando se requiera.

El contratista podrá realizar una prueba del funcionamiento de la válvula completa en laboratorio homologado que incluirá los siguientes ensayos:

- Inspección visual de todos los componentes.

- Curva de pérdidas de carga sin ningún tipo de regulación.
- Comportamiento de la válvula ante la variación de presión en su función como anticipadora de onda.

Además de ejecutar las pruebas convencionales de presión interior y estanquidad que se realizan en todo tipo de válvulas, para recepcionar las válvulas se controlarán en fábrica los ajustes de presión y de caudal.

El suministrador dispondrá de un banco de pruebas de capacidad tal que la dirección de obra pueda probar en él las válvulas con suficiente margen de caudal y presión.

Si el fabricante posee Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 (Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección) de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, en caso contrario, el fabricante aportará 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, a su cargo, para la realización de los ensayos que la dirección de obra considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

3.3.46 Válvulas antirretorno o de retención.

Las válvulas antirretorno empleadas en el proyecto estarán alojadas en la estación de bombeo tras las bombas, en la posición indicada en los planos.

El tipo de válvula de retención de doble clapeta con cuerpo tipo "Wafer". En cualquier caso, las dimensiones de acoplamiento se ajustarán a la norma DIN 2501.

El rango de temperaturas del agua bajo la cual la válvula tendrá un correcto funcionamiento será -10°C hasta +130°C.

Las características de las válvulas serán las siguientes:

Tabla 33. Características de las válvulas

Válvula de retención de clapeta basculante PN 16	
Cuerpo	Fundición gris A 126 Class B
Tapa	Fundición gris A 126 Class B
Obturador	Fundición gris A 126 Class B
Asiento	Latón B 16 C36000
Perno lateral	Latón B 16 C36000
Junta	EPDM comercial
Cuerpo	Fundición gris A 126 (GG25) / GGG40)
Clapetas	Acero inoxidable A351 CF8M
Asiento	EPDM
Pasador eje bisagra	Acero inoxidable AISI 420
Tope	Acero inoxidable AISI 420
Fijador del eje	Acero inoxidable AISI 420
Resorte	Acero inoxidable AISI 420
Arandela	PTFE
Junta	EPDM

Las válvulas serán ensayadas según la ISO 5208 o similar

- Presión mínima de estanqueidad: 0,5 bar
- Asiento: 1,1 x PN
- Cuerpo: 1,5 x PN

Características de las protecciones

Todo el material de fundición nodular o acero al carbono llevarán una protección anticorrosión interior y exterior a base de una o varias capas de pintura epoxi-poliamida, con un espesor total no inferior a 150 micras.

Documentación

De cada equipo o de su conjunto se suministrará un manual de calidad conteniendo:

- Hoja de características técnicas
- Plano de implantación y montaje
- Certificado de conformidad con el pedido según EN 10 204 (UNE 36-801-92)
- Certificado de materiales
- Manual de montaje y conservación
- Carta de garantía
- Catálogo

3.3.47 Válvulas de esfera

La calidad de los materiales de las válvulas será igual o superior a lo especificado a continuación.

Diseño:

- Cumplirán con la Directiva 2014/68/UE 014/68/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de mayo de 2014, relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre la comercialización de equipos a presión Texto pertinente a efectos del EEE, para los fluidos del grupo 2.
- Conexiones hembra - hembra tipo ISO 7/1
- Poseerán una perforación en la esfera, como protección frente a las heladas.

Cuerpo y esfera: bronce

Protección: todas las superficies interiores que estén en contacto continuo con el agua y las superficies externas (incluyendo la tornillería) que estén en contacto permanente con el sol, el agua o la atmósfera, serán resistentes a la corrosión y al envejecimiento.

Si el fabricante posee Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite, en caso contrario con el primer envío, el fabricante aportará 3 unidades completas o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1074:2001, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados, no será necesario realizar un control de calidad de las válvulas. De lo contrario, tendrán que aportarse los resultados de las pruebas de inspección visual y dimensional, ensayos por líquidos penetrantes, pruebas hidrostáticas y neumáticas y prueba de asiento a baja presión.

Las válvulas deberán estar marcada de manera visible y duradera, conforme a lo que se dispone en la norma UNE-EN 1074-1:2001.

3.3.48 Ventosas

3.3.48.1 Normativa y generalidades

Las normas de referencia son las siguientes:

- UNE-EN 1074:2001. Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación.
 - Parte 1: Requisitos generales.
 - Parte 4: Purgadores y ventosas.
- DIN 1693: Cuerpos de fundición dúctil.
- AWWA 512-99. *Air release, air vaccum and combination air valves for waterwork service.*
- NSF/ANSI 61. Efectos sobre la salud de los componentes de los sistemas de tratamiento de agua potable.

Las ventosas deberán estar diseñadas y fabricadas de acuerdo con la norma UNE-EN1074-4:2001 y UNE-EN1074-1:2001.

Todos los materiales de las ventosas deberán ser apropiados para uso alimentario y certificados de acuerdo con la Norma NSF/ANSI 61.

Todos los componentes presentes en las ventosas deberán estar aprobados para agua potable y certificados con la norma UNE-EN1074-4:2001.

3.3.48.2 Términos y definiciones

A los efectos de aplicación de esta especificación se tendrán en cuenta las siguientes definiciones, las cuales han sido extraídas de las normas UNE-EN 805:2000, Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes, y UNE-EN 1074-1:2001, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación. Parte 1: Requisitos generales.

- **DN. Diámetro nominal:** Designación alfanumérica de la dimensión de los componentes utilizada como referencia. Incluye las letras DN seguidas de un número entero adimensional, que está relacionado con las dimensiones reales, en milímetros, del taladro o del diámetro exterior de las conexiones de los extremos.

- **DP. Presión de diseño:** Presión máxima de funcionamiento de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones, pero excluyendo el golpe de ariete.
- **MDP. Presión máxima de diseño:** Presión máxima de funcionamiento de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones e incluyendo el golpe de ariete.
- **PFA. Presión de funcionamiento admisible:** Presión hidrostática máxima que un componente es capaz de soportar de forma permanente en servicio.
- **PMA. Presión máxima admisible:** Presión máxima, incluido el golpe de ariete, que un componente es capaz de resistir en servicio.
- **PEA. Presión de ensayo admisible:** Presión hidrostática máxima que puede resistir un componente instalado recientemente, durante un periodo de tiempo relativamente corto, para asegurar la integridad y estanquidad de la conducción.
- **PN. Presión nominal:** Designación alfanumérica utilizada como referencia, y que se relaciona con una combinación de características mecánicas y dimensionales de un componente del sistema de tuberías. Incluye las letras PN seguidas de un número adimensional.
- **STP. Presión de prueba de red:** Presión hidrostática aplicada a una conducción recientemente instalada de forma que se asegure su integridad y estanquidad.

Otras definiciones no incluidas en las normas citadas anteriormente son:

- **Cierre cinético:** cierre prematuro de la válvula producido por el efecto de la velocidad de la corriente ascendente de aire antes de que el agua alcance la boya o flotador.
- **Bloqueo sónico:** fenómeno que ocurre en sistemas de conductos donde la velocidad del aire alcanza la del sonido. Al producirse este fenómeno, el flujo alcanza su valor máximo.

Dado que su funcionamiento ha de ser automático, se describe este para cada una de las tres funciones posibles de la ventosa:

- Evacuación de aire al llenar la conducción: al efectuar el llenado, el aire se escapa a través del orificio mayor sin que el flotador o el mecanismo de cierre del mismo, cualquiera que sea su forma y disposición, sea arrastrado por la corriente de aire; la fuerza resultante del caudal de aire que circula alrededor del flotador mantiene en posición de abierto el orificio de aireación. Al terminar el proceso de llenado, el nivel de

agua va ascendiendo en el cuerpo, al igual que el flotador, por la fuerza de elevación, hasta producirse el cierre.

- Purga de aire bajo presión de servicio: durante el servicio habrá una acumulación continua de aire en la ventosa, bajando el nivel de agua en su interior, disminuyendo, por lo tanto, la fuerza de elevación. El flotador desciende dejando libre el pequeño orificio de purga por donde escapa el aire; al ocupar el agua el espacio que queda vacío, el flotador asciende hasta ocupar la posición de cierre.
- Entrada de aire al vaciar la conducción: en la operación de vaciado o rotura se produce una diferencia de presiones entre la baja presión interior de la tubería y la presión exterior más alta (presión atmosférica) que puede llegar a producir el aplastamiento de la conducción. Al bajar el flotador por descenso del nivel de agua queda libre el orificio por donde entra el aire de la atmósfera en la conducción evitando la presión y la formación de vacío.

3.3.48.3 Elementos constitutivos y materiales

Las ventosas serán automáticas y trifuncionales. El diámetro nominal de las ventosas corresponderá al diámetro de conexión con la tubería, así como al diámetro de aducción/expulsión de aire.

Los materiales usados en la fabricación no serán atacados por el desarrollo de bacterias, algas, hongos u otras formas de vida y sin llegar a contaminar por sabor, olor o color del agua que se encuentra o que pueda estar en contacto.

Las ventosas deberán disponer de una válvula de corte para el mantenimiento de las mismas cuando la tubería se encuentra en servicio.

Las ventosas trifuncionales se compondrán de una ventosa automática y una ventosa cinética. Las características de las ventosas cinéticas serán:

- o Diámetro 50 y 25 mm: cuerpo y base de polipropileno con rosca.
- o Diámetro 80 mm, 100 mm y 150 mm.: cuerpo y base de metal con brida.

El cuerpo, tapa y bridas de estas últimas será de fundición dúctil o nodular de calidad GJS-400-15, GJS-400-18, GJS-450-10 o GJS-500-7, según UNE-EN 1563:2019 «Fundición. Fundición de grafito esferoidal».

El cuerpo principal de la ventosa deberá proporcionar un área de sección transversal igual al

diámetro nominal de la misma. Los cuerpos de las ventosas estarán provistos de un orificio roscado de ¼" o ½" y una válvula de bola, con el fin de poder utilizarse como elemento de purga y disponer de la posibilidad de incorporar un manómetro para comprobar presiones.

Para $DN \leq 50$ la unión a la instalación se podrá realizar mediante enlace roscado, según UNE-EN 10226-1:2004 «Roscas de tuberías para uniones con estanquidad en la rosca. Parte 1: Roscas exteriores cónicas y roscas interiores cilíndricas. Dimensiones, tolerancias y designación» o UNE-EN 10226-2:2005 «Roscas de tuberías para uniones con estanquidad en la rosca. Parte 2: Roscas exteriores cónicas y roscas interiores cónicas. Dimensiones, tolerancias y designación». La rosca deberá ser normalizada, con rosca exterior en la válvula de aireación, según norma UNE-EN ISO 228-1:2003 «Roscas de tuberías para uniones sin estanquidad en la rosca. Parte 1: Medidas, tolerancias y designación (ISO 228-1: 2000)».

Aquellas ventosas que tengan una salida de aire recta o perimetral deberán disponer de una tapa deflectora, que cubre el orificio grande y cuya misión es protegerlo, así como difundir el aire hacia los laterales por todo el perímetro de la ventosa. Este deflector estará fabricado en uno de los siguientes materiales:

- Fundición dúctil o nodular de calidad GJS-400 o superior, según UNE-EN 1563:2019 «Fundición. Fundición de grafito esferoidal».
- Opcionalmente podrá fabricarse en materiales plásticos, como pueden ser el nylon o el polipropileno, resistentes a la luz ultravioleta.

Bajo el deflector la ventosa llevará incorporada una rejilla perforada que impide la entrada de suciedad y elementos extraños desde el exterior de la válvula. La rejilla interior podrá ser de acero inoxidable de calidad 1.4301, 1.4401 o 1.4404, según UNE-EN 10088-1:2015 «Aceros inoxidables. Parte 1: Relación de aceros inoxidables».

El flotador principal de la ventosa estará diseñado aerodinámicamente para resistir altas velocidades de paso de aire sin que este se vea arrastrado y se produzca el cierre prematuro del orificio grande de la ventosa.

Los flotadores serán de polipropileno macizo para evitar su corrosión y resistir grandes presiones de trabajo sin sufrir deformaciones, abolladuras o su colapso.

Los elastómeros en contacto con el agua en circulación serán de EPDM (caucho de etileno propileno dieno tipo M) por su mayor resistencia al ozono y al envejecimiento. Deberán cumplir los requisitos para la clase de dureza Shore A 60 o 70 y ser tipo WA para instalaciones de suministro de agua potable fría (para consumo humano), según lo indicado en la norma UNE-EN 681-1:1996/A3:2006 «Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de

estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado». Los elastómeros en contacto con el agua en circulación serán de EPDM por su mayor resistencia al ozono y al envejecimiento.

Los tornillos de fijación entre el cuerpo y la tapa han de ser pasantes y roscados mediante tuercas del mismo material. Deben evitarse las roscas mecanizadas en los cuerpos de fundición puesto que son puntos susceptibles a la corrosión. Serán de acero inoxidable AISI 304.

Las ventosas trifuncionales deberán tener el purgador automático, que puede presentarse separado del cuerpo principal de la ventosa. Este deberá ir instalado en la parte superior de la ventosa, evitando que salgan lateralmente desde la base de la ventosa. La superficie del orificio automático será adecuada para evacuar a la presión de trabajo las bolsas de aire atrapado dentro de la conducción principal.

El diseño y funcionamiento del purgador automático estará basado en el principio de obturación desplazable para asegurar la descarga de grandes cantidades de aire acumulado en las condiciones de trabajo bajo presión. Será capaz de trabajar en todo el rango de la presión sea cual sea el PN de la ventosa, sin necesidad de modificar tamaños de tobera. El mecanismo de obturación desplazable del purgador debe ser fácilmente reemplazable sin necesidad de desmontar los componentes internos de la ventosa.

En los casos de purgadores externos serán fabricados en fundición dúctil de calidad GJS400 o superior, según la UNE-EN 1563:2019 «Fundición. Fundición de grafito esferoidal». Los purgadores internos se acogerán a las especificaciones de materiales de las ventosas cinéticas.

El flotador estará fabricado en polipropileno macizo o en calidades equivalentes a las del flotador de la ventosa cinética y será totalmente inoxidable e indeformable por la acción de la presión interna. El cierre del purgador contra el orificio o tobera se realizará mediante una goma de caucho resistente de EPDM, aprobado para agua potable y resistente al ozono y al cloro.

El sistema de pintura a aplicar deberá ser adecuado para la protección contra la corrosión, conforme a la norma UNE-EN ISO 12944-1:2018 «Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 1: Introducción general. (ISO 12944-1:2017)». Se tendrán en cuenta los siguientes factores: tipo de superficie a ser protegida, proceso de sistema de pintado, corrosividad del medio ambiente y durabilidad.

Se requerirá que el sistema de protección empleado sea, como mínimo, de la categoría C3 y durabilidad VH (muy alta). Si las condiciones de exposición así lo exigen, se exigirá una categoría superior. En caso de equipos a instalar en el interior de arquetas con o sin tapa o drenaje, estos se considerarán incluidos en la categoría Im1 (agua dulce), en cuyo caso la preparación de superficies debe ser Sa 3 (cuando se trate de sistemas C4 o Im1 a Im4 de durabilidad alta o muy

alta).

Previamente a la aplicación de la protección, deberán prepararse las superficies eliminando el polvo, la suciedad y aceites o materias grasas.

- Granallado de la superficie hasta grado Sa 2 ½, según la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008 «Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte 1: Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados después de eliminar totalmente los recubrimientos anteriores. (ISO 8501-1:2007)». No deberán transcurrir más de cuatro horas entre el granallado y la aplicación de la primera capa del revestimiento. Las superficies sobre las que aplicar los revestimientos no deben presentar trazas de sombra o inicios de oxidación. Si se observasen estos defectos se deberá proceder a repetir el granallado en dichas piezas.
- Todo el material de fundición dúctil o nodular llevará una protección anticorrosiva interior y exterior, a base de las capas de imprimación y acabado que requiera el sistema de pintura elegido, de productos de tipo epoxi y poliuretano, con un espesor total mínimo de 250 micras, conforme a lo establecido en la norma UNE-EN 14901:2015 «Tuberías, racores y accesorios de fundición dúctil. Recubrimiento epoxi (alta resistencia) para racores y accesorios de fundición dúctil. Requisitos y métodos de ensayo». Dicha norma determina que el espesor local mínimo debe ser superior a 200 micras, el espesor medio mínimo igual o superior a 250 micras y en las zonas designadas a continuación se admite un espesor local mínimo de 150 micras:
 - Zonas de unión
 - Agujeros de pernos
 - Marcados autorizados
 - Nervaduras
 - Aristas

3.3.48.4 Características técnicas

3.3.48.4.1 *Características de diseño*

Para el dimensionamiento hay que considerar un Caudal Libre a Eliminar (CAE), que será equivalente al caudal circulante por cada tramo. En el caso de nuestra red, al existir multitud de diámetros y caudales diferentes, el método más adecuado es seleccionar el tamaño de la ventosa

en función del diámetro de la tubería:

Tabla 34. Tamaño de ventosas en función al tipo de tubería

D (mm)	Material	Ventosa (mm)
700	Acero	100

Esta condición tiene por finalidad limitar la velocidad de circulación del aire, evitando desplazar en el cuello el flotador por la fuerza de la corriente de aire.

Los flotadores, en la posición de válvula cerrada se diseñarán para resistir la presión externa a la que son sometidas sin deformación remanente alguna. Podrán ser huecos o macizos. La brida de unión a la conducción será perpendicular al eje de la ventosa. Estarán taladradas y los orificios para los tornillos de unión estarán distribuidos uniformemente en un círculo concéntrico con el eje de la sección de paso de aire.

Se instalarán válvulas de aireación en los siguientes puntos de las redes de tuberías:

- En todos los puntos altos relativos de cada tramo entre dos válvulas de corte.
- Inmediatamente antes de cada válvula de corte en los tramos ascendentes según el sentido de recorrido del agua, e inmediatamente después en los descendentes.
- En todos los cambios marcados de pendiente, aunque no correspondan a puntos altos relativos.
- En todos los tramos de más de 500 m.l. en los cuales, por tener una pendiente constante no existan puntos altos ni bajos relativos y no se haya dispuesto ningún elemento de aireación de la conducción.
- Se instalarán válvulas de aireación aguas abajo de las válvulas de seguridad, de cierre por sobrevelocidad.

Las ventosas se deben diseñar para temperaturas de servicio que vayan desde 0 °C (sin hielo) hasta 40 °C, y para temperaturas de almacenaje entre -20 °C y 70 °C. Para las válvulas fabricadas con materiales cuyo comportamiento mecánico dependa de la temperatura, las presiones PFA, PMA y PEA se deben establecer a 20 °C y, si fuese de aplicación, el fabricante y/o las normas de producto deben proporcionar un factor de reducción (tabla temperatura/presión) para temperaturas más elevadas.

El diseño de la válvula debe cumplir todas las exigencias de las normas UNE-EN 1074- 1:2001

y UNE-EN 1074-4:2001. La superficie mínima de paso del aire en cada sección será la correspondiente al círculo de diámetro DN, tal como se indica en la tabla siguiente:

Tabla 35. Superficies mínimas de paso

DN	50	80	100	150	200	250	300	350	400
Círculo de diámetro (mm)	50	80	100	150	200	250	300	350	400
Superficie (mm ²)	1.963	5.027	7.854	17.671	31.416	49.087	70.686	96.211	125.664

Para calcular dicha sección mínima se tendrán en cuenta todas las secciones con las restricciones de paso existentes en la válvula, tales como las guías y los estrechamientos existentes en el interior del cuerpo, los ejes, la tapa o las rejillas, en caso de existir.

El parámetro que caracteriza a cada válvula en particular es su capacidad de aireación. La capacidad de aireación de una válvula expresa el caudal de aire que pasa por el orificio de aireación a una presión diferencial determinada que será la siguiente:

- Evacuación de aire: la presión diferencial es positiva; se recomienda limitar dicha presión a +0,15 bar (+0,015 MPa) para dimensionamiento.
- Admisión de aire: la presión diferencial es negativa; se recomienda limitar dicha presión a -0,35 bar (-0,035 MPa) para dimensionamiento.

Las capacidades mínimas exigidas, en litros por segundo (l/s), correspondientes a los valores de presión diferencial de referencia, serán los señalados en la siguiente tabla:

Tabla 36. Capacidades mínimas de válvulas de aireación

Q. Evacuación de aire a + 0,15 bar (l/s)								
DN 25	DN 50	DN80	DN100	DN150	DN200	DN250	DN300	DN400
34	150	340	570	1.100	2.100	3.300	4.700	6.400

Q. Admisión de aire a - 0,35 bar (l/s)								
DN 25	DN 50	DN80	DN100	DN150	DN200	DN250	DN300	DN400
54	210	480	850	1.900	3.400	5.300	7.600	10.500

La característica declarada por el fabricante debe ser el caudal en función de la presión (capacidad). El fabricante deberá justificar y explicar el procedimiento para la obtención de los

valores declarados.

Cuando exista la posibilidad de realizar ensayos de verificación de las capacidades de admisión y expulsión de las ventosas en un laboratorio externo independiente, será necesario que la justificación de los valores propuestos por los fabricantes quede documentado a través de ensayos reales (bien en laboratorio externo, bien en banco de ensayos del fabricante cuando disponga de él).

Cuando el caudal se mida según las condiciones definidas en los apartados correspondientes de la norma UNE-EN 1074-4, este no debe ser inferior al 90 % del valor indicado por el fabricante, en dos puntos de la curva, siendo estos puntos indicativos del rango de utilización de la válvula y sus funciones.

El cierre cinético de la ventosa es un fenómeno que se produce cuando durante la evacuación de aire el flotador cierra la válvula antes de la llegada del agua. Esto ocurre debido a que el empuje producido por el aire llega a ser superior al peso del flotador consiguiendo elevarlo. El cierre cinético es un parámetro que dependerá principalmente del diseño de la válvula. Para evitarlo se recomienda limitar la velocidad de llenado de las conducciones de tal manera que se mantengan presiones diferenciales por debajo de 0,15 bar. En todo caso el fabricante deberá declarar, en caso de existir, la presión diferencial positiva que provocaría dicho cierre.

No se aceptarán ventosas que no acrediten un valor de cierre cinético o cierre prematuro no superior a 0,3 bares.

El bloqueo sónico se produce cuando en la admisión de aire se alcanza la velocidad del sonido; a partir de dicho valor, la velocidad, y por lo tanto la cantidad de aire admitida, se mantienen constantes. La ventosa ha de estar diseñada para evitar que suceda este fenómeno. Cuando esta característica se pueda verificar, se deberán garantizar las prestaciones declaradas por el fabricante.

3.3.48.4.2 *Marcado*

Las ventosas se marcarán de manera visible y duradera con la siguiente información:

- Modelo de ventosa
- DN
- PN

- Identificación del fabricante
- Número de la parte aplicable a esta norma (opcional)
- Identificación de los materiales del cuerpo
- Identificación del año de fabricación

3.3.48.4.3 *Embalaje y transporte*

Las válvulas serán embaladas con un protector plástico para protegerlas de rozaduras y golpes durante su manipulación y transporte.

Las válvulas que debido a su peso no puedan ser movidas manualmente se moverán utilizando eslingas de nylon (nunca sirgas metálicas).

3.3.48.4.4 *Datos que facilitará el fabricante*

El constructor estará obligado a presentar a la dirección de obra el certificado de materiales aportado por el fabricante.

Las ventosas vendrán identificadas con la siguiente información impresa o dossier de fabricación que incluirá:

2. Fabricante.
3. Número de pieza que indique la trazabilidad (granallado, recubrimientos, etc.).
4. Día, mes, año y hora de finalización de la ventosa.
5. Certificado donde se exponga y especifique cada tipo de material que compone la ventosa.
6. Certificado de ensayos de inspección realizados.
7. Marca de calidad (en su caso).
8. Referencia a la norma AWWA C 512.

El fabricante proporcionará certificados de ensayos, esquemas de dimensiones, listado de piezas, dibujos y manuales de operación y mantenimiento.

3.3.48.4.5 *Expedición y recepción*

Las válvulas deberán enviarse limpias. Todos los elementos irán bien protegidos y los orificios externos tapados mediante tapas de plástico de forma que se evite la introducción de elementos extraños que pudieran perjudicar a la válvula o su higiene.

El fabricante deberá asegurar el correcto embalaje y carga de las válvulas. El embalaje ha de garantizar que las válvulas no sufran en el transporte ningún tipo de golpe. No se deben producir roces en la pintura ni esfuerzos superiores a los que la válvula ha de soportar.

La recepción tendrá lugar en el momento y lugar de la entrega señalada en el pedido. En la recepción se ha de comprobar:

9. Que las válvulas corresponden al modelo y características del pedido.
10. Que el marcado sea el correcto.
11. Que, entre la documentación aportada, figura la Ficha Técnica de Suministro de Válvula de Aireación que el fabricante o distribuidor tiene que adjuntar debidamente cumplimentada con cada suministro.
12. Manual o instrucciones de instalación o mantenimiento.

El fabricante podrá designar un representante que presencie la recepción, cuya fecha de celebración se deberá comunicar a la dirección de obra con la suficiente antelación.

3.3.48.5 Plan de aseguramiento de la calidad

3.3.48.5.1 Gestión de la calidad

La calidad de los distintos componentes deberá ser asegurada mediante un sistema de control de las materias primas y del proceso de fabricación que garantice el cumplimiento de las prescripciones técnicas de las normas de referencia utilizadas para la producción de los mismos y los requisitos establecidos en los apartados anteriores.

El fabricante deberá disponer de un Sistema de Gestión de Calidad que esté certificado según la norma UNE-EN ISO 9001:2015, Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos, por organismo de certificación acreditado.

El fabricante deberá disponer de un Sistema de Gestión Medioambiental certificado por un organismo certificador acreditado según la norma UNE-EN ISO 14001:2015, Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.

Se podrá solicitar la documentación que permita verificar el cumplimiento de los estándares mínimos de calidad especificados en los apartados anteriores en relación a cada modelo de válvula y que será la siguiente:

- a) Certificado de producto emitido por empresa certificadora acreditada por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) u organismo equivalente para la norma de producto de referencia. Adicionalmente, se podrá solicitar el informe de ensayos efectuados para la obtención de dicho certificado.
- b) Certificado de producto emitido por empresa certificadora no acreditada por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) u organismo equivalente para la norma de producto de referencia. Adicionalmente, se podrá solicitar el informe de ensayos efectuados para la obtención de dicho certificado.

En el caso de no disponer de certificado de producto, el promotor podrá considerar la validez y/o suficiencia de un informe de ensayos, que incluirá, al menos, la documentación siguiente:

- a. Ensayos representativos indicados en el presente documento.
- b. Fotografías de las muestras analizadas con detalle del marcado.
- c. Se deberá garantizar que los componentes incluidos en el informe corresponden con los analizados y que dicho informe se ha realizado en los últimos cinco años.

Los organismos de acreditación deberán ser conformes a lo establecido en la norma UNE-EN ISO/IEC 17011:2017, Evaluación de la conformidad. Requisitos para los organismos de acreditación que realizan la acreditación de organismos de evaluación de la conformidad.

Los organismos que actúen como entidades certificadoras o laboratorios de ensayo deberán ser conformes a lo establecido en las normas UNE-EN ISO/IEC 17065:2012, Evaluación de la conformidad. Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios. UNE-EN ISO/IEC 17021-1:2015, Evaluación de la conformidad. Requisitos para los organismos que realizan la auditoría y la certificación de sistemas de gestión. Parte 1: Requisitos, y UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 (versión corregida en fecha 2018-05-09), Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

El/los laboratorio/s que hayan realizado los ensayos requeridos deberá/n estar incluido/s en uno o varios de los siguientes niveles:

- Laboratorio certificado con UNE-EN ISO 9001:2015 por entidad acreditada por ENAC u organismo equivalente, o laboratorio acreditado por ENAC con UNE-EN ISO/IEC

17025:2017, para la realización de los ensayos requeridos. Deberán aportarse los certificados correspondientes, en el caso de que así se requiera.

- Laboratorio con sistemas UNE-EN ISO 9001:2015 o UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 para la realización de los ensayos requeridos, implantados o mantenidos, pero no certificados o acreditados, respectivamente. La implantación de dichos sistemas deberá estar verificada por entidad certificadora de control de calidad, independiente del laboratorio. En el caso de que se requiera deberá documentarse dicha implantación.

- Laboratorio que cumpla los siguientes requisitos:

13. Sistema de aseguramiento interno: disponen de una organización interna de los servicios, de sistemáticas de control de los equipos y de métodos de ensayo/calibración, como garantía de los resultados.

14. Trazabilidad: disponen de control de la trazabilidad de sus medidas, mediante planes de calibración y la realización de intercomparaciones con otros laboratorios.

15. Disponen de procedimientos documentados o normas para la prestación de servicio a los clientes.

En el caso de que así sea requerido, a efectos del caso (3), deberá aportarse la siguiente documentación a fin de comprobar los requisitos anteriores:

- Organigrama con funciones definidas, cualificación y experiencia personal.
- Manual de calidad.
- Procedimientos o normas de descripción de los ensayos solicitados en la normativa de aplicación.
- Procedimiento predefinido de elaboración y contenido de los informes de ensayo.
- Planes de mantenimiento y calibración de equipos.
- Certificados de calibración de equipos por entidad acreditada por ENAC u organismo equivalente.
- Plan de intercomparación con otros laboratorios o entidades de reconocido prestigio, en caso de disponerse los mismos.

- Resumen de la sistemática general de aseguramiento de la trazabilidad de las medidas de laboratorio.
- Referencias de ensayos realizados en los cinco últimos años. Deberá acreditarse la realización de al menos 3 ensayos de similares características.
- Inscripción en cualquier relación de organismos reconocidos de ámbito internacional, nacional, autonómico o local.

Tanto en los certificados como en los informes de ensayos se deberá demostrar la trazabilidad del producto a que se hace referencia, así como la identificación del fabricante tanto en las muestras como en la documentación.

La fabricación, montaje y acabado de todos los elementos componentes de las válvulas deberán estar sujetos a un estricto y documentado proceso de autocontrol que garantice la calidad del producto acabado y suministrado.

El promotor podrá solicitar el Manual de Control de Calidad del fabricante y en el mismo deberán señalarse las normas oficiales de ensayos que se apliquen, o en otro caso incluirse la descripción detallada de los métodos de ensayo utilizados.

El proceso de autocontrol incluirá, al menos, los conceptos siguientes:

- Materiales
- Composición química
- Estructura molecular
- Características mecánicas
- Tratamientos térmicos
- Otras características
- Fabricación
- Dimensiones, tolerancias y paralelismo
- Soldaduras
- Acabado de superficies

- Comportamiento mecánico
 - Protecciones
- Composición química
- Preparación de superficies y espesores
- Comportamiento mecánico
- Comportamiento químico y carácter alimentario de agua para consumo humano en revestimientos interiores
- Ensayos de verificación del proceso de fabricación. Correspondientes a los requisitos detallados a continuación y en válvulas representativas de la producción:
 - Pruebas de presión.
 - Pruebas de estanquidad.
 - Pruebas de características neumáticas.

Para la determinación de la idoneidad de cada modelo, el fabricante aportará certificado y/o informe de cada uno de los ensayos y pruebas siguientes para cada gama homogénea de válvulas (entendiendo como tal aquella cuyo diseño es idéntico y de iguales materiales los elementos que la forman):

Tabla 37. Ensayos (UNE-EN 1074-1:2001 y UNE-EN 1074-4:2001)

Característica a ensayar	Tipo de ensayo	Parámetros	Condición de aprobación	
Resistencia mecánica.	Resistencia de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión (*1)	Presión interior: máximo de: <ul style="list-style-type: none"> • PEA • 1,5 x PFA 	Debe resistir sin sufrir ningún daño	
	Resistencia del obturador a la presión diferencial	Presión diferencial: PFA + 5 Si el PMA indicado para las válvulas es mayor que este valor, la presión diferencial a aplicar debe ser igual a PMA	El obturador debe resistir sin sufrir ningún daño.	
Estanquidad	Estanquidad de la carcasa y de todos los componentes sometidos a presión	Estanquidad a la presión interior (*1)	Presión interior: máximo de: <ul style="list-style-type: none"> • PEA • 1,5 x PFA 	No debe detectarse ninguna fuga
	Estanquidad del asiento	Estanquidad del asiento a una presión diferencial elevada (*1)	Presión diferencial: 1,1 x PFA con agua Duración no inferior a 10 min	Ratio de estanquidad A (UNE-EN 12266-1:2013): Ninguna fuga detectada visualmente durante la duración del ensayo
		Estanquidad del asiento a una presión diferencial baja (*1)	Presión diferencial: 0,5 bar	No se debe detectar ninguna fuga

Tabla 38. Ensayos realizados según otras normas

Característica a ensayar	Tipo de ensayo	Parámetros	Condición de aprobación	Norma
Metalografía	Análisis del grafito	Forma de grafito	Forma V ó VI	UNE-EN ISO 945:2012
Elastómeros	Espectroscopia infrarroja			UNE 53633:1991

A la recepción del material se realizarán, como mínimo, las siguientes verificaciones y ensayos:

Tabla 39. Verificaciones y ensayos en la recepción del material

PARÁMETRO	NORMA O MÉTODO	TIPO DE CONTROL	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	TIPO DE REGISTRO
Características	No se especifica	Inspección visual	Cada envío	Cumplimiento de las especificaciones del pedido	Albarán
Aspecto externo	No se especifica	Inspección visual	Cada envío	Ausencia de daños o desperfectos	Registro de inspecciones y ensayos
Instalación	No se especifica	Inspección visual	Todas las unidades	Cumplimiento de las especificaciones del fabricante indicadas en la documentación que acompaña a las unidades y en el marcado de las mismas.	Registro de inspecciones y ensayos
Resistencia mecánica a la presión	UNE-EN 1074-1	Ensayo en fábrica o en campo	100 % suministro	Ausencia de fugas exteriores o desperfectos tras el ensayo	Certificado del fabricante (e. fábrica)
Estanquidad	UNE-EN 1074-1	Ensayo en fábrica o en campo	100 % suministro	Ausencia de fugas exteriores o desperfectos tras el ensayo	Certificado del fabricante (e. fábrica)

16. Se entregará certificado de materiales 2.1 según UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, de la totalidad del suministro.

17. El no cumplimiento de alguno de los parámetros de calidad exigidos en el presente pliego podrá ser objeto de rechazo del pedido o de la devolución del material defectuoso. En cualquiera de los casos el fabricante tendrá que subsanar las incidencias detectadas en el plazo máximo de 15 días naturales asumiendo todos los costes derivados, incluidos los de transporte de nuevo al taller o fábrica y vuelta a la obra.

Además, el fabricante deberá facilitar los informes que acrediten la elaboración y los resultados positivos de los ensayos siguientes, realizados por un organismo competente:

18. Cumplimiento del Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

19. El recubrimiento cumplirá los ensayos recogidos en la norma UNE-EN 14901:2015 «Tuberías, racores y accesorios de fundición dúctil. Recubrimiento epoxi (alta resistencia) para racores y accesorios de fundición dúctil. Requisitos y métodos de ensayo».

20.

3.3.48.5.2 *Control de calidad*

El promotor podrá realizar los ensayos y/o comprobaciones que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

En el caso de que el promotor realizase ensayos o comprobaciones sobre elementos seleccionados y estos no cumplieren con las especificaciones exigidas en el pliego y cuadro de unidades de la misma, el coste de la realización de los mismos correrá por cuenta del fabricante. También correrá por cuenta del fabricante la reposición de los elementos objeto de ensayo por otros nuevos con las mismas características.

El fabricante realizará en sus instalaciones los ensayos completos conforme la norma UNE-EN 1074:2001, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación, como mínimo, al 10 % de unidades de cada uno de los tipos de ventosas que componen cada actuación concreta (sobre elementos elegidos por representantes del promotor sobre el total del suministro de cada tipo de ventosa y de purgador, entendiéndose por tipo de ventosa el diámetro nominal y como tipo de purgador el orificio de purga. Asimismo, el fabricante avisará de la fecha de realización de dichos ensayos completos con un mínimo de 10 días de antelación para que, en el caso de que el promotor lo considere necesario, pueda enviar a un representante del promotor para presenciarlas, sin coste alguno para el promotor.

Se entiende por ensayo completo un ensayo de prueba hidrostática y estanquidad, según norma UNE-EN 1074-1 y 4, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación. Partes 1 y 4, y un ensayo de prueba neumática cuando el Pliego Especifico de la actuación así lo requiera.

3.3.48.5.3 *Pruebas de funcionamiento*

Durante las pruebas de funcionamiento de la instalación se comprobará que las válvulas no sufren daños ni movimiento alguno, ni se aprecian fugas por las juntas de estanquidad.

3.3.49 Filtros hidrociclónicos multihelices

Los filtros hidrociclónicos multihelices serán para tuberías de 800 mm de diámetro y se dispondrán en cabecera de la red para triturar cualquier tipo de impurezas (sobre todo almeja asiática) que pudiera ocasionar atranques en los filtros de mallas automáticos.

3.3.49.1 Normativa y generalidades

21. Apartado 6.2.2 Static pressure test, del estándar ISO 9912-2:2013. Agricultural irrigation equipment — Filters for microirrigation — Part 2: Strainer-type filters and disc filters.
22. UNE 1092:1998, partes 1 a 4. Bidas y sus uniones. Bidas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN.
23. DIN 2576 en caso de no disponer de UNE 1092.

3.3.49.2 Especificaciones generales del producto

3.3.49.2.1 *Marcado y documentación*

El fabricante/proveedor debe aportar también el manual de instrucciones y la hoja de características del equipo donde conste la siguiente información:

- Marca, modelo y fabricante.
- Presión máxima de trabajo (Bar).

Adicionalmente, y con anterioridad a su instalación en obra, se deben proporcionar los datos del filtro necesarios para determinar sus requisitos de instalación:

- Tamaños de las bidas.
- Distancias entre conexiones.
- Cualquier otra información que sea relevante para su instalación satisfactoria en obra.

3.3.49.2.2 *Materiales de fabricación*

- Carcasa: acero al carbono S275 espesor 10mm y Ø1200
- Tubuladoras entrada-salida DN-800 en S275 espesor 8 mm
- Cartucho filtrante de chapa perforada AISI304
- Elemento triturador AISI304

Se establecen, como requisito mínimo, tanto para los acabados interiores como exteriores, chorreado Sa2½ en ambos y granallado, para su posterior imprimación con pintura epoxi. El número de capas de pintura, las características de la misma, y el espesor final requerido en base resina epoxi electrostática con espesor medio 300 micras interior y 180 micras exterior.

La conexión será mediante bidas. El acoplamiento entre bidas será conforme a la norma UNE-EN 1092-1:2019, Bidas y sus uniones. Bidas circulares para tuberías, grifería, accesorios y

piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero, PN 6, PN 10 y PN 16. Cuerpo con bridas caras planas.

3.3.49.2.3 *Naturaleza del fluido*

El filtro debe ser apto para agua de riego.

3.3.49.2.4 *Pérdida de carga máxima*

Se establece que la pérdida de carga máxima admisible a caudal máximo será de 1,5 mca.

3.3.49.3 *Especificaciones específicas de la obra*

Se requieren picajes para conexiones a tomas manométricas y para purgador en la tapa.

3.3.49.3.1 *Presiones de diseño.*

Serán timbraje PN16.

3.3.49.3.2 *Carga, transporte y descarga*

El ritmo de suministro se establecerá con arreglo a las necesidades de material establecidas en la programación de la obra.

La carga de los materiales se realizará de modo de que no sufran golpes ni raspaduras, quedan perfectamente inmovilizados sobre la caja del camión, con la finalidad de que durante el transporte no se produzcan daños en los materiales.

La descarga se realizará mediante el empleo de medios mecánicos adecuados a los pesos de las piezas correspondientes. La sujeción se realizará de modo que los elementos no sufran concentraciones de tensión en un reducido número de puntos de enganche. Tampoco se deben producir durante la descarga condiciones de apoyo sensiblemente diferentes a las de trabajo normal de las piezas.

La descarga se realizará depositando el elemento sin brusquedades y de modo que quede en el acopio apoyado perfectamente en la mayor superficie posible.

Se adoptarán las medidas de seguridad oportunas para que el personal no corra riesgo de accidentes.

3.3.49.3.3 *Recepción en obra*

Cada entrega irá acompañada de un albarán en el que figurarán, como mínimo, los datos siguientes:

- Identificación del suministrador.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Nombre del fabricante de procedencia.
- Identificación del peticionario por parte del promotor y de la obra destino.
- Fecha y hora de entrega.
- Tipo y cantidad de materiales suministrados.
- Identificación del lugar de suministro.
- Identificación del camión que transporta el suministro.

El promotor inspeccionará uno a uno todos los materiales suministrados, haciendo constar por escrito las incidencias que se observen al suministrador.

Se marcarán aquellos materiales que presenten algún tipo de deterioro para evitar su uso y se acopiarán a parte de los materiales aceptados, notificando al suministrador para que proceda a su sustitución inmediata o a su recogida sin sustitución, a opción del promotor.

Todos los gastos de transporte derivados de la retirada y/o sustitución de materiales defectuosos, incluidos la carga y descarga, irán a cargo del fabricante.

3.3.49.4 *Plan de aseguramiento de la calidad*

3.3.49.4.1 *En fábrica*

El control de los materiales y del proceso de fabricación se realizará mediante el siguiente programa de puntos de inspección.

Tabla 40. Programa puntos inspección filtros hidrociclónicos trituradores

Núm.	Inspección	Procedimiento	Observaciones
1	Materiales		
1.1	Inspección de materiales a la llegada a la instalación.	Según albaranes y certificados de materiales.	
2	Otros ensayos		
2.1	Control dimensional final	Según planos aportados previamente	Realizado por el responsable del equipo de montaje.
3	Documentación		
3.1	Documentación final	Entrega de la documentación (planos constructivos, hoja de características y manual de explotación y mantenimiento).	Al finalizar la fabricación, incluye certificado de resultados del resto de ensayos de este PPI, declaración de conformidad UE y certificado de garantía.

3.3.49.4.2 En la instalación

No se definen.

3.3.50 Piezas especiales en calderería

Las piezas especiales en calderería de acero, se ejecutarán en taller en lo referente a sus dimensiones, curvatura y espesor. Los materiales a emplear para los distintos elementos serán:

- a) Tubos y chapas de acero al carbono S 275 JR o S 235 JR

Conforme a la norma «UNE-EN 10025-2:2020 Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales no aleados».

Los tubos serán tubos normalizados, fabricados bajo la norma «UNE-EN 10224:2003 Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro». Las dimensiones y masas de los tubos cumplirán la norma «UNE-EN 10220:2004 Tubos lisos de acero soldados y sin soldadura. Dimensiones y masas por unidad de longitud».

Esta norma especifica los requisitos para los productos indicados a continuación, utilizados para el transporte de líquidos acuosos, incluyendo el agua destinada al consumo humano:

- a) tubos soldados y sin soldadura de acero no aleado;
- b) preparación de los extremos de los tubos para soldadura a tope;

- c) accesorios fabricados a partir de tubo;
- d) accesorios fabricados a partir de chapa o banda

Esta norma europea ampara una gama de diámetros exteriores de tubo comprendida entre 26,9 mm y 2.743 mm.

De acuerdo con la norma UNE-EN 10224, se podrán utilizar tres tipos de acero: L235, L275 y L355. Los aceros S235 y S275 de la norma UNE-EN 10025 equivalen aproximadamente a los aceros L235 y L275. El acero empleado debe ser no aleado y completamente calmado, según se indica en la norma UNE-EN 10020. Además, será apto para el soldeo, según lo indicado en la norma UNE-EN 10025.

Se utilizarán preferentemente tubos normalizados para la construcción de las piezas especiales.

Bajo la norma UNE-EN 10224 se fabrican 4 tipos de tubos según el tipo de soldadura (ver Tabla A.1 de la norma EN 10224 a continuación). Sería conveniente especificar para cada rango de diámetros y espesores mínimos del proyecto (tabla 66) el tipo de tubo que se requiere. Es habitual:

- e) Tubos soldados longitudinalmente (hasta DN 600)
- f) Tubos soldados helicoidalmente (desde DN 600) (Esta sería la tubería del apartado 3.3.45 Tubería de acero)

La soldadura, en el caso de los tubos soldados a tope por presión, es siempre longitudinal, mientras que en los soldados por inducción o arco sumergido puede utilizarse también la soldadura helicoidal.

Se recomienda que las bobinas de chapa laminada empleadas en la obtención de los tubos soldados estén constituidas por una única pieza, no debiendo admitirse que estén formadas por trozos soldados, excepto en los tubos con soldadura helicoidal por arco sumergido en los que sí son aceptables las soldaduras de empalmes de bobinas, siempre que dichas soldaduras hayan sido realizadas por el mismo proceso y sometidas a iguales controles que las del propio tubo.

Tabla 41. Dimensiones tubo y espesor

- 43 -

EN 10224:2002

ANEXO A (Informativo)
GAMA DE DIMENSIONES SEGÚN EL PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE LOS TUBOS

La tabla A.1 proporciona una indicación de las gamas de dimensiones y espesores generalmente disponibles según los procedimientos de fabricación amparados por esta norma europea. Dimensiones y espesores no recogidos en las gamas indicadas también pueden estar disponibles.

Tabla A.1
 Dimensiones de tubos generalmente disponibles según los procedimientos de fabricación amparados por esta norma europea

Procedimiento de fabricación	Dimensiones en milímetros	
	Gama de diámetro exterior	Gama de espesor
Sin soldadura (S)	26,9 – 711	2,0 – 100
Soldadura a tope (BW)	26,9 – 114,3	2,0 – 6,3
Soldadura eléctrica (EW)	26,9 – 610	1,4 – 16
Soldadura por arco sumergida (SAW)	168,3 – 2743	6,3 – 30

b) Tubos y chapas de acero inoxidable.

Las tuberías-colectores en zonas donde existe urbanización (como son los bombeos) o son muy importantes para la garantía del riego (como el by-pass), serán de acero inoxidable AISI 304 (EN 1.4301 según norma UNE-EN 10088-2015 Aceros inoxidables) por su larga durabilidad y buen funcionamiento.

Los espesores mínimos a emplear en las piezas serán los siguientes según la norma UNE-EN 10224:2003/A1:2006, Tubos y accesorios de acero no aleado para la conducción de agua y otros líquidos acuosos. Condiciones técnicas de suministro (si bien también se usan habitualmente la DIN 2458 o la AP 5L).

c) Bridas normalizadas de acero al carbono S 235 JR

En cuanto a las bridas, todas ellas serán realizadas por un fabricante y normalizadas conforme a la norma "UNE-EN 1092-1:2019, Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero y soldadas posteriormente en taller". La normativa a seguir acerca de bridas será la siguiente:

- Brida Plana EN 1092-1 Tipo 01 PN 6 (antigua DIN 2573)
- Brida plana EN 1092-1 Tipo 01 PN 10 (antigua DIN-2576)
- Brida plana EN 1092-1 Tipo 01 PN 16 (antigua DIN-2502)
- Brida plana EN 1092-1 Tipo 01 PN 25 (antigua DIN-2503)
- Brida ciega EN 1092-1 Tipo 05 (antigua DIN-2527)

- Brida loca EN 1092-1 Tipo 02 PN6/PN40 (antigua DIN-2652)
- Brida loca y aro EN 1092-1 & Tipo 03+32 (antigua DIN 2642+aro plano)

d) Tornillería calidad 8.8 cincada

Los tornillos, tuercas, arandelas y varillas roscadas serán de acero zincado de calidad 8.8 conforme al Epígrafe 3.3.22.

Todos los tornillos ordinarios de calidad superior o igual a 5.6 deben llevar en la cabeza: la marca del fabricante y la clase de calidad. Las tuercas de calidad superior o igual a 5 deben llevar: la clase de calidad.

e) Juntas de estanqueidad de goma natural EPDM

Las piezas especiales intercaladas con la tubería de hormigón postesado camisa de chapa (HPCC) se unirán a ella mediante junta elástica, según lo especificado en el apartado 3.3.44.

f) Uniones a tuberías

- A tuberías de HPCC: Mediante junta elástica o soldadura
- A tuberías de acero: Mediante bridas o soldadura
- Tuberías de PVC: mediante bridas y/o juntas tóricas
- Tuberías de PEAD: mediante bridas-valona y juntas tóricas

g) Espesores.

Los espesores mínimos a emplear en las piezas serán los siguientes según la norma UNE-EN 10224:2003/A1:2006, Tubos y accesorios de acero no aleado para la conducción de agua y otros líquidos acuosos. Condiciones técnicas de suministro (si bien también se usan habitualmente la DIN 2458 o la AP 5L).

Tabla 42. Espesores mínimos

Ø ≤ 250 mm	e = 4 mm
300-400 mm	e = 5 mm
500-600 mm	e = 6,3 mm
700-800 mm	e = 8 mm
900-1000 mm	e = 8 mm
1100-1200 mm	e = 10 mm

Las piezas podrán ser sometidas a una prueba hidrostática para comprobar su estanqueidad y/o

a la comprobación de su soldadura.

Los espesores del material suministrado (piezas y tubos), nunca podrán ser inferiores a los indicados en las tablas anteriores. Para usar los tubos normalizados (la Tabla 4 de la norma EN 10224) el adjudicatario ira a el espesor igual o inmediatamente superior al que está definido en la tabla anterior.

Tabla 43. Tabla 4 de la norma EN 10224

DN			Espesor nominal, e (mm)																							
Serie 1	Serie 2	Serie 3	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	4,0	4,5	5,0	5,4	5,6	6,3	7,1	8,0	8,8	10,0	11,0	12,5	14,2	16,0	17,5	20,0	22,2	25,0	
26,9		30,0																								
	31,8																									
33,7	32,0																									
	38,0	35,0																								
42,4	40,0																									
	44,5																									
48,3	51,0	54,0																								
	57,0																									
60,3	63,5	73,0																								
	70,0																									
76,1		82,5																								
88,9	101,6																									
	108,0																									
114,3	127,0																									
	133,0																									
139,7		141,3																								
		152,4																								
168,3		159,0																								
		177,8																								
219,1		190,7																								
		244,5																								
273,0																										
323,9																										
355,6																										
406,4																										
457,0																										
508,0																										
	559,0																									
	610																									
	660																									
	711																									
	762																									
	813																									
	864																									
	914																									
	1.016																									
	1.067																									
	1.118																									
	1.168																									
	1.219																									
	1.321																									
	1.422																									
	1.524																									
	1.626																									
	1.727																									
	1.829																									
	1.930																									
	2.032																									
	2.134																									
	2.235																									
	2.337																									
	2.438																									
	2.540																									
	2.642																									
	2.743																									

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

h) Piezas de conexión

Denominamos piezas de conexión a aquellas cuyo único objeto es unir dos tubos de distinto diámetro o dirección, es decir, quedan excluidas de las mismas las juntas o uniones ordinarias, incluyéndose, en cambio, las piezas de cambio de sección, derivaciones y curvas.

Para el diseño se tomarán como referencia las recomendaciones contenidas en el MANUAL de AWWA «M-11 Steel Pipe. A guide for Design and Installation» (más restrictivo que la UNE-EN 10224).

- Codos angulares con gajos cada 22,5°
 - Longitud mínima de las reducciones
 - Selección de los refuerzos de los injertos y las dimensiones de los mismos
- Cambios de sección

Los cambios de sección deben verificarse mediante una pieza troncocónica, de modo que los pasos de un diámetro a otro se realicen sin brusquedades, con el fin de evitar en lo posible turbulencias y cavitaciones en el interior de la conducción. En consecuencia, se adoptarán los siguientes valores numéricos, para las dimensiones de estos cambios de sección:

Tabla 44. Relación longitud de la pieza y diferencia de diámetro

	Aconsejable	Mínimo
Aumento de sección	10	3
Disminución de sección	máx. posible	5

- Uniones en Té.

Se llama así a las derivaciones en ángulo recto, entre las que siempre serán preferibles aquellas que presenten una superficie interior sin aristas vivas, verificándose el paso del agua de uno a otro tubo, con las menores pérdidas de carga. Se recomienda que en el plano de sección que pasa por los ejes de las tuberías, el radio de acuerdo sea de cuatro a cinco veces el radio del ramal derivado, abocinándose el resto, de modo que la superficie de transición sea siempre tangente a éste, a lo largo de la misma directriz.

- Derivaciones en cruz

Tienen por objeto derivar de una tubería, dos, en dirección perpendicular a la misma. Las superficies de unión de las derivaciones con el tubo principal reunirán las condiciones ya citadas anteriormente en el presente Pliego, y si hubiera reducción de diámetro a partir del punto de derivación, éste se hará con las prescripciones dadas.

- Otras derivaciones

Todas las derivaciones no incluidas en los dos epígrafes anteriores presentarán una superficie interior sin aristas viva, efectuándose el paso del agua con la menor pérdida de carga posible.

El radio del acuerdo 2 a 2,5 veces el diámetro del ramal derivado, abocinándose la transición de modo que su superficie sea tangente al ramal derivado.

- Codos

En las piezas de fabricación especial se admitirán codos de cualquier ángulo.

Si la desviación que se exige en el trazado de la tubería no coincide con ninguno de los ángulos en serie, se conseguirá la diferencia mediante la tolerancia de las juntas, formando una poligonal de amplio radio, con el fin de evitar en lo posible los codos suplementarios.

Se admitirán codos angulares formados por gajos, en base a la norma UNE EN 10224. Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. El número de gajos en función del ángulo queda definido de la siguiente manera:

Para ángulo $\leq 30^\circ$ -> 2 gajos

Para $30^\circ < \text{ángulo} \leq 60^\circ$ -> 3 gajos

Para $60^\circ < \text{ángulo} \leq 90^\circ$ -> 4 gajos

Para el radio de curvatura se indica que para tubos de diámetro mayor o igual a 457 mm, el radio de curvatura R no debe ser inferior a 1,0 D. Para cualquier otra condición el radio de curvatura R no debe ser inferior a 1,5 D.

i) Revestimiento.

Las piezas de acero se protegerán, como todo elemento metálico, en defensa contra la corrosión, exterior e interiormente con protección mediante tratamiento a base de pintura epoxi o por galvanizado.

Todas las piezas especiales incluidas las garras de las reducciones y de los carretes de anclaje de las válvulas estarán revestidas, tanto interior como exteriormente, tal y como se indica a continuación:

1. Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
2. Pintado con pintura epoxi, con espesor mínimo de 200 micras. El espesor final medio no será inferior a 200 micras.

El sistema de pintura a aplicar deberá ser adecuado para la protección contra la corrosión, conforme a la norma UNE-EN ISO 12944-1:2018, Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 1: Introducción general. (ISO 12944-1:2017). Se tendrán en cuenta los siguientes factores: tipo de superficie a ser protegida, proceso de sistema de pintado, corrosividad del medio ambiente y durabilidad.

Se requerirá que el sistema de protección empleado sea, como mínimo, de la categoría C3 y durabilidad VH (muy alta). El espesor de epoxi será mínimo de 200 micras

En caso de equipos a instalar en el interior de arquetas con o sin tapa o drenaje, estos se considerarán incluidos en la categoría Im1 (agua dulce), en cuyo caso la preparación de superficies debe ser Sa 3 (cuando se trate de sistemas C4 o Im1 a Im4 de durabilidad alta o muy alta). Se aplicarán dos capas de epoxi hasta alcanzar 350 micras.

Las piezas especiales que queden enterradas serán recubiertas exteriormente por hormigón (excepto las bridas) que servirá tanto para protección contra la corrosión como anclaje de las piezas especiales.

Para elementos galvanizados el espesor mínimo exigido será de 80 micras, según norma UNE EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009)

3.3.50.1 Ejecución de soldaduras

El fabricante poseerá registro de cualificación del procedimiento de soldadura y certificados de cualificación de los soldadores en vigor, emitidos por Organismo Autorizado y según la norma UNE-EN ISO 9606 correspondiente o equivalente a un nivel apropiado, en el sector industrial pertinente.

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

Las soldaduras serán realizadas bajo procedimiento de soldadura homologado, según normativa europea UNE-EN ISO 15609-2:2020, especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Especificación del procedimiento de soldeo. Parte 2: Soldeo por gas. La documentación exigida por la Dirección de Obra será:

- Especificación de procedimiento de soldadura.
- Registro de cualificación de procedimiento de soldadura.
- Certificados de cualificación de operarios soldadores.

Los consumibles de soldeo deberán cumplir la norma UNE-EN ISO 14343:2017, Consumibles para el soldeo. Electrodo de alambre, electrodos de banda, alambres y varillas para el soldeo por fusión de aceros inoxidables y resistentes al calor. Clasificación. (ISO 14343:2017). Los consumibles deben mantenerse libres de contaminantes y deben ser almacenados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Se realizarán ensayos no destructivos en el 100% de las soldaduras, mediante la aplicación de líquidos penetrantes según norma UNE-EN ISO 3452-1:2013, ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte 1: Principios generales. (ISO 3452-1:2013, versión corregida 2014-05-01. El criterio de aceptación utilizado en los ensayos, será del nivel 1 según la norma UNE-EN ISO 23277:2015, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Ensayo mediante líquidos penetrantes. Niveles de aceptación. (ISO 23277:2015) será el 2X.

Se realizarán también inspecciones visuales sobre el 100% de las soldaduras según la norma UNE-EN ISO 17637:2017, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Examen visual de uniones soldadas por fusión. (ISO 17637:2016), la finalidad de estas inspecciones será verificar la ausencia de imperfecciones en los cordones, durante todas las fases de la soldadura. El nivel de aceptación será el B, según la norma UNE-EN ISO 5817:2014, Soldeo. Uniones soldadas por fusión en acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 5817:2014)

3.3.50.2 Control de calidad

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según la norma UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, de todos los elementos metálicos, conforme la normativa específica en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad del acero, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará con el primer envío 3 probetas de tamaño suficiente o 3 elementos completos de cada uno de los materiales de los que no aporte el certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora realice los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

Los tratamientos utilizados para el revestido de las partes metálicas, tanto para la protección contra la oxidación, como las destinadas a las capas de terminación, serán de características y marca de primera calidad, así como suministradas por fabricantes de reconocida garantía.

El fabricante de pintura y la empresa encargada del proceso de pintado poseerán Certificado de Calidad ISO 9001 emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente y realizarán el control de calidad que se expone a continuación.

En caso contrario o en el caso de que no se realice alguno de los controles siguientes, se llevarán a cabo por la empresa ejecutora en Laboratorio Externo debidamente acreditado.

En la siguiente tabla se resume el control de calidad a realizar:

Tabla 45. Control de calidad para piezas especiales y calderería

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección
ACERO				
Tipo de acero, características mecánicas y composición química	UNE-EN 10204	Por cada tipo de producto metálico	Acero del tipo especificado	Comprobación del Certificado 3.1/Certificado de producto entregado por el fabricante según los requisitos del pedido
	UNE-EN 10025	Envío de 3 muestras por tipo de acero	Acero del tipo especificado	Ensayo de laboratorio
TUBOS DE ACERO				
Tubo de acero	Según norma de producto	Por cada tipo y diámetro de tubo	Cumplimiento de características de la norma de producto	Comprobación del Certificado 3.1/Certificado de producto entregado por el fabricante según los requisitos del pedido
Características geométricas	Según norma de producto	Por cada tipo y diámetro de tubo	Cumplimiento de características de la norma de producto	Ensayo en laboratorio
Características mecánicas	UNE-EN ISO 6892-1:2020	Por cada tipo y diámetro de tubo	Cumplimiento de características de la norma de producto	Ensayo en laboratorio
Composición química	UNE 7014:1950	Por cada tipo y diámetro de tubo	Cumplimiento de características de la norma de producto	Ensayo en laboratorio
BRIDAS				
Bridas de acero	Según tipo de producto	Por cada tipo, diámetro y presión nominal de brida	Cumplimiento de características de la norma de producto	Comprobación del Certificado 3.1/Certificado de producto entregado por el fabricante según los requisitos del pedido
SOLDADURAS EN FÁBRICA/TALLER				
Control documental: .- Específicas de procedimiento de soldadura. .- Registro de cualificación de procedimiento de soldadura. .- Certificados de cualificación de soldadores y de operadores de soldeo. .- Certificados de calidad de materiales base y de consumibles de soldeo. .- Procedimientos de ensayo no destructivo. .- Informes de ensayos no destructivos	No se especifica	Por suministro	Validez de la documentación entregada según normativa y requisitos de pedido	Control de la documentación entregada por el fabricante
Calidad de las soldaduras controlada mediante inspección visual según UNE-EN ISO 17637:2017	UNE-EN ISO 5817:2014	100% de las soldaduras	Nivel de aceptación B	Inspección visual en fábrica/taller
Calidad de las soldaduras controlada mediante líquidos penetrantes según UNE-EN ISO 3452-1:2013	UNE-EN ISO 23277:2015 y UNE-EN ISO 5817:2014	100% de las soldaduras	Nivel de aceptación 2X según UNE-EN ISO 23277:2015 y nivel B según UNE-EN ISO 5817:2014	Ensayo en fábrica/taller
REVESTIMIENTO				

Sistema de pintura	No se especifica	Por suministro	Validez de la documentación entregada según normativa y requisitos de pedido	Comprobación del Certificado 3.1/Certificado de producto entregado por el fabricante según los requisitos del pedido
Control del granallado	UNE-EN ISO 8501-1:2008	100% de los colectores de las agrupaciones y 10% del resto de piezas del contrato	Nivel de aceptación clase 0 ó 1 según UNE-EN ISO 2409:2021	Ensayo en fábrica/taller
Piezas especiales y calderería: Espesor de pintura	UNE-EN ISO 2008:2020	100% de las piezas	Espesor medio superior al mínimo según norma y requisitos del pedido (superior a 200 micras)	Ensayo en fábrica/taller
Piezas especiales y calderería: Adherencia del revestimiento. Corte por enrejado	UNE-EN ISO 2409:2021	100% de los colectores de las agrupaciones y 10% del resto de piezas del contrato	Nivel de aceptación clase 0 ó 1 según UNE-EN ISO 2409:2021	Ensayo en fábrica/taller
Piezas Especiales y calderería: Corrosión en atmósferas artificiales. Ensayo de niebla salina	UNE-EN ISO 9227:2017	Al menos 3 piezas	Ensayo durante al menos 168 h. Una vez transcurrido este tiempo no se presentarán defectos evaluados de acuerdo con las normas UNE-EN ISO 4628-1:2016 diferentes a la clasificación 0 ó 1	Ensayo en laboratorio
GALVANIZADO				
Piezas especiales y calderería: Espesor de cinc	UNE-EN ISO 1461:2010	3 muestras	Espesor especificado	Ensayo de laboratorio o en fábrica/taller
Piezas especiales y calderería: Adherencia del revestimiento. Corte por enrejado	UNE-EN ISO 2409:2021	100% de las piezas	Nivel de aceptación clase 0 ó 1 según UNE-EN ISO 2409:2021	Ensayo en fábrica/taller

3.3.50.2.1 Inspección visual

Se comprobará el aspecto general de todas las piezas una vez pintadas, de forma que no aparezcan oquedades, burbujas de aire o cualquier otro defecto apreciable a simple vista. En el caso de existir este tipo de defectos se considerará la pieza defectuosa, sometiéndola de nuevo al proceso de pintado.

3.3.50.2.2 Comprobación del espesor

Se comprobará el espesor del revestido en todas las piezas, con un medidor de corriente de Foucault conforme lo indicado en la norma UNE-EN ISO 2808:2020, Pinturas y barnices. Determinación del espesor de película. (ISO 2808:2019), comprobando que en todos los casos el espesor medio es superior al especificado en el apartado correspondiente del presente pliego.

3.3.50.2.3 Adherencia

Se realizarán un control del 100% de los colectores de las agrupaciones y de las piezas especiales de la tubería de HPCC y al menos un 10% del resto de las piezas, mediante ensayos de adherencia por el método del corte por enrejado según la norma UNE-EN ISO 2409:2021, Pinturas y barnices. Ensayo de corte por enrejado. (ISO 2409:2020), sobre probetas de 100x100mm. La clasificación obtenida deberá ser tipo 0 ó 1 según la tabla 1 de dicha norma.

3.3.50.2.4 *Corrosión*

Se ensayarán como mínimo, tres probetas de 150x100mm en cámara de niebla salina conforme la norma UNE-EN ISO 9227:2017, Ensayos de corrosión en atmósferas artificiales. Ensayos de niebla salina. (ISO 9227:2017), durante al menos 48h. Una vez transcurrido este tiempo no presentarán defectos evaluados de acuerdo con las normas UNE-EN ISO 4628-2:2016 a UNE-EN ISO 4628-5:2016, Pinturas y barnices. Evaluación de la degradación de los recubrimientos. Designación de la intensidad, cantidad y tamaño de los tipos más comunes de defectos, diferentes a la clasificación 0 ó 1.

3.3.51 **Carretes de desmontaje telescópicos**

El carrete de desmontaje permite la instalación o desmontaje de cualquier tipo de elemento embreadado. Compensa el desplazamiento axial del tubo durante la instalación o desmontaje. Los materiales y calidades requeridos a estos elementos serán:

- Junta de estanqueidad tórica de EPDM
- Bridas de acero al carbono S 275 JR conforme a la norma UNE-EN 10025-2:2020, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales no aleados.
- Virola de acero inoxidable AISI 304
- Bridas según norma UNE-EN 1092-1:2019, Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero.
- Revestimiento de epoxi-poliéster con un espesor de la pintura mínimo de 125µ tanto interior como exteriormente.
- Varillas de acero de calidad 8.8
- Tuercas y arandelas de acero calidad 8.8

El tratamiento anticorrosivo y de acabado que se aplica en los carretes consiste en un proceso de granallado de superficies y posterior recubrimiento de Epoxi-Poliéster Polvo, polimerizado posteriormente en horno a 210° C de temperatura.

A todos los carretes se les someterá en fábrica a una prueba hidráulica de presión a 1,5 x PN.

Las longitudes de montaje indicativas y las tolerancias de montaje mínimas serán las siguientes:

Tabla 46. Longitud y tolerancia de montaje

DN (mm.)	Longitud montaje (mm.)	Tolerancia montaje (+/- mm).
50 a 150	200	30
200 a 450	280	40
500 a 700	330	50
800 a 1000	400	60

3.3.52 Prefabricados de hormigón

Se incluyen en este apartado a las arquetas para válvulas e hidrantes.

3.3.52.1 Normativa y generalidades

- Reglamento de Productos de Construcción nº305/2011 (RPC). Este reglamento establece los requisitos básicos que deben cumplir las obras de construcción en las que se incorporan los productos de construcción, entre ellos los prefabricados de hormigón, para los que define las condiciones armonizadas de marcado de los productos y la información que hay que suministrar para su comercialización en el mercado europeo.

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

- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08)

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación

- UNE-EN 13369:2018 Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón

- UNE 127916:2020 Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, de hormigón armado y hormigón con fibra de acero. Complemento nacional a la Norma UNE-EN 1916:2008

- UNE-EN 1916:2008 Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero

3.3.52.2 Calidad de los materiales

Los materiales que componen los prefabricados serán de calidad igual o superior a lo especificado en el presente Pliego para los componentes de hormigones y morteros.

3.3.52.3 Control de calidad

La superficie de las piezas no presentará daños que pudieran influir negativamente en su comportamiento estructural, estanqueidad o durabilidad.

No se admitirán piezas en las que se detecten coqueas, nidos de grava u otros defectos que por sus características pudieran considerarse inadmisibles en relación a lo exigido en el presente Pliego.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 206:2013+A2:2021, Hormigón. Especificaciones, prestaciones, producción y conformidad, o Certificado de Calidad de los materiales anteriormente expuestos conformes a la normativa correspondiente, no será necesario realizar un control de calidad de los materiales. Se aportará certificado del producto entregado por el fabricante según los requisitos del pedido. En caso contrario se realizará el siguiente control, que será llevado a cabo por un Laboratorio de Control externo acreditado.

3.3.52.3.1 *Áridos, agua, aditivos, cemento, hormigón y armado*

Cumplirán lo especificado anteriormente en el presente Pliego.

3.3.52.3.2 Control dimensional

Como mínimo se comprobarán dimensionalmente en el momento de recepción en obra el 2% de los prefabricados, que cumplirán las especificaciones siguientes dependiendo de la dimensión a comprobar (d):

- Dimensión menor o igual a 50 cm, tolerancia < 2 cm.
- Dimensión mayor de 50 cm y no mayor de 2 m, tolerancia < 3,5 cm.

- Dimensión mayor de 2 m, tolerancia < 4 cm.

3.3.52.4 Acopios

Los lugares de acopio de los prefabricados se establecerán de manera que los desplazamientos de todo tipo de prefabricados dentro de la obra, sean lo más reducidos posibles, debiéndose situar si es posible, en las proximidades de sus emplazamientos definitivos.

La altura de los acopios estará en relación a la resistencia de cada elemento, de modo tal que no se produzcan roturas por sobrepeso de la pila de almacenamiento.

Se procurará que los elementos prefabricados lleguen a obra con suficiente madurez para garantizar su buen estado en el momento de su colocación.

3.3.52.5 Transporte y manipulación

El transporte de los prefabricados se realizará de modo que las piezas no sufran daños, golpes o raspaduras, quedando perfectamente inmovilizadas sobre la caja de los camiones, para que en el transporte no se puedan producir movimientos.

La descarga se realizará mediante el empleo de medios mecánicos adecuados a los pesos de las piezas correspondientes. La sujeción se realizará de modo que los elementos no sufran concentraciones de tensión en un reducido número de puntos de enganche.

La descarga se realizará depositando el elemento sin brusquedades y de modo que quede en el acopio apoyado en la mayor superficie posible.

En la manipulación de las piezas se evitará el arrastre de los elementos, suspendiendo las piezas convenientemente en cada caso de modo que las condiciones de sustentación y el grado de madurez del hormigón sean tales que se evite el riesgo de roturas o deformaciones.

3.3.52.6 Marcado de los prefabricados

Todos los prefabricados estarán correctamente marcados e identificados con, como mínimo el número de lote.

3.3.53 Instalaciones eléctricas en baja tensión

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

3.3.53.1 Canalizaciones eléctricas

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

3.3.53.1.1 *Conductores aislados bajo tubos protectores*

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 61386-21:2005, Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 21: Requisitos particulares. Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 61386-22:2005, Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 22: Requisitos particulares. Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 61386-23:2005, Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 23: Requisitos particulares. Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 61386-24:2005, Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 24: Requisitos particulares. Sistemas de tubos enterrados bajo tierra.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos. La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60423:2008, Sistemas de tubos para la conducción de cables. Diámetros exteriores de los tubos para instalaciones eléctricas y roscas para tubos y accesorios. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-61386-24:2005, Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 24: Requisitos particulares. Sistemas de tubos enterrados bajo tierra. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación del Reglamento (UE) n ° 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción.

3.3.53.1.2 Tubos en canalizaciones fijas en superficie

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

Característica Código Grado

- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
- Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D <1 mm
- Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos media y compuestos	2	Protección interior y exterior
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

3.3.53.1.3 Tubos en canalizaciones enterradas

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

Característica	Código	Grado
- Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
- Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
- Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA

- Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D <1 mm
- Resistencia a la penetración del agua lluvia	3	Contra el agua en forma de lluvia
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos media y compuestos	2	Protección interior y exterior
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como, por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como, por ejemplo, calzadas y vías férreas.

3.3.53.1.4 Conductores aislados enterrados

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

3.3.53.1.5 Conductores aislados en el interior de la construcción

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

3.3.53.1.6 Conductores aislados bajo canales protectoras

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

Tabla 47. Características de las canalizaciones

Características	Grado	
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	Ø16 mm	> 16 mm
Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	+ 15 °C	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60 °C	+ 60 °C
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	No inferior a 2
Resistencia a la penetración de agua	No declarada	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	No propagador

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 50085:2010, Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50085:2010, Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas.

3.3.53.1.7 *Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas*

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE-HD 60364-5-52:2014, Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

3.3.53.2 Conductores

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

3.3.53.2.1 *Materiales*

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre.
 - Formación: unipolares.
 - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
 - Tensión de prueba: 2.500 V.
 - Instalación: bajo tubo.
 - Normativa de aplicación: UNE-EN 50525-1:2012, Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U) . Parte 1: Requisitos generales.
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.

- Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
- Tensión de prueba: 4.000 V.
- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21123:2017, Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 1: Cables con aislamiento y cubierta de policloruro de vinilo.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

3.3.53.2.2 *Dimensionado*

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- **Intensidad máxima admisible.** Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.

- **Caída de tensión en servicio.** La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.
- **Caída de tensión transitoria.** La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

3.3.53.2.3 *Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica*

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

3.3.53.3 *Cajas de empalme*

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener.

3.3.53.4 Mecanismos y tomas de corriente

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

3.3.53.5 Aparamenta de mando y protección

3.3.53.5.1 Cuadros eléctricos

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso, nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- el cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

3.3.53.6 Interruptores automáticos

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

3.3.53.7 Fusibles

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

3.3.53.8 Interruptores diferenciales

La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

3.3.53.8.1 *Protección por aislamiento de las partes activas*

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

3.3.53.8.2 *Protección por medio de barreras o envolventes*

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE-EN 60529:2018, Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). Si se necesitan aberturas mayores

para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

3.3.53.8.3 *Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual*

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

3.3.53.9 Seccionadores

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

3.3.53.10 Embarrado

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

3.3.53.11 Prensaestopas y etiquetas

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

3.3.53.12 Receptores de alumbrado

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598:2018, Luminarias.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50107-1:2003, Rótulos e instalaciones de tubos luminosos de descarga que funcionan con tensiones asignadas de salida en vacío superiores a 1 kV pero sin exceder 10 kV. Parte 1: Requisitos generales.

3.3.53.13 Puestas a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

3.3.53.13.1 *Tomas de tierra*

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE-EN 60228:2005, Conductores de cables aislados.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

3.3.53.13.2 *Conductores de tierra*

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tabla 48. Secciones conductores de tierra

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm ² Cobre 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

3.3.53.13.3 *Bornes de puesta a tierra*

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

3.3.53.13.4 *Conductores de protección*

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Tabla 49. Secciones conductores de tierra

Sección conductores fase (mm²)	Sección conductores protección (mm²)
Sf > 16	Sf
16 < Sf < 35	16
Sf > 35	Sf/2

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

3.3.53.14 Inspecciones y pruebas en fábrica

La aparatenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la

frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.

- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la Dirección de Obra, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la Dirección de Obra.

3.3.54 Sistema de telecontrol

3.3.54.1 Normativa y generalidades

El presente pliego de prescripciones técnicas tiene por objeto establecer las condiciones técnicas de los materiales a utilizar, así como las condiciones de ejecución de las instalaciones del sistema de automatización y telecontrol que, soportado por los correspondientes medios de telecomunicación, permita el control integral de las zonas regables de las comunidades de regantes.

Serán de aplicación cuantas prescripciones figuren en normas, reglamentos, pliegos e instrucciones oficiales que regulen la realización de los trabajos y la calidad de los materiales.

Los materiales atenderán a lo dispuesto sobre el marcado CE de acuerdo con el Reglamento (UE) n ° 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y la legislación de transposición o modificación que se derive de aquella.

El objetivo del telecontrol es dotar a las nuevas instalaciones de riego de las infraestructuras de comunicaciones y control necesarias para que pueda realizarse un óptimo funcionamiento de los elementos hidráulicos situados en dicha red de riego.

El Sistema de Telecontrol estará formado por los siguientes elementos principales:

1. Centro de control de las instalaciones del Canal de Montijo en Montijo (ya existente).
2. Centro de Control ubicado en oficinas de la Comunidad de Regantes de Gadiana en Gadiana (ya existente).
3. Nueva estación de bombeo: Estación remota de control con autómatas ubicada en la nueva estación de bombeo
4. Depósito elevado: Estación remota de control con autómatas ubicada en depósito elevado.
5. Remotas en filtrados.- En cada filtrado donde se quiera controlar las presiones se instalará una remota.

Los nuevos elementos y/o software que se instalen con el presente proyecto **debe ser compatible tanto con el telecontrol existente en la Comunidad de Regantes de Gadiana como con el sistema de control de la Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo**. Para ello las unidades remotas a instalar en este proyecto deben ser operables con el software de gestión y control ya implantado en la **Comunidad de Regantes de Gadiana** y, al mismo tiempo, el nuevo software de gestión y Scada a implementar en la nueva estación de bombeo se tiene que integrar en el Scada en la Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo.

El conjunto del telecontrol y, por tanto, la aplicación de control SCADA y la aplicación de gestión estarán implementadas para cumplir la norma de interoperabilidad UNE 318002-3:2021, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad.

3.3.54.2 Interoperabilidad

La implementación de la interfaz interoperable para los sistemas de telecontrol se encuentra especificada en la norma UNE 318002-3:2021, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad, elaborada por el grupo de trabajo GT3-Telecontrol del comité técnico de normalización CTN 318-Riegos de la Asociación Española de Normalización (UNE). Esta implementación estará ajustada a las especificaciones de la norma UNE 318002-3:2021 contenidas en su Anexo B «Interfaz de subsistemas con SOAP 1.2», si se realiza con protocolo SOAP 1.2, o a las contenidas en su Anexo G «Interfaz de subsistemas con REST», si se realiza con protocolo REST.

Este estándar establece las directrices para la interoperabilidad entre los sistemas desarrollados para la gestión y/o control de las instalaciones de riego. La norma puede ser aplicada bajo cualquier plataforma tecnológica y en cualquier tipo de sistema de riego, independientemente del esquema de gestión del agua (público o privado, individual o colectivo).

Este estándar no define los requisitos de hardware o software para ninguno de los sistemas a los que se aplica. Solo se refiere a interfaces de acceso, sin restricciones sobre las implementaciones subyacentes. El estándar ha sido diseñado para evitar interferencias con soluciones propietarias sujetas a propiedad intelectual. Para garantizar la interoperabilidad basada en estas premisas, el estándar define tres interfaces de comunicación (Interfaz de Gestión, Interfaz de Eventos e Interfaz con Subsistemas) y la arquitectura sobre la que aplican estas interfaces. Se requieren tres niveles de arquitectura para acomodar las interfaces:

- El nivel de gestión, donde se ubicará cualquier MIS que cumpla con la norma. De todos los métodos disponibles, cada MIS solo implementará aquellos que sean necesarios para ejecutar sus funcionalidades.
- El nivel de control superior: coordinación. Este elemento de software (el bróker de coordinación) actúa como enlace entre las aplicaciones MIS y los subsistemas de control. Todos los métodos deben estar a disposición del Bróker de Coordinación para garantizar la correcta ejecución de sus tareas.
- El nivel de control inferior: RMCS. Estos también pueden denominarse subsistemas de riego. Son soluciones comerciales completas (hardware y software) diseñadas para controlar ciertas entidades de riego. Cada subsistema debe implementar los métodos necesarios para realizar las tareas de la entidad o entidades de riego que controla.

Tanto la aplicación de control SCADA como la aplicación de gestión estarán implementadas para cumplir la norma de interoperabilidad UNE 318002-3:2021, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad.

La aplicación de control SCADA estará siempre aguas abajo del bróker de coordinación (en adelante, coordinador) y quedará implementada para comunicar con él, sea este coordinador instalado en la obra o no.

Sin embargo, la aplicación de gestión podrá implementarse bien aguas abajo del coordinador (en caso de no instalarse un coordinador) o bien aguas arriba del mismo (en caso de que sí se instale un coordinador), pero siempre implementada para comunicar con el coordinador según la norma descrita anteriormente.

3.3.54.3 Características técnicas generales y obligatorias

Las especificaciones contenidas en esta parte del Pliego de Prescripciones técnicas son condiciones mínimas de obligado cumplimiento para los sistemas que sean ofertados y su incumplimiento será causa de exclusión.

3.3.54.3.1 *Términos y definiciones*

- **Red de riego**

Abastecimiento. Estructura de abastecimiento de agua como: río, canal, embalse, balsa, pozo, etc. (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Acometida. Localización de la toma de agua en el origen del abastecimiento (en caso de tratarse de distribución por gravedad, será cada toma del canal) (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Sector. Área regable abastecida por cada acometida (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Subsector. Subárea regable dentro de un sector que funciona independientemente del resto del sector (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Agrupación (bloque de riego). Área regable dentro de un sector en la que el caudal y la presión están sujetos a un control comunitario (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Parcela. Área regable dentro de una agrupación, con autonomía en lo concerniente al cultivo y al control unitario del consumo (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Tubería principal. Tubería de conexión entre la acometida y cada subsector o conjunto de agrupaciones (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Tubería secundaria. Tubería de conexión entre el extremo de cada tubería principal y el punto de control de cada grupo o bloque de riego (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Portarramales. Tubería de conexión entre el punto de control de cada grupo o bloque de riego y el punto de control de cada parcela (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Ramal. Tubería de conexión entre el punto de control de cada parcela y los elementos de aplicación del agua sobre el campo. No se considera como un elemento de la red de distribución (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1:

Consideraciones generales).

Toma de parcela. Elemento instalado en la tubería portarramales utilizado para controlar el abastecimiento de agua y distribuirla a la parcela (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Hidrante. Elemento de unión al ramal de riego dentro de la parcela (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Válvula. Dispositivo de control del caudal suministrado a un sistema de distribución de agua para riego (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Contador. Dispositivo que mide el volumen total de caudal que atraviesa la válvula (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

3.3.54.3.2 *Sistema de automatización*

- **Automatización**

Se entiende por automatización el conjunto de procesos que llevarán a hacer funcionar la instalación en ciclo continuo, sin necesidad de intervención humana. En cada instalación se distinguirá el ciclo base como el ciclo de funcionamiento normal de la instalación. Se denominarán ciclos auxiliares aquellos que se realizan de forma periódica con propósito de mantenimiento, limpieza, etc.

Por diseño de ingeniería se establecerá cuál es el ciclo básico, así como los parámetros en los que debe desenvolverse el mismo y las alarmas que debe generar. Una vez determinado este ciclo se diseñarán los diferentes ciclos auxiliares, así como los momentos en que deben desencadenarse.

El sistema usará habitualmente un doble proceso. Por una parte, se instalará un cuadro eléctrico central donde se conectarán a un bornero de relés los distintos mecanismos que se van a activar. Los relés actuarán a través de un autómata programable adecuadamente dimensionado a las necesidades. El autómata programable guardará en su memoria un informe de estado de los diferentes dispositivos existentes. Se instalarán además pulsadores adicionales para actuar manualmente sobre aquellos mecanismos sobre los que se estime conveniente tener un acceso más directo.

- **Telecomunicaciones**

Comunicación por microondas. Comunicación que utiliza frecuencias superiores a unos 5 GHz, en la gama de las microondas (Diccionario español de ingeniería de la Real Academia de Ingeniería).

GPRS (General Packet Radio Service). Evolución de la red de telefonía celular GSM que permite la transmisión de datos mediante conmutación de paquetes. Alcanza velocidades de transmisión teóricas de hasta 170 kbps. Es una tecnología de transición entre los sistemas GSM y UMTS, por lo que también es conocida como tecnología móvil 2,5G (Diccionario panhispánico del español jurídico de la Real Academia Española).

GSM (Global System for Mobile Communications). Sistema de comunicaciones móviles digitales de segunda generación para aplicaciones de voz y datos hasta 9,6 kbps (Diccionario español de ingeniería de la Real Academia de Ingeniería).

Radiocomunicación. Telecomunicación realizada por medio de las ondas radioeléctricas (Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española).

Telecomunicaciones. Toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos (Diccionario panhispánico del español jurídico de la Real Academia Española).

Wifi. Certificado que otorga la WECA a aquellos dispositivos que utilizan el estándar IEEE 802.11b o IEEE 802.11g para conectarse a redes LAN de forma inalámbrica y que cumplen una serie de requisitos (Diccionario español de ingeniería de la Real Academia de Ingeniería).

WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access). Sistema de comunicaciones inalámbricas (IEEE 802.16) diseñado para la creación de redes de área metropolitana. Es similar a la norma Wi-Fi, pero proporciona con una mayor cobertura y tasa de bits (Diccionario español de ingeniería de la Real Academia de Ingeniería).

3.3.54.3.3 *Sistema de telecontrol*

- **Aplicación MIS.** Programa informático destinado a la toma de decisiones administrativas y/o operativas en las entidades de riego. Ejecuta una o más de las siguientes funciones específicas:
 - control administrativo;
 - control contable;

- labores de mantenimiento;
- modelización del comportamiento;
- gestión operativa; y
- cualquier otro fin destinado a mejorar la toma de decisiones.

La lista anterior es descriptiva y no limitativa (UNE 318002-3:2021, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad).

Base de datos de tiempo real. Conjunto de los datos que definen el estado de la instalación en el momento en que son consultados.

Base de datos histórica. Base de datos que describe la evolución de la instalación durante un período de tiempo.

Bróker de Coordinación. Programa informático responsable del mapeado de las entidades de riego, de la recogida y consolidación de sus datos y de la gestión de los Elementos de Procedimiento ejecutados por las mismas. Debe ajustarse a las interfaces de gestión, subsistemas y eventos (UNE 318002-3:2021, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad).

Sistema de telecontrol de zonas regables; RMCs. Conjunto de elementos preparado para funcionar en redes geográficamente distribuidas según parámetros predefinidos o decisiones del usuario, y capaz de supervisar y almacenar datos y parámetros de funcionamiento (UNE- EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Sistema de telecontrol. Sistema que sirve para supervisar y controlar procesos distribuidos geográficamente. Incluye todos los equipos y funciones necesarias para la adquisición, procesamiento, transmisión y visualización de la información necesaria del proceso (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Subsistema. Denominación que recibe un RMCS en términos de interoperabilidad (UNE 318002-3:2021, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad).

Telecontrol. Conocimiento del estado de la instalación mediante una consulta remota al área de memoria del autómata donde se guardan los valores que define el estado de la misma.

Telemando. Se denominará telemando a la acción de cambiar remotamente el contenido de la

memoria del autómata que controla la instalación, con el objeto de que este desencadene un ciclo alternativo al ciclo principal o modifique los parámetros en los que el ciclo principal se desenvuelve.

Telecontaje; transmisión de totales integrados. Transmisión a distancia de los valores tomados por las magnitudes medibles que se integran en función de una variable dada, tal como el tiempo, utilizando técnicas de telecomunicaciones. La integración puede realizarse antes o después de la transmisión. Si la integración se realiza antes de la transmisión se utiliza el término «transmisión de valores integrados» (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Teleindicación; Teles Señalización. Supervisión remota de información sobre el estado de alarmas, posición de los interruptores o posición de las válvulas (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Telemedición. Transmisión de los valores de las variables medidas utilizando técnicas de telecomunicaciones (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Televigilancia. Supervisión a distancia del estado de funcionamiento de una instalación utilizando técnicas de telecomunicaciones (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Telegestión. Gestión de la información recopilada por el sistema de telecontrol de la zona regable, cuyo objetivo es facilitar la gestión de la comunidad de regantes o del grupo de usuarios (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Centro de control; CCU. Conjunto de dispositivos diseñado para recopilar y procesar, de forma manual o automática, los parámetros de estado del sistema (estado de la válvula, lectura del contador, lectura del transmisor de nivel, estado del motor, etc.) necesarios para la gestión del sistema (recopilación de datos, generación de informes actuales e históricos, y toma de decisiones para la gestión del riego (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Estación concentradora; CTR. Estación de una red jerárquica de telecontrol en la que se concentra la información supervisada procedente del terminal remoto (TR) para su envío al centro de control (CCU) y en la que las órdenes recibidas desde el CCU se distribuyen al TR (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Estación intermedia. Estación diseñada para organizar la transferencia de información y la comunicación bidireccional entre el CCU y la EC o el TR (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Terminal remoto; TR; Unidad remota. Equipo diseñado para actuar sobre un accionador según las instrucciones del CCU, así como para leer cualquier parámetro físico que daba ser enviado al CCU (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Información monitorizada. Información de la red de riego que muestra el estado de la instalación o un cambio en su estado. Esta información se visualiza de modo gráfico o numérico en el CCU (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Control. Acción intencionada sobre un sistema o dispositivo para conseguir los resultados especificados (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Tiempo del ciclo. Tiempo transcurrido entre apariciones consecutivas de cualquier información que es transmitida periódicamente (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Transmisión cíclica. Método de transmisión en el que se examinan las fuentes del mensaje y este se transmite de acuerdo a una secuencia definida (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Seguridad de datos. Procedimientos y acciones definidas para prevenir la revelación, transferencia, modificación o destrucción de datos de manera no autorizada, ya sea accidentalmente o de forma voluntaria (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

3.3.54.3.4 *Alcance del sistema de automatización y telecontrol*

El sistema proyectado contempla la automatización de las obras de toma-balsa y de la estación de bombeo y filtrado además de la red de telecontrol de Hidrantes, haciéndolo compatible con el existente en la Comunidad de Regantes.

El sistema de automatización y telecontrol estará basado en un sistema de comunicaciones por radiofrecuencia, compatible con el sistema existente en la Colectividad de Pozo Alcón, distribuyendo los elementos de control (terminales remotos) en los distintos elementos a controlar, dotándolos de inteligencia y total autonomía aún en ausencia de comunicaciones

con el centro de control.

3.3.54.3.5 *Funciones desde el punto de vista del usuario final (comunidad de regantes)*

- Explotación y gestión racional, automática y centralizada de las infraestructuras de riego desde el punto de vista de la comunidad de regantes, consiguiendo:
 - Monitorización continua del estado de los elementos hidráulicos y del sistema de control.
 - Facilitar el manejo y la operación cotidiana de las instalaciones.
 - Incrementar la capacidad de reacción y respuesta de las infraestructuras ante situaciones críticas.
 - Aumentar la capacidad de suministro gracias a la posibilidad de suministrar el caudal necesario ante situaciones de demanda instantánea.
- Control de las dosis correctas de riego basándose en:
 - Una gestión agroclimática, de suelo y cultivo correspondiente a su hidrante, consiguiendo un alto grado de eficiencia en el riego.
 - Posibilidad elegir consumos, de forma independiente, en franjas horarias a decisión de la comunidad de regantes.

3.3.54.3.6 *Funciones del sistema desde el punto de vista del regante*

- Posibilidad de acceso web a consumos para que cualquier regante vía Internet pueda acceder mediante clave (en inglés, password) a los consumos propios de su parcela.
- Posibilidad de consultar vía web el volumen de su contador asociado.
- Posibilidad de apertura y cierre de su hidrante asociado (dependiendo del diseño de los hidrantes).

3.3.54.3.7 *Funciones de recogida automática de la información*

- Datos de explotación hidráulicos: volúmenes consumidos y presiones registradas.
- Datos de explotación del sistema de control: estado energético y de los enlaces de comunicaciones.
- Actuaciones realizadas.

- Diario de eventos y alarmas. Se registrarán todos los eventos y la información posible de los distintos elementos del sistema, incluyendo actuaciones, estados de funcionamiento, recogida periódica de los datos de sensores, órdenes ejecutadas, alarmas, etc. Se generarán todas las alarmas que puedan indicar errores en el sistema, incongruencia, incompatibilidad o anomalías en la información recibida de los distintos elementos instalados, incluyendo desconexión o robo de equipos.
- Conectividad con el centro de control, en caso de ser necesario, a través de conexión remota vía Internet desde la oficina central de la comunidad de regantes u otra localización especificada por la comunidad de regantes.
- Generación de archivos de consumos con al menos las tarificaciones horarias vigentes.
- Generación de archivos de consumos con al menos 24 lecturas horarias parciales por día.

3.3.54.3.8 *Funciones de procesamiento de datos recogidos*

- Gestionar los consumos por hidrantes o toma con discriminación horaria de acuerdo a cualquier configuración de tramos que se desee.
- Gestión y control de dotaciones de volumen por sector, por regante, por hidrante y por tramo horario.
- Gestión y control de dotaciones por caudal instantáneo por sector, por regante, por hidrante y por tramo horario.
- Personalización de informes de consumos diarios y semanales.
- Volcar la información a bases de datos SQL o similar para intercambio datos con:
 - páginas web.
 - unidades remotas;
 - autómatas programables.

3.3.54.4 *Configuración del sistema*

Dadas las características de la red hidráulica y la gestión que se realiza por dos entidades distintas (Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo y Comunidad de Regantes de

Guadiana) la arquitectura del telecontrol está formada por varios subconjuntos, que formaran una red de alta y una red de baja.

3.3.54.4.1 Red de Alta

Los puntos de control de RED DE ALTA cuentan con autómatas, con altas prestaciones de procesamiento de señal y consumo bajo. Se dispone de suministro eléctrico convencional 230/400V.

A través del Canal de Montijo llegará el agua hasta la nueva estación de bombeo y desde ella se distribuye el agua hacia el depósito elevado y toda la red de riego. La red de alta se corresponde con las instalaciones gestionadas por Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo.

Los puntos de control serán los siguientes:

Tabla 50. Puntos de control en red de alta

PUNTOS DE CONTROL EN RED DE ALTA		
ID	INSTALACIÓN	CONTROL PRINCIPAL
BOMBEO	NUEVO BOMBEO	<ul style="list-style-type: none"> - Lectura Nivel cantara de aspiración - Boyas máximo-mínimo - Control de 3 Bombas (3 variadores de velocidad). - Sondas PT-100 - Resistencias de caldeo - Actuación Válvulas de Corte Motorizadas (4): pertura/Cierre. - Lectura Presión en salida impulsión - Lectura detector de flujo (3)
PURO	DEPOSITO ELEVADO	<ul style="list-style-type: none"> - Actuación Válvulas de Corte Motorizadas (4): pertura/Cierre - Lectura presión aguas arriba y aguas abajo de válvula de corte del by-pass(2). - Lectura Caudalímetro (2) - Lectura Nivel deposito (2)

En el depósito elevado las nuevas instalaciones a controlar son solo una válvula motorizada, un caudalímetro y los dos transductores de presión. El resto de elementos son los ya existentes que incluirán en el nuevo PLC que sustituye al que hay en la actualidad.

3.3.54.4.2 *Red de Baja*

Para la RED DE BAJA se utilizan concentradoras y remotas para control de hidrantes o elementos en la red de riego de bajo consumo, cuyo diseño específico minimiza la necesidad de consumo de energía eléctrica, y que por tanto son las más adecuadas para su utilización en campo abierto. Estas requieren una alimentación mínima al estar optimizado su diseño en ese sentido, realizada con pilas convencionales. Esto permite un sondeo frecuente de las remotas.

La instalación prevista se trata de una ampliación de la existente con remotas totalmente compatibles con las existentes e integradas en las concentradoras también existentes.

Tienen los siguientes elementos a controlar:

Tabla 51. Puntos de control en red de baja

PUNTOS DE CONTROL EN RED DE BAJA		
ID	INSTALACIÓN	CONTROL PRINCIPAL
REM01 a REM36	Remota nº 1 a nº 36	<ul style="list-style-type: none"> - Actuación Válvulas Hidráulicas (1): Apertura/Cierre. - Lectura contador (1). - Lectura de presión (2)
CON01 a CON03 (*)	Concentradora nº 1 a nº 3	<ul style="list-style-type: none"> - Concentran la comunicación de varias remotas y comunican con el Centro de Control

(*) Las tres concentradoras ya están instaladas y operativas junto a la red de control de los hidrantes de la C.R. de Guadiana.

3.3.54.5 *Sistema de comunicaciones*

Todo el sistema de comunicaciones existe en la actualidad, luego los nuevos elementos proyectados se integrarán en él. Distinguimos dos niveles claramente diferenciados:

- COMUNICACIÓN Centro de Control Montijo – RED DE ALTA.

Se corresponde con el sistema de comunicaciones que controla todos los puntos del Canal de Montijo y que lleva la información hasta la sede de la Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo. Todos los puntos están unidos por una red de fibra óptica.

Esta red llega hasta la estación de bombeo que abastece a la Comunidad de Regantes de Guadiana y hasta el depósito elevado hasta donde se bombea el agua. Por tanto, lo único que se tendrá que ejecutar con este nuevo proyecto es la conexión mediante fibra óptica de la nueva estación de bombeo con la existente (que son escasos metros pues están contiguas en el mismo recinto).

- COMUNICACIONES Centro de control Guadiana - RED DE BAJA.

Las remotas de control de la Red de Baja comunican mediante radio con licencia a frecuencia 433-451 MHz, a 500 mW de potencia de transmisión, con las estaciones concentradoras (ECC), que realizan la función de enrutar las comunicaciones recibidas desde el Scada del Centro de Control a la remota de campo correspondiente y viceversa.

La comunicación entre la Unidad Concentradora y las unidades remotas que controla es constante, por lo que ésta conoce el estado de sus unidades remotas en tiempo real, tanto de sus salidas como de sus entradas digitales (volumen de contadores y caudal) y variables analógicas (presión, temperatura, humedad, etc.). La calidad de la radio y el eficiente protocolo de comunicaciones deben garantizar un consumo energético muy bajo. La comunicación entre las concentradoras y el centro de control se realiza mediante GPRS.

El esquema de configuración final de la instalación queda estructurado de la siguiente forma:



Esquema 1. Configuración red de baja

3.3.54.6 Centro de control

Las instalaciones existentes cuentan con dos sistemas de automatización y telecontrol diferenciados que son:

- Control de red de alta.- La Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo gestiona la estación de bombeo del Sector e-1 que se corresponde con la estación de bombeo de la Comunidad de Regantes de Guadiana. Dicha estación de bombeo está integrada en un sistema que controla el Canal de Montijo y las restantes estaciones elevadoras que en el existen. Se ubica en un centro de control en Montijo donde hay una aplicación Scada que controla todas las instalaciones de la Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo. El scada está desarrollado sobre el software Wonderware en un servidor propio, contando con los códigos fuente ya que la Comunidad General ha realizado modificaciones sobre dicho scada después de haber sido entregado por la CHG. Además, tiene capacidad para soportar ampliaciones como las proyectadas. Concretamente el Scada tiene alguna pantalla para la estación de bombeo que abastece la Comunidad de Regantes de Guadiana como se muestra a continuación:

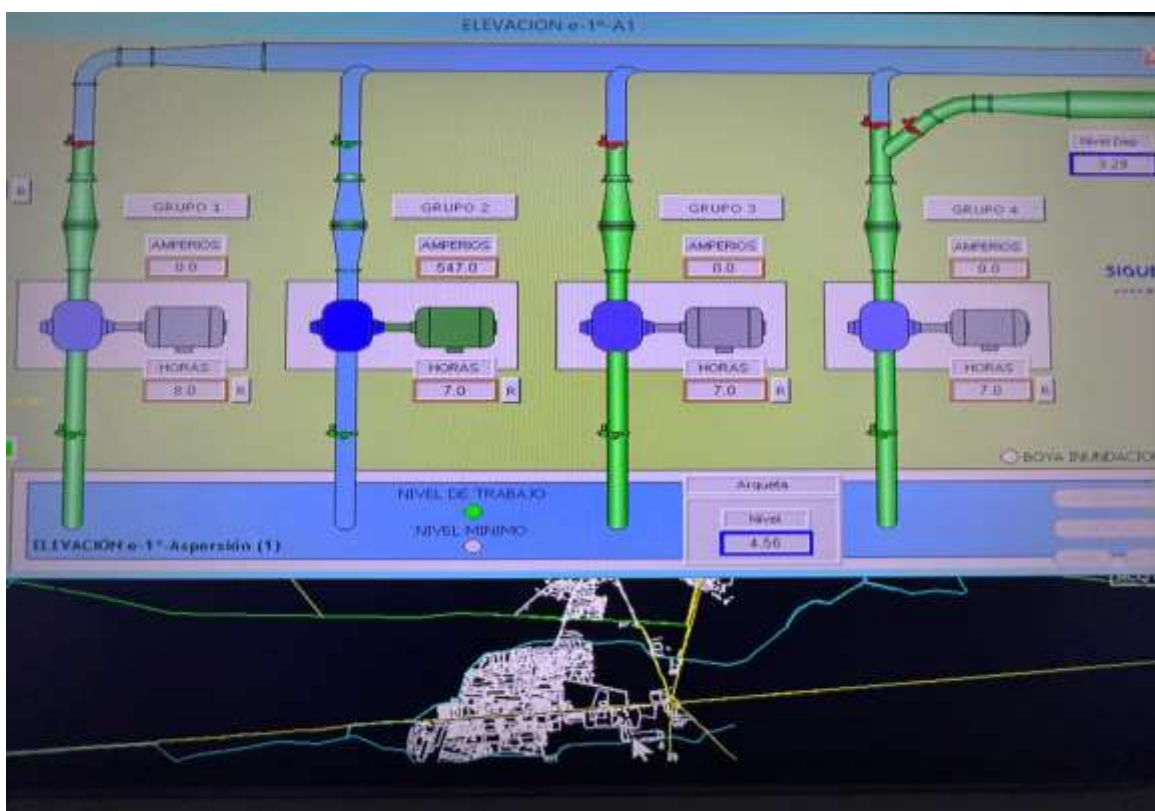


Ilustración 1. Pantalla de Scada (I)

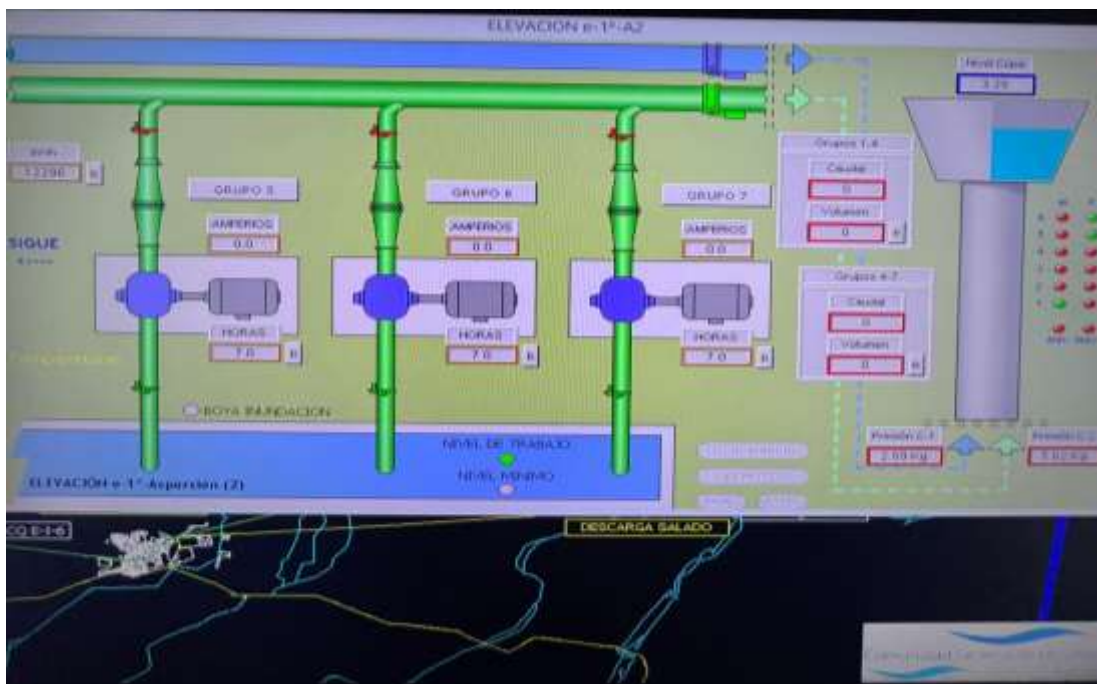


Ilustración 2. Pantalla de Scada (II)

- Control de red de baja. La Comunidad de Regantes de Guadiana tiene implantado un sistema de telecontrol vía radio con las que gestiona toda su red de hidrantes (mediante tecnología SKYreg de Regaber con protocolos de comunicación propiedad intelectual de Regaber). El centro de control se ubica en la sede de la comunidad en Guadiana. Dicho centro de control tiene el hardware y software necesario para todo el sistema y puede soportar las ampliaciones proyectadas.



Ilustración 3. Imagen software de control (I)



Ilustración 4. Imagen software de control (II)

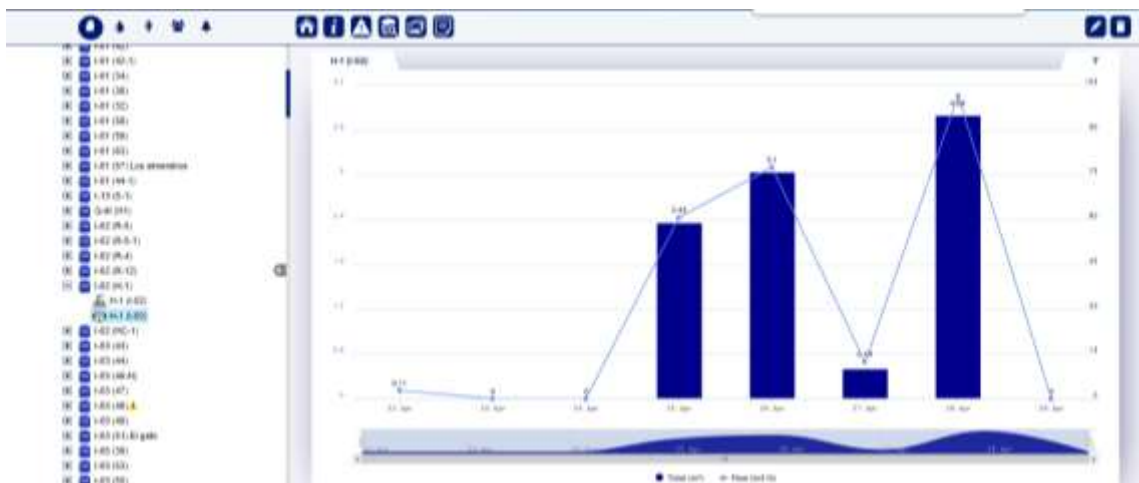


Ilustración 5. Imagen software de control (III)

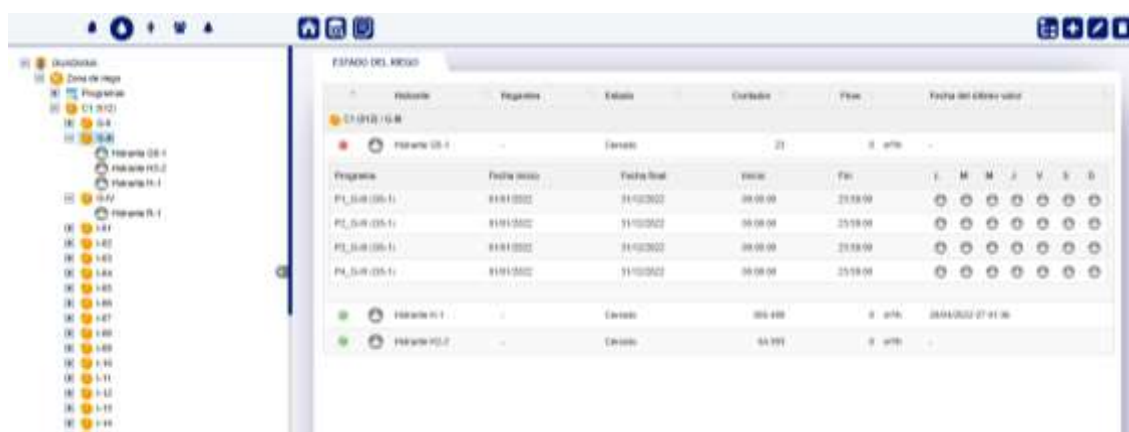


Ilustración 6. Imagen software de control (IV)

Como todos los sistemas instalados son recientes y están totalmente operativos, los nuevos elementos y/o software que se instalen con el presente proyecto **debe ser compatible tanto con el telecontrol existente en la Comunidad de Regantes de Gadiana como con el sistema de control de la Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo.**

3.3.54.6.1 Hardware del centro de control

Los dos centros de control cuentan con todo el hardware necesario. Luego no se incluye ninguna actuación en el presente proyecto.

3.3.54.6.2 Software control Scada

En cada centro de control existe una aplicación que controla las instalaciones existentes y ambos tienen capacidad para soportar ampliaciones para gestionar nuevas instalaciones.

Se proyectan las siguientes modificaciones:

- Centro de control en Montijo de la Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo. Se modificará el scada existente creando pantallas que integren las nuevas instalaciones:

1. Nueva estación de bombeo. Se añadirá una pantalla para la nueva estación de bombeo que integre:
 - Regulación de la estación de bombeo, con arranque y parada y cambio de consignas de los variadores desde el Centro de control
 - Control de caudales
 - Representación de curvas de tendencia

- Visualización y reconocimiento de alarmas de estado
 - Maniobra directa e inmediata (apertura y cierre) sobre las válvulas motorizadas
 - Visualización de los valores de los sensores de presión, nivel, etc.
 - Estado de sistemas de comunicaciones
2. By-pass. El by-pass se integrará junto a la pantalla existente del depósito elevado, ya que físicamente están en el mismo sitio y su funcionamiento tiene que ser coordinado.
- Control de caudales
 - Visualización y reconocimiento de alarmas de estado
 - Maniobra directa e inmediata (apertura y cierre) sobre las válvulas motorizadas
 - Visualización de los valores de los sensores de presión, nivel, etc.
 - Estado de sistemas de comunicaciones
- Centro de control de la Comunidad de Regantes de Guadiana. Se modificará el scada existente incluyendo una nueva pantalla para la lectura de presión de las 36 remotas a instalar. Se incluirán en módulo GIS y se crearán alarmas asociadas a niveles de presión que pueda definir la Comunidad.

3.3.54.7 Cursos de formación

Se deberán contemplar 2 tipos de cursos de formación totalmente independientes:

- Curso de manejo y operación

Destinado a formar a los operadores de la comunidad de regantes en la estructura:

- Navegación por pantallas
- Herramientas de informes
- Introducción de datos
- Manejo de la aplicación
- Parámetros de configuración
- Manejo web

- Curso de mantenimiento

Destinado a formar al personal de mantenimiento propio de la comunidad de regantes con el siguiente temario:

- Test y diagnóstico de comunicaciones.

- Navegación por pantallas.
- Herramientas de informes de mantenimiento.
- Introducción de datos.
- Manejo de la aplicación.
- Cableado, sustitución y activación de tarjetas de control de hidrantes.
- Altas de nuevas tarjetas de control.
- Manejo web.

3.3.54.8 Documentación

Se entregará la siguiente información:

- Manual de operación de la aplicación.
- Descripción funcional de cada pantalla.
- Manuales de funcionamiento y operación acceso web.
- Manuales técnicos de equipos informáticos.
- Manuales técnicos de equipos de comunicaciones.
- Esquemas completos de la red de hidrantes.
- Esquemas eléctricos de los distintos tipos de remotas de telecontrol.
- Memoria técnica de los elementos que componen el sistema de telecontrol en la que se incluya la información suficiente para comprobar la adecuación de los equipos a las condiciones que se citan en el pliego. Se deberá presentar una detallada lista de los materiales a instalar identificando todos y cada uno de ellos por su marca, modelo y versión. Se deberá adjuntar el catálogo comercial correspondiente de todos los materiales que se vayan a instalar en la obra (tanto en formato papel como electrónico). Incluirá la descripción funcional del sistema en el que queden perfectamente definidas todas las funcionalidades y características de:
 - Funcionamiento de remota y concentrador.
 - Software centro de control.
- Manuales de instrucciones y conexionado

Todo equipo instalado debe disponer de manual de instrucciones para facilitar la configuración e instalación de los repuestos. Asimismo, se añadirá documentación técnica referente a las necesidades de mantenimiento que se asocien a cada tipo de elemento con el objetivo de facilitar la realización de programas de mantenimiento.

- Documentación adicional

La documentación adicional que ha de disponerse del sistema de telecontrol será la siguiente:

- Manual de funcionamiento y operación de la aplicación de control.
- Manual de funcionamiento y operación acceso web.
- Manual de funcionamiento y operación acceso web.
- Manual de funcionamiento y operación del software de alarmas SMS.
- Esquemas completos de la red de hidrantes.
- Programas software necesarios para la programación y configuración de las remotas de control de la red de hidrantes, así como de los elementos intermedios (concentradores) a coste cero.

3.3.54.9 Mantenimiento de la instalación

Para asegurar la estabilidad y perdurabilidad del buen funcionamiento de la instalación se realizará el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo que a continuación se describe.

Dado que el sistema de telecontrol tiene unas necesidades de mantenimiento específicas, se incluye en el presente pliego la elaboración y ejecución de un programa de mantenimiento.

Por las características propias de los sistemas de telecontrol de regadíos y con el objetivo de ajustar las actuaciones que a nivel de mantenimiento se requieran, deberán quedar perfectamente definidas las operaciones a realizar en términos de:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento correctivo.

Se listarán todas las operaciones que se reconozcan como necesarias para el sistema de telecontrol, así como los espacios temporales para los cuales se especifican estas y el procedimiento detallado para aquellas más habituales y/o críticas.

En dicho plan de mantenimiento se tendrán en cuenta las tareas que se indican en los apartados siguientes.

- Revisión precampaña de riego

Debido a que las instalaciones de riego suelen tener un periodo de inactividad comprendido entre la finalización de una campaña de riego y el inicio de la siguiente, se verificará previamente al inicio de esta última que todos los elementos del sistema de control se encuentran en el estado adecuado para la puesta en marcha del sistema.

- Revisión poscampaña de riego

Una vez haya finalizado la campaña de riego, se programarán las tareas necesarias en los puntos donde se hayan venido detectando alarmas durante la campaña anterior. Es por ello imprescindible que la aplicación de control monitorice y almacene todas las alarmas que se asocien al sistema de telecontrol instalado.

- Mantenimiento correctivo

Es condición indispensable la inclusión en el programa de mantenimiento de un listado completo de componentes con su coste unitario con el fin de facilitar la gestión de los repuestos y recambios (mantenimiento correctivo).

- Tareas mínimas incluidas en el programa

En la revisión anual precampaña se incluirán aspectos de revisión visual, así como revisiones técnicas.

- Revisión visual sobre las remotas de riego.
 - o Verificar el estado de las antenas de telecomunicaciones
 - o Verificar el estado del sistema de alimentación energética
 - o Verificar el estado de cables y conectores
 - o Verificar el estado de los elementos de fijación propios del sistema de telecontrol instalado
 - o Verificar la estanqueidad de la envolvente donde se aloja la electrónica
 - o Verificar el buen estado de las válvulas hidráulicas garantizando que no se detectan ni pérdidas ni atascos
- Revisión técnica sobre las remotas de riego
 - o Medida de tensión en el acumulador (batería), comprobando la correspondencia con los datos recogidos por la aplicación de control
 - o Medida de tensión en la alimentación (panel solar), comprobando la correspondencia con los datos recogidos por la aplicación de control.
 - o Verificar el estado de los fusibles
 - o Verificar el funcionamiento de los módems radio

- Verificar el funcionamiento de las válvulas a través del test de válvulas
- Verificar la medida de las sondas de presión, comprobando la correspondencia con los datos recogidos por la aplicación de control
- Verificar el funcionamiento de los medidores de impulsos
- Revisión de las comunicaciones con el centro de control
- Revisión de las medidas de explotación (volumen, presión, estado, etc.), desde el centro de control
- Sincronización de contadores y revisión de parámetros desde el centro de control.
 - Revisión visual y técnica de elementos intermedios

Para el resto de equipos de campo que puedan ser necesarios se realizarán las tareas descritas para la remota de riego que se les apliquen por la concepción y configuración de los equipos a revisar.

- Revisión visual en el centro de control
- Verificar el estado de todo el software objeto de este pliego
- Verificar la integridad de los registros y el buen funcionamiento de las bases de datos
- Realizar una copia de seguridad de todas las bases de datos que se incluyan en el sistema de telecontrol instalado
- Desfragmentación de la máquina virtual

3.3.54.10 Unidades remotas en terminales de riego

El sistema de telecontrol existente será ampliado con 36 remotas inteligente de Radiofrecuencia (RF). El sistema de Telecontrol diseñado, permite consultas inmediatas a una remota de control, envío de mensajes en difusión ancha (broadcast), sincronización de todas las remotas, además permite la posibilidad de establecer múltiples sesiones de comunicación en un solo canal radio que permitan la telecarga de modificaciones en el software de las estaciones remotas, de los parámetros de funcionamiento, incluso supervisar el estado de la estación consultando sus estadísticas de comunicación, estado de E/S, detector de intrusismo, valores de memoria etc. para evitar desplazamientos al sitio de personal.

La Unidad Terminal Remota o nodo de riego será un equipo terminal inteligente con capacidad para el control de hidrantes de riego. Permitirá comunicaciones vía radio en banda UHF 433-451 MHz considerada de uso ICM (Industrial, Científico y Médico) y, por tanto, con licencia cuando nos atenemos a la normativa UN-39 del CNAF (Cuadro Nacional de Asignación de Frecuencias). La Comunidad de Regantes tiene legalizada la licencia en esa frecuencia, pues todo el sistema existente trabaja en 433-451 MHz.

La terminal remota base del sistema será un módulo de control de nodo de riego que permite el control vía radio de 2 solenoides (ampliable a 10), 3 entradas digitales (ampliable a 12), dos lecturas de presión (analógica) y estará diseñada para conseguir un consumo eléctrico mínimo. La remota tendrá capacidad para actuar con completa autonomía, independientemente que la comunicación esté o no establecida, almacenando datos con fecha y hora y ejecutando programas de riego que tenga programados. Serán totalmente compatibles con las ya existentes para el control de hidrantes.

Las características y capacidades básicas de la terminal remota son:

- Control sobre 2 válvulas pilotadas por solenoide biestable, a dos o tres hilos, común positivo o negativo (ampliable hasta 10).
- Repetición interna de orden: configurable de 0 a 15 veces separada por un tiempo también configurable.
- Detección de fallo de apertura/cierre mediante comprobación de pulsos del contador.
- Cálculo local de caudales a partir de la medida del intervalo de tiempo entre pulsos de contadores.
- Tele-lectura de hasta 3 contadores volumétricos que incorporen emisor de pulsos. Entradas de impulsos de contador por contacto seco, libre de tensión (ampliable hasta 12).
- Frecuencia máxima de cuenta de pulsos con filtrado de rebotes de señal: 2,5 Hz.
- Acumulador de hasta 99999999 de pulsos por contador con aviso de desbordamiento.
- Los valores se conservan en memoria no volátil (no se pierde la cuenta por el cambio de pilas).
- Programas de riego por tiempo y/o volumen para cada toma, con apertura/cierre automática programada.
- Incorpora reloj-calendario de tiempo real RTC y gran capacidad de memoria para almacenamiento local del programa de turnos y/o sectorización.
- Hasta 8 turnos diarios, por cada día de la semana, por válvula; (total de 32 turnos por remota).
- Habilitación y deshabilitación de turnos.
- Incorpora 2 Entradas Analógicas de 16 bits de resolución.

- Precisión de medida de Entrada Analógica del 0,2 %.
- La señal analógica puede ser de tipo 0-20 mA, 4-20mA
- Alimentación para sensores generada internamente en la propia remota, conmutable y programable desde 9 hasta 24V.
- Cada vez que la unidad RemRF-4 realiza la lectura de una medida analógica se activa el elevador de tensión, se conecta la alimentación, se realiza la medida y se vuelve a desconectar para minimizar el consumo.
- Lectura de EA periódica configurable. Se configura la duración de la medida (según el tiempo de estabilización del sensor) y el intervalo entre muestras.
- Las 12 entradas digitales volumétricas pueden funcionar indistintamente como entradas digitales adicionales de uso general. Entradas por contacto libre de potencial (para p.e. detectores de flujo, presostato ó detector de intrusismo).
- Módulo radio-módem diseñado para alta fiabilidad, gran alcance y consumo ultra bajo.
- Memoria no volátil para acumuladores de contadores, registro de eventos, almacenamiento de datos y configuración de la remota.
- Registrador tipo Data Logger con registro en memoria circular no volátil de hasta 554 posiciones.
- Distintos tipos de alimentación soportados por la remota:
 - ✓ Pack de 2 pilas de 3,6 V de 3 Ah. Duración con una actividad normal de 4-5 años (en el presente proyecto se elige este sistema).
 - ✓ Solar fotovoltaica para puntos concretos: Panel solar 5 W regulador y batería recargable (2-18 Ah)
- Datos de Consumo:
 - ✓ Consumo de corriente sin actividad: 1,6 mA por día
 - ✓ Consumo en modo escucha: 40 μ A
- Rango de Temperatura de Operación: - 20° / +70°C
- Aviso de cambio de pilas con varios meses de antelación, configurable en aplicación SCADA en el Centro de Control.
- Telecarga del firmware desde el centro de control
- Estanqueidad de la envolvente IP65

Los elementos incorporados a la remota encargados de realizar el enlace de comunicación vía radio son los siguientes:

- Radio-modem modulo Base: Este módulo radio está integrado dentro de la caja estanca de la propia remota, y conectado a ésta a través de conexión RS232 ó I2C con la placa CPU de dicha remota
- Antena de RF que será omnidireccional, ya que repite la señal de la remota a la concentradoras, es una antena de radiofrecuencia directiva diseñada para la banda de 440-455 mHz.

Todas las remotas comunican con las concentradora. Esta concentradora, a través del switch industrial, se enlaza con el router 3G-4G VPN, y envía/recibe los datos del Scada del Centro de Control a través del túnel VPN.

3.3.54.11 Concentradoras

En la instalación actual ya existen 3 concentradoras ubicadas en el interior de la zona regable de la Comunidad de Regantes de Guadiana. Estas 3 unidades concentradoras se encuentran ubicadas en el piso superior del depósito elevado, también denominado puro

Hecho el estudio de coberturas (se recogen en el Epígrafe 10 de este anejo), se concluye que las nuevas 36 remotas se podrán integrar sin problema en la 3 concentradoras ya existentes, por lo que no es necesario proyectar ninguna adicional.

3.3.54.12 Autómatas para el control de la red de alta

Para el control de la Red de Alta en nueva estación de bombeo y Depósito elevado-bypass se utilizarán autómatas programables industriales, dando a estos puntos la robustez, capacidad de procesamiento y configuración modular necesarias. El consumo de este tipo de autómatas es más elevado que las remotas de control de la Red de Baja (Tomas), por lo que necesitan alimentación eléctrica.

A continuación, se describen las principales características de estos autómatas:

- PLC estándar de mercado, con carácter modular para permitir posibles ampliaciones futuras.
- Máximo 1024 E/S discretas+256 Analógicas
- Tarjeta SD de Almacenamiento
- Comunicaciones

- Puerto Ethernet (Modbus TCP), Puerto Modbus (485/422) Enlace serie sin aislar RJ45 modo de caracteres, modo transmisión: asíncrono en banda base, RS232C, modo transmisión: 2 pares trenzados blind. en 0,3...19,2 kbit/s duplex total
 - Enlace serie sin aislar RJ45, maestro/esclavo Modbus, RTU/ASCII, modo transmisión: asíncrono en banda base, RS232C, modo transmisión: 1 par trenzado blindado en 0,3...19,2 kbit/s dúplex med.
 - Porta USB en 12 Mbit/s
 - Ethernet TCP/IP RJ45, modo transmisión: 1 par trenzado en 10/100 Mbit/s
- Memoria
 - RAM interna 4096 kB
 - RAM interna 256 kB datos
 - RAM interna 3584 kB constantes símbolos programa
 - Programación según estándar internacional IEC 1131-3.
 - Reloj de tiempo real.
 - Modo de comunicación pooling y gestión interna de alarmas.
 - Puerto auxiliar para conexión directa desde PC.
 - Monitorización en tiempo real de entradas/salidas desde PC.
 - Tensión de alimentación 24 Vdc.
 - Sincronización de los relojes internos de los autómatas con la hora del Puesto Central (Servidor).

3.3.54.13 Fibra óptica.

Para comunicación entre autómatas y sistemas de vigilancia se empleará fibra óptica multimodo de 8 hilos con las siguientes características:

- Construcción bajo único subconducto con gel hidrófugo y recubrimiento de fibras de vidrio y acero corrugado resistente a la humedad.
- Protección mecánica, anti-humedad y antiroedor.
- Cubierta exterior con 2 tensores FRP embebidos en cubierta LSZH-FR con compuesto retardante de llama e hilo rasgado en interior.

Para las conexiones de la fibra se consideran switch de comunicaciones 4 Puertos cobre Ethernet 10/100, 2 puertos fibra óptica Multimodo:

- Distancia Transmisión: Hasta 2 km
- Fibra óptica: Longitud de Onda :1310 nm
- Interfaces: 4xRJ45, 2xSC Fibra
- Alimentación: 12-48 Vdc
- Relé de fallo

3.3.54.14 Pantalla táctil en la red de alta

Con el objeto de operar en el filtrado-bombeo y desde la balsa, a cada autómatas programables se le dotará de una pantalla táctil HMI de 12" para el control local sin necesidad de acceder al SCADA. La pantalla táctil será del tipo:

- TERMINAL 12.1" COLOR SVGA ETHERNET
- Tamaño de pantalla 12.1 Pulgada
- LCD TFT a color retroiluminada
- 800x600 pixels SVGA
- Tensión de alimentación 24 Vdc

3.3.54.15 Plan de aseguramiento de la calidad

3.3.54.15.1 Gestión de la calidad

La calidad de los distintos componentes deberá ser asegurada mediante un sistema de control de las materias primas y del proceso de fabricación que garantice el cumplimiento de las prescripciones técnicas de las normas de referencia utilizadas para la producción de los mismos y los requisitos establecidos en los apartados anteriores.

El fabricante deberá disponer de un Sistema de Gestión de Calidad que esté certificado según la norma UNE-EN ISO 9001:2015, Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos, por organismo de certificación acreditado.

El fabricante deberá disponer de un Sistema de Gestión Medioambiental certificado por un organismo certificador acreditado según la norma UNE-EN ISO 14001:2015, Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.

El promotor podrá realizar los ensayos y/o comprobaciones que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

En el caso de que el promotor realizase ensayos o comprobaciones sobre elementos seleccionados y estos no cumplieren con las especificaciones exigidas en el pliego y cuadro de unidades de la misma, el coste de la realización de los mismos correrá por cuenta del adjudicatario. También correrá por cuenta del adjudicatario la reposición de los elementos objeto de ensayo por otros nuevos con las mismas características de los repuestos.

Se podrá solicitar la documentación que permita verificar el cumplimiento de los estándares mínimos de calidad especificados en los apartados anteriores y que será la siguiente:

- Certificado de producto emitido por empresa certificadora acreditada por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) u organismo equivalente para la norma de producto de referencia. Adicionalmente, se podrá solicitar el informe de ensayos efectuados para la obtención de dicho certificado.
- Certificado de producto emitido por empresa certificadora no acreditada por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) u organismo equivalente para la norma de producto de referencia. Adicionalmente, se podrá solicitar el informe de ensayos efectuados para la obtención de dicho certificado.

Los organismos de acreditación deberán ser conformes a lo establecido en la norma UNE-EN ISO/IEC 17011:2017, Evaluación de la conformidad. Requisitos para los organismos de acreditación que realizan la acreditación de organismos de evaluación de la conformidad.

Los organismos que actúen como entidades certificadoras o laboratorios de ensayo deberán ser conformes a lo establecido en las normas UNE-EN ISO/IEC 17065:2012, Evaluación de la conformidad. Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios, UNE-EN ISO/IEC 17021-1:2015, Evaluación de la conformidad. Requisitos para los organismos que realizan la auditoría y la certificación de sistemas de gestión. Parte 1: Requisitos, y UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 (versión corregida en fecha 2018-05-09), Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

El/los laboratorio/s que hayan realizado los ensayos requeridos deberá/n estar incluido/s en uno o varios de los siguientes niveles:

- Laboratorio certificado con UNE-EN ISO 9001:2015 por entidad acreditada por ENAC u organismo equivalente, o laboratorio acreditado por ENAC con UNE-EN ISO/IEC 17025:2017, para la realización de los ensayos requeridos. Deberán aportarse los certificados correspondientes, en el caso de que así se requiera.
- Laboratorio con sistemas UNE-EN ISO 9001:2015 o UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 para la realización de los ensayos requeridos, implantados o mantenidos, pero no certificados o acreditados, respectivamente. La implantación de dichos sistemas deberá estar verificada por entidad certificadora de control de calidad, independiente del laboratorio. En el caso de que se requiera deberá documentarse dicha implantación.
- Laboratorio que cumpla los siguientes requisitos:
 - Sistema de aseguramiento interno: disponen de una organización interna de los servicios, de sistemáticas de control de los equipos y de métodos de ensayo/calibración, como garantía de los resultados.
 - Trazabilidad: disponen de control de la trazabilidad de sus medidas, mediante planes de calibración y la realización de intercomparaciones con otros laboratorios.
 - Disponen de procedimientos documentados o normas para la prestación de servicio a los clientes.

En el caso de que así sea requerido, a efectos del caso (3) deberá aportarse la siguiente documentación a fin de comprobar los requisitos anteriores:

- Organigrama con funciones definidas, cualificación y experiencia personal.
- Manual de calidad.
- Procedimientos o normas de descripción de los ensayos solicitados en la normativa de aplicación.
- Procedimiento predefinido de elaboración y contenido de los informes de ensayo.
- Planes de mantenimiento y calibración de equipos.
- Certificados de calibración de equipos por entidad acreditada por ENAC u organismo equivalente.
- Plan de intercomparación con otros laboratorios o entidades de reconocido prestigio, en caso de disponerse los mismos.

- Resumen de la sistemática general de aseguramiento de la trazabilidad de las medidas de laboratorio.
- Referencias de ensayos realizados en los cinco últimos años. Deberá acreditarse la realización de al menos 3 ensayos de similares características.
- Inscripción en cualquier relación de organismos reconocidos de ámbito internacional, nacional, autonómico o local.

Tanto en los certificados como en los informes de ensayos se deberá demostrar la trazabilidad del producto a que se hace referencia, así como la identificación del fabricante tanto en las muestras como en la documentación.

La fabricación, montaje y acabado de todos los elementos componentes deberán estar sujetos a un estricto y documentado proceso de autocontrol que garantice la calidad del producto acabado y suministrado.

El promotor podrá solicitar el Manual de Control de Calidad del fabricante y en el mismo deberán señalarse las normas oficiales de ensayos que se apliquen, o en otro caso incluirse la descripción detallada de los métodos de ensayo utilizados.

En el caso de que los materiales suministrados no tuvieran certificado de calidad, el fabricante se obliga a someterlos a los ensayos y pruebas que sean necesarios, a criterio de la dirección de obra, para asegurar su calidad.

3.3.54.15.2 *Control de calidad*

El promotor podrá realizar los ensayos y/o comprobaciones que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

En el caso de que el promotor realizase ensayos o comprobaciones sobre elementos seleccionados y estos no cumplieren con las especificaciones exigidas en el pliego y cuadro de unidades de la misma, el coste de la realización de los mismos correrá por cuenta del adjudicatario, así como la reposición de los elementos objeto de ensayo por otros nuevos, con las características de los mismos.

Interoperabilidad

La implementación se verificará mediante los ensayos definidos en el Anexo D Protocolo de ensayos de la norma UNE 318002-3:2021, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad.

3.3.54.15.3 Pruebas de funcionamiento

Instrumentación

La instrumentación ocupa un capítulo propio en la puesta en marcha debido a su especial importancia.

Todas las comprobaciones que afecten a instrumentos que forman parte de circuitos eléctricos deben haberse realizado antes de las pruebas en funcionamiento manual. La instrumentación de regulación vinculada al funcionamiento en automático puede revisarse en la misma fase o, en todo caso, antes de la puesta en marcha del automatismo.

Las comprobaciones sobre los instrumentos de regulación y seguridad verificarán que estos se han instalado correctamente y en el correspondiente picaje o derivación, según plano de ejecución, para obtener la funcionalidad deseada. Se seguirán las prescripciones de instalación del fabricante con el objetivo de asegurar el buen funcionamiento, la precisión y la estabilidad de las medidas. Se instalan:

- Boyas de máximo/mínimo instaladas en balsa y canales.
- Nivel en la captación. En algunos diseños podrá encontrarse adicionalmente en el punto de entrega, si este fuese un depósito o balsa.
- Transductores de presión.
- Caudalímetros en tuberías.
- Caudalímetro de conducción abierta para regulación en canales.

El buen funcionamiento de la instrumentación es de importancia crítica para el funcionamiento del sistema en términos de regulación (niveles, transductores y caudalímetros) y seguridad (boyas y presostatos). Las labores de parametrización pueden realizarse en taller, pero debe comprobarse *in situ*. El tarado se realizará siempre *in situ* y de acuerdo a los valores normales esperados.

Puesta en marcha local

Durante la fase de puesta en marcha del automatismo en modo local se testeará y monitorizará el correcto funcionamiento de los elementos de control y la bondad de su programación. Los medios de los que se dispondrá habitualmente para todas las comprobaciones serán:

- Puerto de comunicaciones del autómeta.

- Pantalla de control local (HMI).

El puerto de comunicaciones del autómatas es una herramienta muy útil para acceder a la programación durante su ejecución y que permite comprobar el comportamiento de esta y los valores y estados de las entradas y las salidas que intervienen. Es importante verificar que los valores que captura el PLC se corresponden con los reales y para eso es necesario disponer de otros medios de medida/comprobación. Verificando que la lectura de una medida que forma parte de un subproceso de la programación es válida se pueden descartar causas si se produce un comportamiento inesperado al ejecutarse este. Comprobar la validez del valor capturado por las entradas, ya sean analógicas o digitales, asociadas a sensores y elementos de señalización eléctrica que forman parte de un proceso de regulación o de información descartará que, en caso de que no se alcance el resultado esperado, el origen del fallo pueda estar en este o en su conexión. El siguiente paso lógico será la revisión de la programación para detectar los fallos y/o los parámetros que requieren un reajuste.

En la pantalla de control local se dispone de un programa con la representación sinóptica de la instalación y vínculos al programa del autómatas para mostrar el estado de todos sus elementos y los valores de los parámetros de funcionamiento (hidráulicos, energéticos, etc.). Para habilitar el modo de funcionamiento automático en local normalmente la pantalla dispondrá de menú para la modificación de los parámetros de consigna vinculados, así como ciertos umbrales de aviso o alarma que se anticipan al disparo de las protecciones eléctricas. Del mismo modo que se revisaba la correcta captura de las entradas es necesario asegurar que un cambio en una consigna en la pantalla se traduce en el cambio inmediato de la misma consigna en la programación del autómatas. Se podrá comprobar así el buen funcionamiento del interfaz de comunicaciones entre autómatas y HMI, así como el vinculado entre sus programas.

Con ajuste a las necesidades de la instalación, y asegurando su absoluta correspondencia con lo mostrado en la pantalla, se probarán todas las funcionalidades del modo de funcionamiento automático, incluyendo:

- Paro/arranque según condiciones consignadas y comportamiento de la estación cuando estas se modifican.
- Tiempos entre maniobras.
- Comportamiento coordinado con fines de regulación y homogeneización de uso.
- Operativa de funcionamiento con señales transmitidas y alarmas calculadas.

- Reconocimiento completo del estado de todos los elementos de la estación, incluidas las alarmas con protección mediante lógica cableada, independientemente de que el modo de funcionamiento sea automático o manual.
- Captura de datos de funcionamiento general desde instrumentación eléctrica.

Puesto que los elementos críticos para la seguridad y algunos enclavamientos forman parte del funcionamiento manual y del automático, estos no realizan su función a través del autómeta. Boyas, presostatos, sondas de temperatura y demás instrumentación de seguridad forman parte de la lógica cableada de los circuitos de mando de los elementos para los que un cambio de estado en estos captadores suponga alguna clase de riesgo. Aunque las medidas de seguridad funcionen correctamente, el sistema de automatización y telecontrol debe disponer siempre de una correcta identificación del estado de todos sus elementos por lo que el autómeta debe conocer permanentemente su estado. Que todos los posibles estados sean conocidos aportará un diferencial de calidad en la información que se muestra tanto en el HMI como a nivel remoto. En caso contrario el sistema de automatización no sería lo suficientemente estable y fiable.

Se probarán uno a uno todos los enclavamientos (internos y externos) en modo automático y se ajustarán, si existen, todos los lazos de regulación. Para ello se diseñarán pruebas específicas a nivel de protocolo indicando en este el resultado esperado y el resultado obtenido. En caso de que no exista coincidencia será necesaria la revisión de la programación hasta lograrlo.

Como las señales digitales de entrada al PLC, asociadas a los procesos discretos de paro/arranque, normalmente provienen de instrumentos y circuitos eléctricos que han tenido que ser cableados y montados es recomendable probar la señal en su conjunto forzando el cambio de estado. En aquellos casos donde el forzado pueda significar peligro físico para el equipo bastará con su simulación con la instrumentación eléctrica adecuada.

Las señales de paro de emergencia son aquellas que ocasionan paros bruscos del sistema para proteger la integridad de los equipos que lo forman. Habitualmente forman parte de los circuitos de mando o directamente seccionan la alimentación eléctrica del receptor, por lo que el PLC se limitará a capturarlas e identificarlas, informando al control remoto y mostrándose en el HMI. Los paros de emergencia más habituales son:

- Fallo de protecciones eléctricas (magnetotérmicos, diferenciales, actuadores, etc.). Se comprobará que todas las posibles alarmas se capturan e identifican correctamente.
- Fallo en el arranque/parada de un receptor. Si el autómeta no recibe señal de confirmación de que el motor se ha arrancado o parado, para evitar un posible estado desconocido se genera una alarma. Se puede forzar el fallo inhabilitando la entrada de confirmación de marcha/paro para observar el comportamiento de la automatización ante el fallo.

- Nivel mínimo en balsa. Se fuerza la boya y se espera el paro por lógica cableada con el correspondiente mensaje de alarma.
- Disparo de presostato de mínima en tuberías.

La instrumentación para detección de situaciones de emergencia (boyas y transductores) tiene que tararse atendiendo a las necesidades concretas de cada estación, modificándose así los resguardos de seguridad empleados.

Cuando la potencia del receptor es elevada, su actuador, siempre que sea un equipo electrónico, dispone de funciones internas de alarma que protegen el motor al cual se asocian (subcarga, sobrecarga, etc.), lográndose así una protección redundante.

Existe otro gran conjunto de señales no asociadas a paros bruscos pero sí a situaciones de seguridad para las que se puede asumir un paro/arranque ordenado de la estación y a estados de funcionamiento normales donde es el autómatas el que determina los escalones de arranque/paro.

Puesta en marcha remota

Testeado, verificado y contrastado el correcto comportamiento en modo automático de la estación en local, así como la captura de datos que realiza el autómatas, para finalizar el proceso de puesta en marcha se deben efectuar las mismas comprobaciones en modo remoto. La comprobación remota significa la puesta en marcha del centro de control, ya que para poder realizarla debe estar completamente operativo y configurado todo el *hardware* que lo compone (servidores, clientes, frontales de comunicaciones y sistemas de alimentación ininterrumpida, etc.) y con el *software* de explotación instalado (SCADA, drivers de comunicaciones, etc.).

El modo remoto responde a la capacidad de modificación y supervisión del programa del autómatas. Habitualmente habrá un selector físico que permita la puesta de la estación en local o en remoto. Si la estación está en remoto, el programa debe permitir modificar desde el centro de control los valores de consigna para las regulaciones del funcionamiento automático al igual que se haría desde el HMI. De igual modo, y siempre que se haya diseñado así, el modo remoto puede forzar el cambio de estado de determinadas líneas del programa, arrancado/parando los equipos de forma remota. La forma de funcionamiento remoto más recomendable es la que permite variar consignas de funcionamiento, pero no fuerza el programa del autómatas, ya que teóricamente este estará implementado optimizando el funcionamiento conjunto de la estación.

Desde el SCADA (centro de control) se comprobará:

- El sistema de comunicaciones entre la estación y el centro de control funciona correctamente, recibiendo datos y enviando consignas u órdenes. Se evaluará estadísticamente el total de fallo de comunicaciones. Las infraestructuras que se encuentran en estado operativo deben comunicar de forma estable con el centro de control con una tasa de fallos normal para el medio de comunicación que se emplee (radio, cable, GPRS, etc.).
- La captura de todas las señales que se envían a la estación central; parámetros hidráulicos (presión, caudal, nivel, etc.) y de funcionamiento (estados, alarmas y valores historiables). El estado de la estación y sus componentes debe ser conocido en todo momento.
- El cambio de todos los campos consignables, modificando el funcionamiento de la estación ajustándose a las nuevas consignas, asegurando que el funcionamiento sigue siendo el esperado.
- En caso de que el sistema lo permita, se ejecutarán todas las órdenes discretas posibles; aperturas y cierres de válvulas, arranques/paros de motores, etc.
- La respuesta del sistema en caso de modificación de las consignas de arranque y de paro durante la marcha, así como, si procede, el envío y ejecución de programaciones horarias.
- Los sinópticos, menús y pantallas del SCADA se ajustan a las necesidades de la instalación, disponiendo ya la Comunidad de Regantes del interfaz de control definitivo, con los esquemas y las fotografías finales. Al igual que en los HMI se debe verificar la completa correspondencia entre la infraestructura real y su representación en el SCADA.

Resultado de la puesta en marcha

El resultado de la puesta en marcha será una estación de bombeo totalmente operativa en base al protocolo de puesta en marcha aplicado. Si el protocolo aplicado se ajusta a las necesidades, se habrán comprobado todas las señales, probado los diferentes procesos automáticos y comprobado la correspondencia de estados, tanto en local como en remoto. El resultado final será un listado completo de comprobaciones con el resultado obtenido conformado en hojas de inspección final/informe de puesta en marcha.

Sistema de telecontrol de hidrantes

Las comprobaciones a realizar en las pruebas de funcionamiento del sistema se realizarán en tres fases en el orden que se indica a continuación:

- * **FASE I: Verificación previa de la instalación**

El objetivo de esta fase es verificar la correcta instalación de todos los elementos del sistema antes de la inmediata puesta en servicio del mismo.

Se pretende comprobar, inmediatamente antes de la puesta en servicio, que los equipos están completos, correctamente instalados y en perfecto estado, y que por tanto se podrán realizar las pruebas de funcionamiento. Para ello se realizará la comprobación visual de la presencia y buen estado de los equipos, así como la verificación de la correcta instalación de los mismos.

* **FASE II: Verificación de la trazabilidad de los elementos del sistema**

El objeto de esta fase de pruebas es el de identificar y corregir las diferencias que puedan existir entre los archivos digitales de soporte del GIS de las obras y la instalación real.

Para verificar la trazabilidad de los elementos se trabajará con el archivo GIS en el que aparecen los siguientes elementos:

- 1.- Número total de remotas/expansión instaladas.
- 2.- Número total de hidrantes asociados.
- 3.- Localización del centro de control y elementos intermedios.
- 4.- Localización de hidrantes

Se deberán entregar a la dirección de obra los archivos GIS ya cotejados y conformes con la instalación real ejecutada.

* **FASE III: Pruebas de funcionamiento**

En esta fase se pasa a comprobar el correcto funcionamiento de los equipos individuales y de la instalación en su conjunto.

Se realizarán dos tipos de pruebas:

- **Comprobación de funcionamiento local del *hardware* y del *software* del centro de control**

Se arrancarán los equipos comprobando que la alimentación es correcta. Una vez hecho esto, se comprueba que los equipos comunican de forma básica a través de la red local. Si el resultado de estas comprobaciones es satisfactorio, el equipo estará listo para realizar las posteriores pruebas de funcionamiento.

- **Comprobación de funcionamiento del telecontrol de hidrantes y red de alta**

Una na vez en funcionamiento los equipos, se realizarán las pruebas del sistema de telecontrol propiamente dicho: ejecución de órdenes discretas, ejecución de programas de riego, lectura de datos, alarmas, etc.

- 1.-Verificación de nivel de batería a pie de remota.
- 2.-Verificación de nivel de panel solar a pie de remota.
- 3.-Ejecución de órdenes de abrir y cerrar desde SCADA y verificación a pie de remota.
- 4.-Forzar pulsos a pie de remota y verificación en SCADA.
- 5.-Sincronización del contador desde SCADA y verificación.
- 6.-Leer la medida analógica que aparece en el SCADA y confirmar que se está midiendo.
- 7.-Verificación en el SCADA de las alarmas de la instalación

Todas las pruebas pueden realizarse sin necesidad de que la red de riego se encuentre en servicio a excepción de las pruebas arriba numeradas como 3, 5 y 6:

- Prueba n.º 3: Verificación de la correspondencia de las órdenes de apertura y cierre desde el SCADA con la actuación real de los hidrantes (que cierre -no abra- cuando se le ordena cerrar; que abra -no cierre- cuando se le ordena abrir). Si la red de riego no está en servicio, solamente se podrá comprobar que el solenoide actúa cuando se le ordena.
- Prueba n.º 5: Verificación de la correspondencia de la lectura del contador en el SCADA con el valor del contador mecánico.
- -Prueba n.º 6: Verificación de la lectura de presión en el SCADA.

3.3.55 Medidas de nivel

Serán del tipo de burbujeo, previamente aprobada por el Ingeniero Director de las obras, de las siguientes características:

Señal de salida:

4 - 20 mA

Transmisor con tecnología digital programable

Precisión: $\leq 0,1\%$

Estabilidad mínima a 24 meses: $\leq 0,1\%$

Partes mojadas en contacto con el fluido: Poliamida o PVC

Microcompresor incorporado

Rango programable con ajuste local mediante pulsadores

Indicador local digital

Sistema de purga automático programable

El tubo de burbujeo tendrá siempre pendiente uniforme, positiva o negativa, sin formar puntos altos de posible acumulación de aire, y se deslizará por un lateral de la balsa o canal, lejos de zonas de posible turbulencia, con una pieza de lastrado para que la boquilla metálica de su punta repose en el fondo de la balsa o canal a unos 10 cm de altura.

En el correspondiente precio de la unidad del Cuadro de Precios nº 1 se considera incluido el conexionado de alimentación y señal de la unidad, formado por tubo de PVC de canalización, cable de 3 x 2,5 mm² en Cu para alimentación y tierra y cable de 2 x 1,5 mm² apantallado en Cu para la señal analógica.

3.3.56 Transmisores de presión

Tendrán las siguientes características:

Regulación: 0 – 10 bar

Señal de salida: 4 – 20 mA

Transmisor con tecnología digital programable

Precisión: $\leq 0,1\%$

Estabilidad mínima a 24 meses: $\leq 0,1\%$

Partes mojadas en contacto con el fluido en acero inoxidable AISI 316 o Hasteloy

Conexión a proceso rosca Gas

Rango programable con ajuste local mediante pulsadores

Indicador local digital

Presión estática máxima mayor de 40 bar

Las tomas de presión se conectarán a las tuberías horizontales por un lateral de la misma, a 90° de la parte superior de la conducción para evitar en lo posible la entrada de aire.

En la conexión con la tubería se instalará una válvula de bola de aislamiento. A continuación, se montará un sifón y una válvula de 2 vías con mandos independientes, un mando aislará el transmisor de presión del proceso y el otro mando permitirá que el transmisor de presión quede a la atmósfera, pudiendo simular presión por esta toma para mantenimiento y calibración.

En el correspondiente precio de la unidad del Cuadro de Precios nº 1 se considera incluido el conexionado de alimentación y señal de la unidad, formado por tubo de PVC de canalización, cable de 3 x 2,5 mm² en Cu para alimentación y tierra y cable de 2 x 1,5 mm² apantallado en Cu para la señal analógica.

3.3.57 Boyas de alarma

Serán de las siguientes características:

- ✓ Elemento de contacto: Micro switch.
- ✓ Rango de tensión: 6 ÷ 250 V.a.c.
- ✓ Rango de intensidad: Min. 10 mA
Máx. 6 A en AC1, 3A en AC3.
- ✓ Rango de presión: 200 kPa (2 kp/cm²).
- ✓ Rango de temperatura: +55° C
- ✓ Rango de ajuste: 250 ÷ 1.200 mm
- ✓ Longitud del cable: 5 m.
- ✓ Peso: Aprox. 0,55 kg
- ✓ Material flotante: Polipropileno (PP)

- ✓ Recubrimiento cable: PVC

En el correspondiente precio de la unidad del Cuadro de Precios nº 1 se considera incluido el conexionado de alimentación y señal de la unidad, formado por tubo de PVC de canalización, cable de 3 x 2,5 mm² en Cu para alimentación y tierra y cable de 2 x 1,5 mm² apantallado en Cu para la señal analógica.

3.3.58 Variadores de frecuencia

Se instalarán variadores de frecuencia para las dos bombas de 250 kW y para la bomba de 160 kW. Tendrán las siguientes características:

Tabla 52. Características variadores de frecuencia

TIPO DE CONEXIÓN SALIDA	TRIFÁSICA	TRIFÁSICA
POTENCIA NOMINAL SALIDA AC	160.000 W	250.000 W
INTENSIDAD NOMINAL SALIDA AC	226 A	357 A
SOBRECARGA	150% durante 60 seg	150% durante 60 seg
TENSIÓN NOMINAL SALIDA AC	500 +10% V	500 +10% V
FRECUENCIA NOMINAL	50 ± 5% Hz	50 ± 5% Hz
PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES AC	SI	SI
PROTECCIÓN SOBRECORRIENTE AC	Fusibles Integrados	Fusibles Integrados
VIGILANTE DE AISLAMIENTO	SI	SI
FILTRO DE ARMONICOS	Bobinas de choque 3% de impedancia	Bobinas de choque 3% de impedancia
FILTRO EMC	Entorno 2, categorías 3 y 4 - EN61800-3	Entorno 2, categorías 3 y 4 - EN61800-3
FILTRO SALIDA dV/dt y CLAMP	Incorporado (500-800V/μs hasta 300m)	Incorporado (500-800V/μs hasta 300m)
ALTURA (mm)	2000	2000
ANCHURA (mm)	945	945

PROFUNDIDAD (mm)	730	730
GRADO DE PROTECCIÓN	IP54	IP54

Además, tendrán un a temperatura de operación 50° C temperatura ambiente a plena carga, capacidad de operación en cuatro cuadrantes, filtro LCL y carga suave en la entrada, intensidad Nominal a 8 Khz de frecuencia de conmutación en salida sin desclasificación, filtros RFI de serie, fusibles ultra-rápidos a entrada (> 90 kW) y tarjetas electrónicas tropicalizadas de forma selectiva.

3.3.59 Equipos de bombeo

Se instalarán bombas de cámara partida: dos de 250 kW y una de 160 kW.

3.3.59.1 Bombas de 250 kW

- Datos del punto de trabajo

Tabla 53. Datos del punto de trabajo de bombas de 250 kW

Caudal bombeado requerido (l/s)	250
Altura de bombeo requerida (m)	70
Potencia máxima de curva (kW)	244,26 (*)
Corriente volumétrica (l/s)	250,075
Altura de bombeo (m)	70,04
Eficiencia (%)	82,3
Absorción de potencia (kW)	208,33
Velocidad de rotación (rpm)	1.492
NPSH 3% (m)	3,25
NPSH requerido (m)	4
Presión de descarga (bar)	6,86

(*) No se alcanzará este punto de funcionamiento con la regulación que se realiza con los variadores de frecuencia

Las bombas de 250 l/s a 70 mca tendrán unas curvas similares a las siguientes:

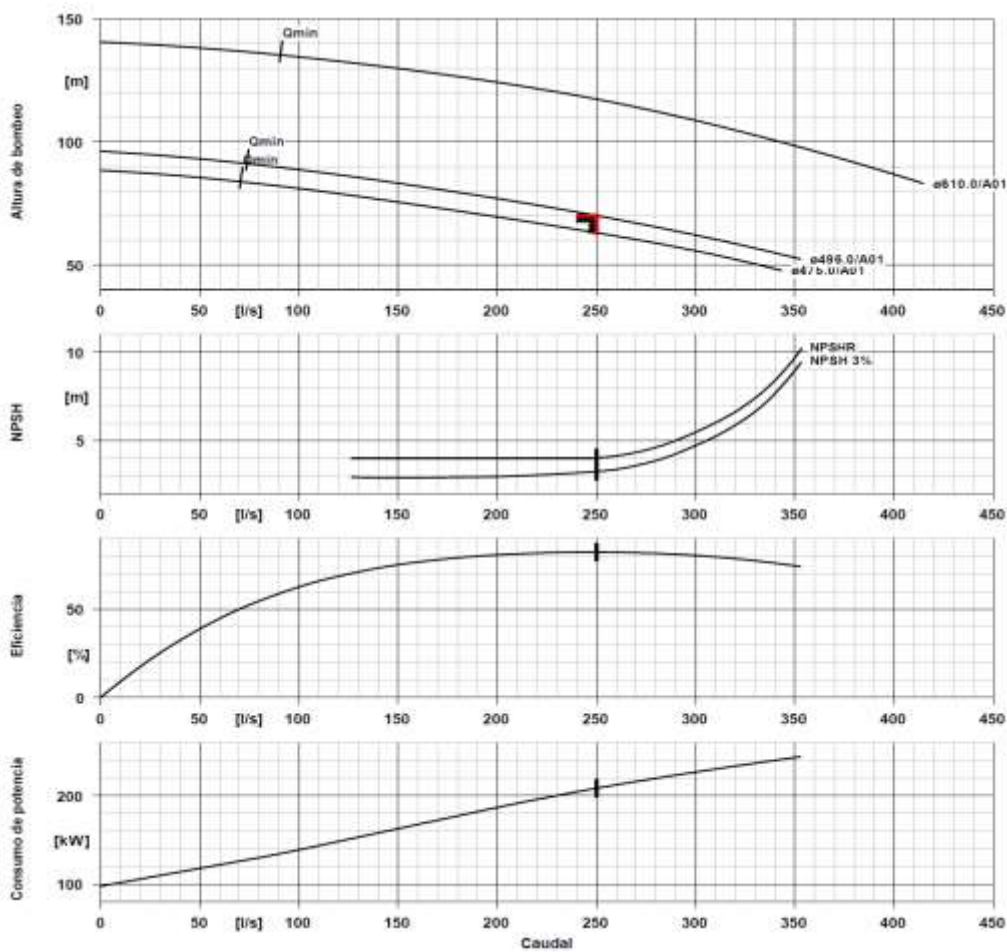


Ilustración 7. Curvas características de bomba de 250 l/s a 70 mca

Con la regulación de las revoluciones del motor con un variador de frecuencia se obtienen los siguientes puntos de funcionamiento:

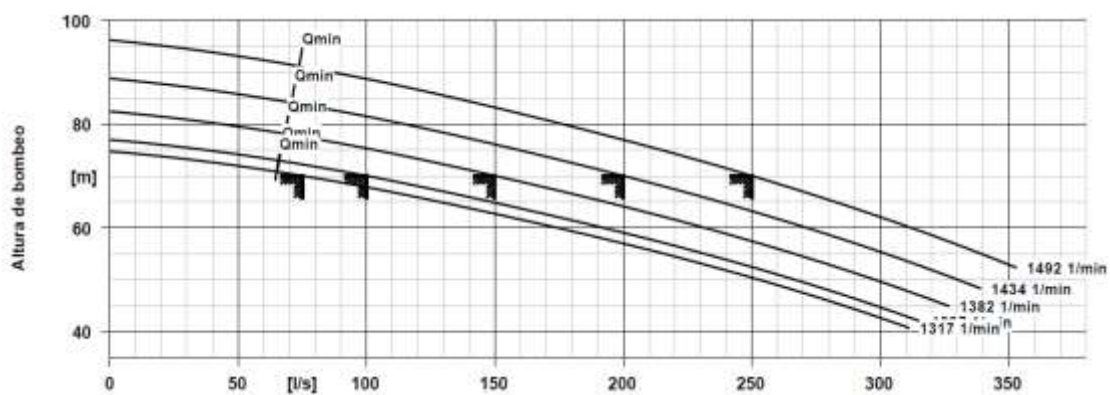


Ilustración 8. Curvas características de bomba de 250 l/s a 70 mca con distintas revoluciones

En las siguientes tablas se muestran para una altura de bombeo fija y distintos valores de caudal obtenidos para distintas revoluciones con la potencia consumida, su rendimiento y el valor de NPSH:

Tabla 54. Rendimientos y valores de NPSH de la bomba (I)

Altura bombeo a 70 mca				
Hz/rpm	Q (l/s)	P (kW)	Rendimiento hidráulico (%)	NPSH (mca)
50/1492	250	208,3	82,3	4,0
48,05/1434	200	172,1	80,5	3,8
46,3/1382	150	138,3	77,8	3,1
44,8/1337	100	103,1	67,9	3,0
44,13/1317	75	92,0	57,1	3,0

Altura bombeo a 80 mca				
Hz/rpm	Q (l/s)	P (kW)	Rendimiento hidráulico (%)	NPSH (mca)
50/1492	170	174,5	78,1	4,0
49,15/1467	150	158,8	77,4	3,9
47,68/1423	100	121,7	63,6	3,8
47,05/1404	75	109,4	54,8	3,8

Altura bombeo a 60 mca				
Hz/rpm	Q (l/s)	P (kW)	Rendimiento hidráulico (%)	NPSH (mca)
50/1492	312	232,9	80,2	6
47,08/1405	250	180,3	82,0	3,8
45,04/1344	200	144,3	81,8	3,2
43,26/1291	150	115,3	78,5	3,0
41,65/1243	100	88,4	68,9	2,9
40,98/1223	75	77,2	60,3	2,9

- Características motor de la bomba

Tabla 55. Características motor bombas 250 kW

Fabricante del acoplamiento	Fabricante bomba	Potencia dimensionada P2 (kW)	250
Tipo de acoplamiento	Flexible jaw coupling	Reserva disponible (%)	20
Tamaño nominal	225	Corriente de régimen (A)	339
Tipo protección acoplamiento	Ligero, no resistente a las pisadas (ZN79)	Relación corriente de arranque	7,9
Tamaño protección acoplamiento	A350	Clase de aislamiento	F según IEC 34-1
Material protección acoplamiento	Acero	Clase protección del motor	IP 55
Tipo de placa base	Bomba y motor en bastidor básico común (3E) ejecución ligera	Coseno phi a plena carga	0,85
Tamaño placa base	OM3E12	Rendimiento del motor a plena carga (%)	95
Accionamiento	Motor eléctrico	Órgano sensorio de temperatura	3 termistores
Accionamiento mecánico. Estándar	IEC	Bobinado del motor (V)	400 / 690
Modelo (marca)	-	Numero de polos	4
Accionamiento suministrado por	Fabricante	Posición de la caja de bornes	0° (arriba) visto desde el accionamiento
Formato constructivo del motor	B3	Cojinete del motor aislado	Sí
Tamaño motor (L)	315	Clase de conexión	Triángulo
Clase de rendimiento	IE3 según IEC60034-30-1	Método de refrigeración del motor	Enfriamiento de la superficie
Velocidad motor (rpm)	1.492	Material del motor	Fundición gris GG/CAST IRON
Frecuencia (Hz)	50	Operación con inversor de frecuencia permitida	FI permitido
Diseñado para trabajar con variador de frecuencia	Sí	Nivel de presión acústica del Motor (dBa)	81
Voltaje de régimen (V)	500	Certificación EAC	Sí
Toma de medición de temperatura	Con	Sensor de temperatura PT100 de lado del motor	Con
Roscado medición de vibración	Con		

- Características de la bomba

Tabla 56. Características de la bomba

Caja espiral	Fundición esfero lítica ENGJS-400-15
Eje de la bomba	Acero al cromo 1.4021+QT800
Impulsor de doble entrada	CC480K DW
Caja del cojinete	Fundición gris EN-GJL-250
Revestimiento cierre del eje	Fundición esfero lítica EN-GJS-400-15
Anillo de garganta	Bronce al estaño CC493K
Anillo partido	Bronce al estaño CC493K
Casquillo protector de eje	GX120CRMO29-2 1.4138

3.3.59.2 Bomba de 160 kW

- Datos del punto de trabajo

Tabla 57 Datos del punto de trabajo de bomba de 160 kW

Caudal bombeado requerido (l/s)	142
Altura de bombeo requerida (m)	70
Potencia máxima de curva (kW)	128,86
Corriente volumétrica (l/s)	142
Altura de bombeo (m)	70
Eficiencia (%)	84,5
Absorción de potencia (kW)	115,24
Velocidad de rotación (rpm)	1.493
NPSH 3% (m)	4,27
NPSH requerido (m)	4,77
Presión de descarga (bar)	6,85

La bomba de 142 l/s a 70 mca tendrá una curva similar a la siguiente:

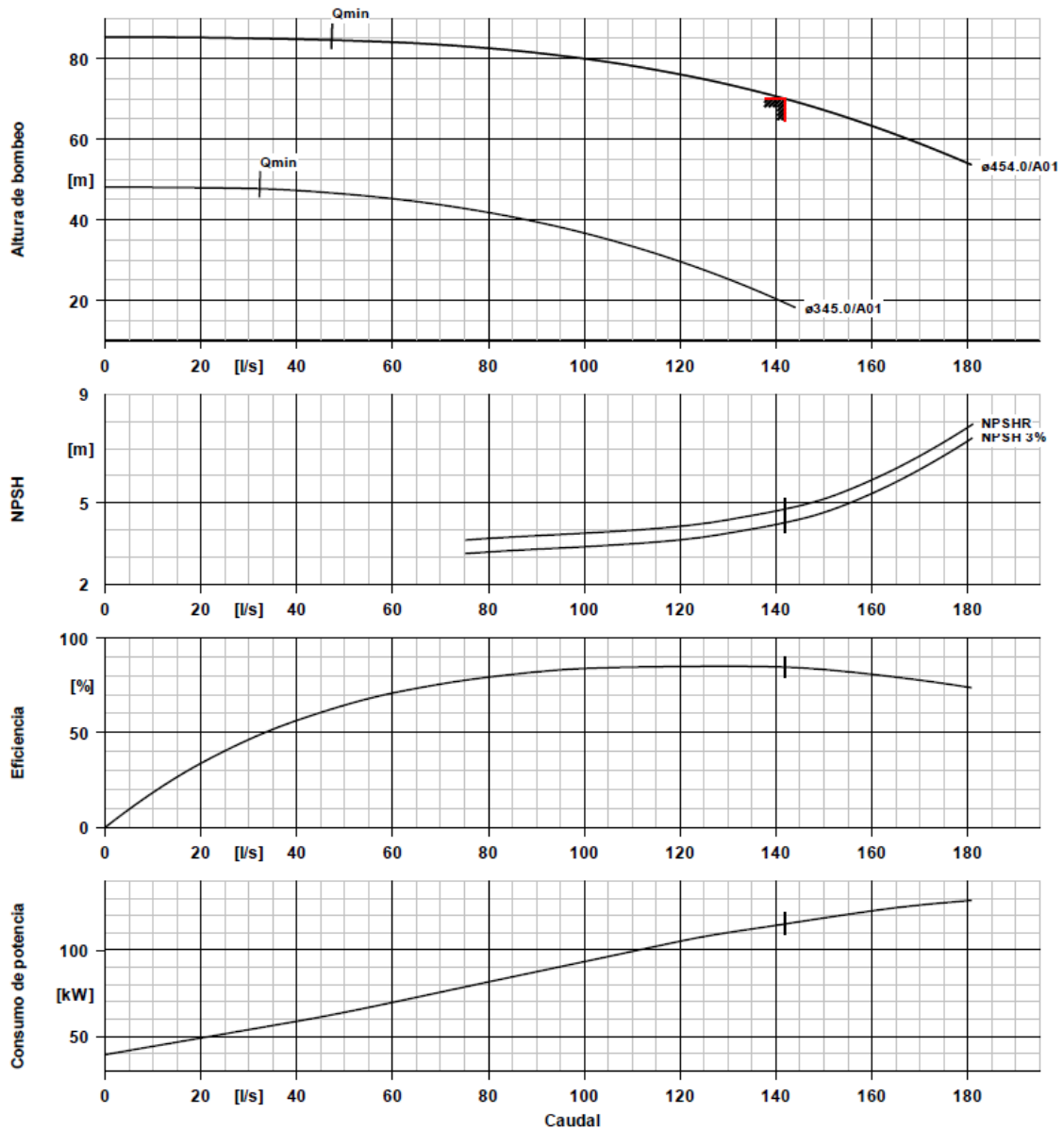


Ilustración 9. Curvas características de bomba de 142 l/s a 70 mca

Con la regulación de las revoluciones del motor con un variador de frecuencia se obtienen los siguientes puntos de funcionamiento:

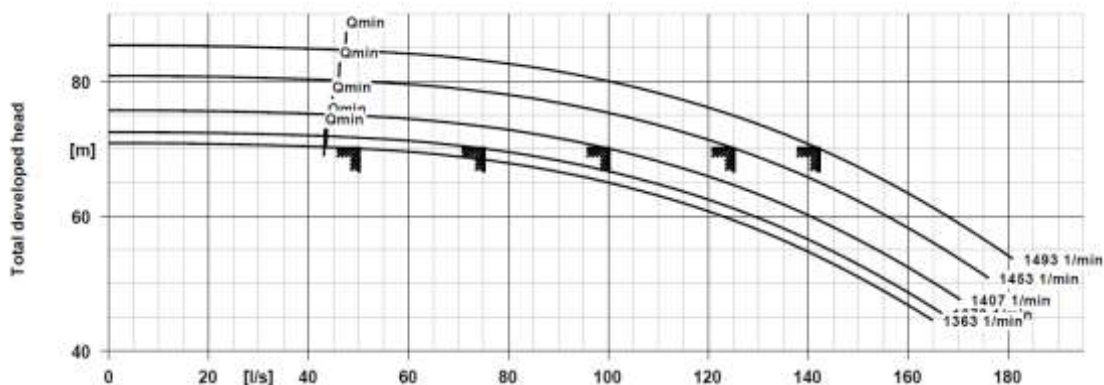


Ilustración 10. Curvas características de bomba de 142 l/s a 70 mca con distintas revoluciones

En las siguientes tablas se muestran para una altura de bombeo fija y distintos valores de caudal obtenidos para distintas revoluciones con la potencia consumida, su rendimiento y el valor de NPSH:

Tabla 58. Rendimientos y valores de NPSH de la bomba (II)

Altura bombeo a 70 mca				
Hz/rpm	Q (l/s)	P (kW)	Rendimiento hidráulico (%)	NPSH (mca)
50 / 1493	142	115,2	84,5	4,8
48,66 / 1453	125	101,4	85,3	4,2
47,12 / 1407	100	82,1	82,5	3,8
46,15 / 1378	75	66,7	79,1	3,4
45,64 / 1363	50	50,4	67,1	3,4

Altura bombeo a 80 mca				
Hz/rpm	Q (l/s)	P (kW)	Rendimiento hidráulico (%)	NPSH (mca)
50 / 1493	99	93,5	82,6	3,8
49,16 / 1468	75	77,9	79,3	3,5
48,76 / 1456	50	60,2	64,7	3,5

Altura bombeo a 60 mca				
Hz/rpm	Q (l/s)	P (kW)	Rendimiento hidráulico (%)	NPSH (mca)
50/1493	167	126,7	79,2	6,7
47,25 / 1411	142	100,2	82,4	4,8
45,78 / 1367	125	87,9	84,9	4,2
44,03 / 1315	100	69,8	82,4	3,6
42,9 / 1281	75	55,4	79,8	3,2
42,3 / 1263	50	42,7	68,9	3,2

- Características motor de la bomba

Tabla 59 Características motor bomba 160 kW

Fabricante del acoplamiento	KSB	Potencia dimensionada P2 (kW)	160
Tipo de acoplamiento	Flexible jaw coupling	Reserva disponible (%)	35,78
Tamaño nominal	200	Corriente de régimen (A)	212
Tipo protección acoplamiento	Ligero, no resistente a las pisadas (ZN79)	Relación corriente de arranque	7,3
Tamaño protección acoplamiento	A350	Clase de aislamiento	F según IEC 34-1
Material protección acoplamiento	Acero	Clase protección del motor	IP 55
Tipo de placa base	Bomba y motor en bastidor básico común (3E) - ejecución ligera	Coseno phi a plena carga	0,87
Tamaño placa base	OM3E08	Rendimiento del motor a plena carga (%)	94
Accionamiento	Motor eléctrico	Órgano sensorio de temperatura	3 termistores
Accionamiento mecánico. Estándar	IEC	Bobinado del motor (V)	400 / 690
Modelo (marca)	Siemens	Numero de polos	4
Accionamiento suministrado por	Motor estándar suministrado por KSB – montado por el cliente	Posición de la caja de bornes	0° (arriba) visto desde el accionamiento
Formato constructivo del motor	B3	Cojinete del motor aislado	Sí
Tamaño motor (L)	315	Clase de conexión	Triángulo
Clase de rendimiento	IE3 según IEC60034-30-1	Método de refrigeración del motor	Enfriamiento de la superficie
Velocidad motor (rpm)	1.493	Material del motor	Fundición gris GG/CAST IRON
Frecuencia (Hz)	50	Operación con inversor de frecuencia permitida	FI permitido
Diseñado para trabajar con variador de frecuencia	Sí	Nivel de presión acústica del Motor (dBa)	73
Voltaje de régimen (V)	500	Certificación EAC	Sí
Toma de medición de temperatura	Con	Sensor de temperatura PT100 de lado del motor	Con
Roscado medición de vibración	Con		

- Características del impulsor de la bomba

Tabla 60. Características del impulsor de la bomba

Caja espiral	Fundición esfero lítica ENGJS-400-15
Eje de la bomba	Acero al cromo 1.4021+QT800
Impulsor de doble entrada	CC480K DW
Caja del cojinete	Fundición gris EN-GJL-250
Revestimiento cierre del eje	Fundición esfero lítica EN-GJS-400-15
Anillo de garganta	Bronce al estaño CC493K
Anillo partido	Bronce al estaño CC493K
Casquillo protector de eje	GX120CRMO29-2 1.4138

3.3.59.3 Recepción del suministro y almacenamiento

A la recepción del suministro se verificará que:

- El embalaje no ha sufrido deterioro durante el transporte
- El material suministrado coincide con las especificaciones del pedido
- El material no ha sufrido ningún daño durante el transporte
- Junto con el material se incluye el Manual Técnico
- Para períodos cortos de almacenamiento, se protegerán las partes mecanizadas con un aceite o producto anticorrosivo.

Si el tiempo de permanencia en el almacén es más prolongado, se tomarán las precauciones necesarias para evitar la corrosión de la bomba mediante el empleo de un producto anticorrosivo, procediendo además al cierre de los orificios de aspiración e impulsión. Con una periodicidad de 15 días se girará a mano el eje para evitar posibles agarrotamientos.

Se asegurará que el motor eléctrico no queda expuesto a agentes atmosféricos no compatibles con su grado de protección que puedan producirle daños.

Antes de almacenar una bomba que recientemente ha sido instalada se procederá a su limpieza, sin utilizar productos derivados de los hidrocarburos, y posterior secado con aire.

3.3.59.4 Ejecuciones generales

Las ejecuciones de obras con materiales utilizados en las obras de este Proyecto y no analizadas específicamente en este capítulo, serán de buena calidad y con las características que exija su correcta utilización y servicio. En todo caso, el Contratista deberá seguir escrupulosamente las normas especiales que, para cada caso, señale el Director de Obra según su inapelable juicio.

3.3.59.5 Ensayo y pruebas

No se procederá al empleo de los materiales, sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director de las Obras y previa finalización en su caso de las pruebas y ensayos previstos en este Pliego.

Todos los gastos de las pruebas y ensayos necesarios para definir las cualidades de los materiales y este Pliego de Condiciones serán abonados por el Contratista.

Podrán ser rechazados todos aquellos materiales que no cumplan las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, ateniéndose el Contratista a lo que por escrito le ordene el Ingeniero Director de las Obras.

3.3.60 Materiales cuyas condiciones no están especificadas en este Pliego

Los materiales cuyas condiciones no estén especificadas en este Pliego, deberán cumplir aquellas que el uso ha incorporado a las buenas normas de construcción.

En todo caso, deberán ser sometidas a la consideración de la Dirección de Obra, para que decida sobre la conveniencia de autorizar su empleo, quedando obligado el Contratista a la Norma a que esté sometido el producto.

Dada la gran variedad de materias existentes en el mercado con calidad suficiente, y las novedades y mejoras técnicas que pudieran presentarse en las fechas de ejecución de las obras, la Dirección de Obra, podrá ordenar la utilización de productos análogos a los definidos en este Pliego, y que por sus características se consideren más idóneos en el momento de realización de las obras.

3.3.61 Discordancia entre promotor y contrata con respecto a la calidad de los materiales

No se procederá al empleo de los materiales sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, habiéndose realizado previamente las pruebas y ensayos previstos en este Pliego.

4 EJECUCIÓN Y CONTROL DE OBRAS

4.1 CONDICIONES GENERALES

4.1.1 Programa de trabajo

El programa de trabajo deberá contener una programación completa de las diversas actividades necesarias para la ejecución de las obras y será establecido en términos mensuales, de manera que las obras especiales intercaladas queden programadas individualmente.

En particular, el Programa de trabajo incluirá la definición de los siguientes conceptos auxiliares:

- Canteras o graveras para la obtención de áridos para hormigones.
- Instalaciones para la fabricación de áridos para hormigones.
- Instalaciones para la fabricación de hormigones.
- Recepción en obra del equipo de movimiento de tierras.
- Instalaciones para la fabricación o recepción de tuberías y piezas especiales.
- Instalaciones para la recepción de elementos de control.

En todo momento, durante la ejecución de las obras, en que se comprobará anticipadamente la improbabilidad de cumplir plazos parciales, el Contratista estará obligado a abrir nuevos tajos en donde fuera indicado por el Ingeniero Director.

4.1.2 Equipos

Los equipos que se empleen en la ejecución de las obras estarán sujetos a las condiciones generales siguientes:

Deberán estar disponibles a pie de obra con suficiente antelación para que puedan ser examinados y autorizados por el Ingeniero Director.

Después de autorizados por el Ingeniero Director deberán mantenerse los equipos en condiciones de trabajo satisfactorias, haciendo las reparaciones y sustituciones necesarias para ello. Deberán ser reemplazadas aquellas máquinas averiadas cuya reparación exigiera más de dos meses.

Si, durante la ejecución de las obras el Ingeniero Director observase que, por cambio de las condiciones de trabajo o por cualquier otro motivo, los equipos autorizados no resultaran idóneos

al fin propuesto y al cumplimiento del Programa de Trabajo, deberán ser sustituidos o incrementados en número por otros que lo sean.

4.1.3 Métodos constructivos

El Contratista podrá emplear cualquier método constructivo para ejecutar las obras, distinto del que se indica en el Proyecto siempre que en su plan de obra y en el programa de trabajo lo hubiera propuesto previamente y hubiera sido aceptado por la Administración. También podrá variar los procedimientos constructivos durante la ejecución de las obras, sin más limitaciones que la autorización del Ingeniero Director, el cual la otorgará siempre que los nuevos métodos no vulneren a su criterio el presente Pliego de Condiciones, pero reservándose el derecho de exigir los métodos previos, si comprobara la menor eficacia de los nuevos.

La aprobación o autorización de cualquier método de trabajo o tipo de maquinaria para la ejecución de las obras, no eximirá al Contratista del cumplimiento de los plazos parciales y totales.

4.2 REPLANTEO

En el plazo de treinta días hábiles a partir de la notificación de la adjudicación definitiva de la obra, se iniciarán en presencia del adjudicatario o de sus representantes los trabajos de comprobación del replanteo de las obras, extendiéndose la correspondiente Acta.

Se realizará la comprobación del replanteo del Proyecto a que se refieren los artículos 236 y 237 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

El Acta de Comprobación de Replanteo reflejará la conformidad o disconformidad que, con ocasión de la comprobación contradictoria, resultará, con referencia expresa a la interpretación de los planos sobre el terreno y a cualquier circunstancia que, en caso de disconformidad, pueda afectar al cumplimiento del contrato.

El Contratista será responsable de la conservación de los pilares, hitos, clavos, estacas y demás elementos que materialicen los vértices de triangulación, puntos topográficos y señales niveladas colocadas por la Administración, que le servirán para ejecutar sus replanteos. Este cuidará de la conservación de los mismos, reponiendo a su costa todos aquellos que sufriesen alguna

modificación en el transcurso de los trabajos, comunicándolo por escrito al Director de la obra, quien ordenará la comprobación de los puntos repuestos.

Podrán sacarse más perfiles hasta conseguir la conformidad por ambas partes. Dichos perfiles transversales o el taquimétrico deducido de ellos, servirá de base para definir los volúmenes de obra.

La comprobación del replanteo llevará consigo la identificación contradictoria del conjunto de señales materializadas por la Administración sobre el terreno y el reconocimiento contradictorio por comprobación directa de sus coordenadas X, Y, Z en el sistema adoptado en los planos. En anejo debidamente formalizado se dejará constancia de las reseñas de localización de las señales y de los valores de sus coordenadas.

El Contratista al suscribir el Acta de Comprobación de Replanteo, quedará obligado a la conservación y custodia de las señales referenciadas.

Lo recogido en el Acta de Comprobación del Replanteo, constituirá el replanteo general de la obra, entendiéndose que cualesquiera otras señales u otros datos topográficos que, incluidos o no en el proyecto, hubiera facilitado previamente la Administración al Contratista, no tendrán ningún carácter contractual.

4.3 DIFICULTADES EN EL TRAZADO

La zona regable cuenta con una extensa red de caminos tanto asfaltados como de tierra que comunican las explotaciones. Muchos trazados de las tuberías discurrirán paralelas a dichos caminos luego la maquinaria de ejecución de las obras transitará por ellos.

Sobre los caminos asfaltados se extremarán las medidas de protección y organización para no dañarlos con los transportes y las maniobras de carga y descarga de materiales, acopios de tierras procedentes de excavaciones y apoyos de maquinaria pesada para la instalación de tuberías. Sobre estos caminos asfaltados no podrá circular ni apoyarse maquinaria de cadenas.

En el caso de usar grúas para la instalación de la tubería de hormigón con camisa de chapa, los apoyos se intentarán que caigan fuera de la plataforma asfaltada y en el caso de no ser posible, se dispondrán planchas bajo los apoyos para reparto de cargas. En las zonas donde no haya accesos para las grúas la instalación de este tipo de tubería se hará con retroexcavadoras giratorias oruga de 40 tn, pues tendrán que maniobrar entre olivos sin pisar en ningún caso los caminos asfaltados.

Las retroexcavadoras giratorias a emplear en las zonas colindantes a caminos asfaltados deberán ser de ruedas, para evitar dañarlos.

En el proyecto se valoran las afecciones necesarias directas a los caminos como servicios afectados, con su completa reposición a su estado actual. Independientemente de estos servicios afectados, en caso de que no se use la maquinaria y los transportes de materiales adecuados compatibles con las características de cada camino (limitado en muchos casos a 12 tn) y se dañe su buen estado actual por negligencia, el contratista adoptará las medidas necesarias para restablecer el buen estado existente antes de las actuaciones, reparando a su cargo los desperfectos que se produzcan por este motivo de las obras.

Al ejecutarse las zanjas para la instalación de tuberías en calles de olivos, las tierras procedentes de la excavación para posterior tapado de zanjas se tendrán que acopiar entre los propios olivos, por lo que se tomarán las medidas oportunas para no dañar a los árboles con dichos acopios y su posterior retirada.

Las dificultades detectadas en el trazado de la red de riego se ejecutarán según se define a continuación:

Acceso a algunas zonas de trabajo

Si en algún tramo existe la imposibilidad de acceso a la zona de trabajo se realizarán dichos accesos. Por ejemplo, en caso de zona de bancales o para la ejecución de alguna bancada.

Esto se recoge en el presupuesto como las excavaciones asociadas a las tuberías.

Reposición de daños

Los daños ocasionados en canales, acequias en uso, arquetas, sistemas de riego, servicios básicos, etc. dentro del ancho de trabajo serán repuestos una vez realizada la ejecución de la obra. En el caso de que se trate de afecciones a servicios públicos o privados básicos, como el abastecimiento de agua potable, el contratista quedará obligado a prevenir los perjuicios que pudieran ocasionarse y a restablecer los servicios a la mayor brevedad posible.

Esto se recogerá en el capítulo de servicios afectados.

Daños a cultivos

Los daños a cultivos ocasionados por la obra, caso de cultivos leñosos, se calcularán en base a los daños reales producidos (arranque completo de olivo o sólo algún pie), valorados conforme

al anejo de expropiaciones (diferencia también entre el precio del suelo con y sin árboles), siendo estos precios medios obtenidos de las últimas expropiaciones oficiales en la zona y/o acordados por la Comunidad de Regantes en su asamblea.

La ejecución de estas partidas se realizará previo consentimiento de la Dirección de la obra tras el replanteo y comprobación de las afecciones reales, a fin de realizar una valoración previa a la ejecución de las mismas.

4.4 DESBROCE Y REBAJE

La zona de implantación de las obras será despejada de árboles, maleza, escombros o de otros materiales rechazables, así como de las obras existentes no servibles. Los materiales procedentes del desbroce serán destruidos, quemados cuando sea permitido por el Ingeniero Director o retirados del área de trabajo. Para la quema de estos materiales el contratista solicitará permiso a la Administración competente.

Posteriormente la superficie del terreno bajo todos los terraplenes o en los emplazamientos de obras de fábrica se limpiará de materia orgánica de cualquier tipo. Esta operación que consistirá en retirar como mínimo veinte centímetros de terreno se realizarán con anterioridad a cualquier excavación suplementaria que pueda ser requerida

Los productos procedentes de la limpieza del terreno serán retirados a escombreras o a tres metros al menos, fuera de los límites de las obras y su disposición se hará de manera que no pueda producirse la contaminación del terreno, dentro de dichos límites, con materia orgánica arrastrada por el agua o por el paso de vehículos o maquinaria durante el proceso normal de construcción. El Contratista realizará, a su costa, las obras u operaciones necesarias para impedir esta posibilidad.

4.5 EXCAVACIONES EN ZANJAS

El Contratista notificará al Ingeniero Director, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas, el Ingeniero Director autorizará la iniciación de las obras de excavación. La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los Planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene. No

obstante, el Director podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar una cimentación satisfactoria.

También estaba obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, siempre que lo ordene el Ingeniero Director.

Se emplearán entibaciones en todas aquellas excavaciones que lo requieran.

El criterio para su utilización será la exigencia de seguridad de la obra que se ejecuta y fundamentalmente la de las personas.

Será responsabilidad del Contratista el empleo de entibaciones siempre que sea necesario, sin que su utilización dé lugar a cobro suplementario alguno sobre los precios de las unidades de excavación.

Cuando aparezca agua en las zanjas que se están excavando, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarias para agotarla. El agotamiento desde el interior de una cimentación deberá ser hecho de forma que evite la segregación de los materiales que han de componer el hormigón de cimentación, y en ningún caso se efectuará desde el interior del encofrado antes de transcurridas veinticuatro horas (24 h) desde el hormigonado. El Contratista someterá a la aprobación del Ingeniero Director los planos de detalle y demás documentos que expliquen y justifiquen los métodos de construcción propuestos.

En el caso de que los taludes de las zanjas, ejecutados de acuerdo con los planos y órdenes del Ingeniero Director resulten inestables, requerirán entibación y, por tanto, si da origen a desprendimientos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos, reparará los daños producidos y se responsabilizará de cualquier consecuencia de los mencionados desprendimientos.

Los fondos de las excavaciones se limpiarán de todo el material suelto o flojo y sus grietas y hendiduras se rellenarán adecuadamente. Asimismo, se eliminarán todas las rocas sueltas o desintegradas y los estratos excesivamente delgados. Cuando los cimientos apoyen sobre material cohesivo, la excavación de los últimos treinta centímetros (30 cm) no se efectuará hasta momentos antes de construir aquellos, y previa autorización del Ingeniero Director.

Los sobrecanchos de excavación si son necesarios para la ejecución de la obra deberán ser aprobados, en cada caso, por el Ingeniero Director.

El fondo y paredes laterales de las zanjas y pozos terminados tendrán la forma y dimensiones exigidas en los Planos, con las modificaciones debidas a los excesos inevitables autorizados; y

deberán refinarse hasta conseguir una diferencia inferior a cinco centímetros (± 5 cm) respecto de las superficies teóricas.

4.6 EXCAVACIONES EN EL VASO DE LA ESTACION DE BOMBEO

Se entiende por "desmonte" la excavación de los materiales que sobresalen de las superficies de explanación de las distintas partes de la obra.

El Contratista pondrá especial cuidado en evitar dañar por efecto de las voladuras en las edificaciones limítrofes y líneas eléctricas; si las hubiera. Todos los desperfectos, daños y perjuicios que se ocasionen serán a cargo del Contratista.

El Ingeniero Director determinará los materiales que se empleen en la formación de los distintos terraplenes, así como en la zonificación de los mismos si las hubiere y a la vista de los resultados de los ensayos correspondientes. Asimismo, determinará qué materiales se consideran desechables y que se transportarán a vertedero o se reutilizarán en otras partes de la obra tras su correspondiente tratamiento (machaqueo, cribado, etc.).

Durante la realización de las excavaciones el Ingeniero Director estará facultado en todo momento para introducir cuantas modificaciones estimase pertinentes en el método y en los medios de excavación, al objeto de garantizar la forma y dimensiones óptimas de los materiales para su utilización posterior y evitar perjuicios innecesarios en la realización de otras unidades de obra dependientes de ésta.

Se incluye la nivelación, refino y compactación del fondo del vaso, y los taludes de tal manera que no sea necesaria ninguna operación intermedia entre la citada unidad y la posterior colocación de la pantalla de impermeabilización

4.7 EXCAVACIONES PARA ESTRUCTURAS

La excavación en cimientos de estructuras se ejecutará de acuerdo con las especificaciones indicadas en los planos o según las instrucciones del Ingeniero Director.

El Contratista estará obligado a terminar y, cuando proceda, refinar por completo, con estricta sujeción a lo que se le indique y con los medios necesarios, las excavaciones rellenando en su caso, después de terminados los cimientos las partes que convengan. Los excesos de excavaciones sobre lo figurado en los planos no serán de abono, siendo también por cuenta del Contratista el volumen de fábrica o tierras que precise para rellenar el espacio excavado en exceso, en la forma que lo indique el Ingeniero. El Contratista entibará las excavaciones en que

por la naturaleza del terreno fueran de temer desprendimientos y cuando, por razón de seguridad o en evitación de sobre excavación excesiva, lo requiriese el Ingeniero Director.

4.8 EXCAVACIONES EN ÁREAS DE PRÉSTAMO

El Ingeniero Director, durante la ejecución de las obras, podrá ordenar la obtención de material de préstamos en zonas distintas de las previstas, siempre que así lo decidiera, bien por razón de reducir distancias de transporte o para obtener materiales de calidad superior a la de los préstamos propuestos por el Contratista.

Cuando se tomen préstamos en áreas adyacentes a los perfiles de las tuberías o caminos de servicio, el borde de la excavación no distará menos de tres metros del borde de los mismos.

Los taludes de las excavaciones en préstamos tendrán un valor razonable, aprobado por el Ingeniero Director el cual podrá, además exigir, para prevenir la acumulación de agua, el drenaje por medio de zanjas las cuales serán realizadas por el Contratista a su costa. El sistema de excavación se hará de manera que se facilite la homogeneidad de los productos excavados.

En el desmante de préstamos el Contratista mantendrá con carácter general las mismas condiciones y precauciones que en los realizados dentro de los límites de las obras y, en particular:

- No serán visibles desde las carreteras y zonas pobladas.
- Deberán excavarse de tal manera que el agua de lluvia no se pueda acumular en ellos.
- El material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que se ordene al respecto.
- Los taludes de los préstamos deberán ser suaves y redondeados y, una vez terminada su explotación, se dejarán en forma que no dañen el aspecto general del paisaje.

4.9 DISTANCIA DE TRANSPORTE

La medida de la distancia de transporte se hará de acuerdo con el siguiente procedimiento:

Cuando el material procede de la excavación de las conducciones, camino de servicio o de áreas de préstamo situadas dentro de una franja de 100 metros coaxial con la conducción, la "distancia

de transporte" será medida sobre el eje de la conducción, entre la proyección ortogonal del centro de gravedad del volumen sobre perfil del material excavado en una jornada de trabajo y la proyección ortogonal, sobre el mismo eje, del centro de gravedad del volumen de material depositado en la misma jornada.

Cuando se trate de llevar productos de excavación a zona de vertidos de la franja especificada o bien de llevar al interior de la misma materiales de préstamos procedentes de áreas fuera de ella, la "distancia de transporte" se entenderá como la distancia entre el centro de gravedad del volumen, sobre perfil, del material excavado en una jornada de trabajo y el del mismo material tal como se depositó en dicha jornada, entendiéndose que dicha distancia será medida sobre la ruta practicable más corta a juicio del Ingeniero Director.

4.10 RELLENOS

4.10.1 En zanjas y obras de fábrica

4.10.1.1 Rellenos

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavaciones para relleno de zanjas, trasdós de obras de fábrica o cualquier otra zona cuyas dimensiones no permitan la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución de terraplenes

El relleno podrá ser procedente de la propia excavación en préstamos de suelos seleccionados o de material filtrante.

Los lechos de tuberías serán de arena u hormigón se adoptarán a lo que se especifica en los Artículos siguientes.

El resto de los rellenos serán seleccionados o del propio material excavado si éste es aceptable en la zona en contacto con la tubería de acuerdo con lo indicado en los planos y el resto de material excavado.

El material de relleno no contendrá piedras de tamaño superior a diez centímetros, no podrá colocarse cuando esté helado o cuando lo estén las superficies sobre las que se apoyará el material de relleno y no podrá colocarse contra muros o estructuras delgadas, en tanto el hormigón de estas no haya alcanzado la suficiente resistencia para que su estabilidad esté garantizada.

Cuando se exija la compactación de los rellenos, ésta deberá hacerse de acuerdo con las especificaciones que se siguen. Los medios a emplear para la compactación estarán, sin embargo, limitados por las posibilidades de su uso en las zonas confinadas y por la condición de que no produzcan sobrecargas sobre la estructura que pongan en peligro su estabilidad.

La compactación de los rellenos se hará en tongadas horizontales cuyo espesor será reducido hasta el máximo compatible con los medios de compactación utilizados y con la densidad que deban ser obtenidas. Cuando el espesor de las tongadas deba disminuirse, el tamaño de las piedras no será superior a los 2/3 del espesor de la tongada una vez compactada.

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fuera del área donde vaya a construirse el relleno antes de comenzar la ejecución. Estas obras que tendrán el carácter de accesorias, se ejecutarán con arreglo a lo previsto para tal tipo de obras en los Planos o, en su defecto, a las instrucciones del Ingeniero Director.

Salvo en el caso de zanjas de drenaje, si el relleno hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcilla blanda, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente horizontales. El espesor de estas tongadas será lo suficiente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido.

Cuando el Ingeniero Director lo autorice, el relleno junto a obras de fábrica podrá efectuarse de manera que las tongadas situadas a uno y otro lado de la misma no se hallen al mismo nivel. En este caso, los materiales del lado más alto no podrán extenderse ni compactarse antes de que hayan transcurrido catorce días (14 d) desde la terminación de la fábrica contigua; salvo en el caso de que el Ingeniero Director lo autorice, previa comprobación, mediante los ensayos que estime pertinente realizar, del grado de resistencia alcanzado por la obra de fábrica.

El drenaje de los rellenos contiguos a obras de fábrica se ejecutará antes de, o simultáneamente a dicho relleno, para lo cual el material drenante estará previamente acopiado de acuerdo con las órdenes del Director.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes; y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados.

Durante la ejecución de las obras, las superficies de las tongadas deberán tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, tales como cal viva.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada. El grado de compactación a alcanzar en cada tongada dependerá de la ubicación de la misma, y en ningún caso será inferior al mayor del que posean los suelos contiguos a su mismo nivel. En particular en las zanjas para tuberías el grado de compactación será del 95% del Próctor Normal.

Las zonas que, por su forma, pudieran retener agua en su superficie, se corregirán inmediatamente por el Contratista.

Los rellenos localizados se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados centígrados (2°C); debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución deben prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

4.10.1.2 Terraplenes

Las especificaciones de este apartado se refieren a la ejecución de los terraplenes requeridos en la construcción de las diversas obras del Proyecto.

El Contratista deberá suministrar preparar, procesar, colocar y compactar si es necesario, los materiales para construcción de terraplenes y cualquier tipo de relleno permanente en las obras. A tal fin, el Contratista deberá acondicionar las fundaciones correspondientes y mantener los terraplenes y rellenos construidos hasta la recepción de las obras.

Cuando la fundación del terraplén no sea la adecuada, el Contratista excavará y retirará el material inadecuado hasta la profundidad que establezca el Ingeniero Director.

Los terraplenes serán compactados de acuerdo con las especificaciones que se indican más adelante. Los equipos de compactación deberán ser sometidos a la aprobación del Ingeniero Director con anterioridad a su llegada a la obra. El Ingeniero podrá exigir al Contratista la sustitución o complementación de estos equipos si, durante la ejecución de las obras y a la vista de los ensayos realizados, considerase que son inadecuados o insuficientes para conseguir las densidades exigidas con unos rendimientos compatibles con los propuestos por el Contratista en su programa de trabajo.

Cuando deban ser compactados materiales con un alto contenido en limos o arcillas, los materiales se depositarán en tongadas horizontales. El espesor de cada tongada horizontal, después de la compactación, no será mayor de quince centímetros o de dos tercios de la longitud de la pata del compactador. Cuando la compactación se haga a mano o mediante pequeños compactadores mecánicos, el espesor no será mayor de diez centímetros. La operación de excavaciones de colocación de los materiales se realizará de manera que, al ser compactados, se obtenga la máxima homogeneidad, peso unitario y estabilidad posibles. Si la superficie de cualquier tongada ya compactada estuviese demasiado seca o lisa, a juicio del Ingeniero Director, para la unión adecuada con la capa de material a ser colocado, a continuación, aquella se humedecerá y/o se escarificará a satisfacción del Ingeniero Director para conseguir una superficie de unión satisfactoria con la consiguiente tongada a colocar. Todos los compactadores usados para compactar una tongada cualquiera serán del mismo tipo y del mismo peso por unidad de ancho.

Con anterioridad y durante las operaciones de compactación, los materiales tendrán un contenido de humedad no menor ni mayor del dos por ciento con respecto al contenido de humedad óptimo que se haya determinada en los ensayos. El contenido de humedad será uniforme en toda la tongada.

Mientras sea posible, a juicio del Ingeniero Director, la humectación del material se hará en el sitio de excavación completándola después, si fuese necesario, en el sitio de compactación. Si el contenido de humedad estuviese fuera de los límites especificados, la compactación no se ejecutará hasta que el material haya sido humedecido o secado hasta conseguir la humedad óptima con las tolerancias especificadas, a no ser que el Ingeniero Director lo autorice expresamente.

La compactación de materiales sin cohesión o permeables, tales como arenas y gravas, se hará en tongadas horizontales hasta la densidad relativa que se especifica más adelante. La excavación y colocación de estos materiales se hará de manera que se favorezca su homogeneidad, densidad y estabilidad. Se añadirá agua en la cantidad necesaria para obtener la densidad requerida y de acuerdo con el método de compactación utilizado. Para este tipo de materiales se eliminará todo aquél cuyo diámetro sea superior a 25 cm.

El espesor de las tongadas después de la compactación se realizará por control geométrico y no será superior a treinta centímetros, si la compactación se realiza mediante compactadores vibratorios, o de quince centímetros en caso contrario.

Cuando se compacten materiales sin cohesión conteniendo arcillas o limos, los espesores admisibles de las tongadas serán los mismos que los especificados para arenas y gravas limpias.

4.11 MATERIAL RELLENO EN LECHO DE TUBERÍAS

Preferentemente se emplearán materiales granulares para el apoyo de las conducciones. Se entienden como materiales granulares los siguientes tipos:

- Materiales monogranulares
- Materiales granulares
- Arena
- Material todo uno
- Material procedente de machaqueo

Como arena para lecho de tuberías pueden emplearse arenas y gravas de yacimientos naturales, rocas machacadas, escorias siderúrgicas apropiadas u otros productos cuyo empleo esté debidamente justificado a juicio del Ingeniero Director.

La granulometría aconsejada para el empleo como apoyo de conducciones será la siguiente:

Tabla 61. Granulometría aconsejable

TAMIZ	% QUE PASA
3/4"	100
1/2"	90
3/8"	40-70
Nº 40-15	
Nº 80-5	

Todo este árido deberá pasar por el tamiz 5 UNE.

Cuando no se tengan antecedentes sobre la utilización de los áridos disponibles, o en caso de duda, deberá comprobarse que la cantidad de sustancias perjudiciales no excede de los límites siguientes:

Tabla 62. Límites de sustancias perjudiciales

Material	Cantidad máxima en % del peso total de la muestra
Terrones de arcilla, determinados con arreglo a la Norma UNE 146403:2018	1,00
Finos que pasan por el tamiz 0,80 arreglo a la Norma UNE-EN 933-10:2010	5,00
Material retenido por el tamiz 0,32 UNE y que flota en un líquido de peso específico 2,0, determinado con arreglo a la norma UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013	0,50
Compuestos de azufre expresados en SO ₄ = y referidos al árido seco, determinados con arreglo a la Norma UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013	1,20

En el caso de arena de machaqueo, y previa autorización del Director, el límite de cinco por ciento (5%) para los finos que pasan por el tamiz 0,080 UNE podrá elevarse el siete por ciento (7%).

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como arena, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos ni compuestos ferrosos.

No se utilizarán arenas que presenten una proporción de materia orgánica tal que, ensayados con arreglo a la Norma UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013, Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico, produzcan un color más oscuro que el de la sustancia patrón.

Los materiales granulares empleados en la formación de las camas no contendrán más de 0,3% de sulfato, expresado en trióxido de azufre.

Una vez terminada la zanja se procederá al compactado del fondo de la misma procurando dejarlo perfectamente rasanteado conforme al longitudinal del proyecto.

Las camas granulares se realizarán en dos etapas. En la primera se ejecutará la parte inferior de la cama, con superficie plana, sobre la que se colocan los tubos, acoplados y acuñaos. En una segunda etapa se realizará el resto de la cama rellenando a ambos lados del tubo hasta alcanzar el ángulo de apoyo indicado en el proyecto.

En ambas etapas, los rellenos se efectuarán por capas del orden de 7 ó 10 cm compactadas mecánicamente. Los grados de compactación serán tales que la densidad resulte como mínimo el 95% de la máxima del ensayo Próctor Normal o bien, el 70% de la densidad relativa si se trata de material granular libremente drenante, de acuerdo con las normas UNE 103500:1994, Geotecnia. Ensayo de compactación. Próctor normal, y NLT 204/72.

4.12 CONDICIONES GENERALES PARA LOS HORMIGONES

4.12.1 Materiales

Los materiales que se empleen para la fabricación de hormigones cumplirán con las condiciones especificadas en el apartado 3.3 (condiciones técnicas de los materiales) del presente Pliego.

4.12.2 Tipos de hormigón

Todos los hormigones se tipificarán con el siguiente formato: T-R/C/TM/A

Siendo:

- T: indicativo que será HM en el caso del hormigón en masa, HA en el caso del hormigón armado y HP en el de pretensado.
- R: resistencia característica especificada en N/mm²
- C: letra inicial del tipo de consistencia (Artículo 31.5 EHE-08).
- TM: tamaño máximo del árido en mm (Artículo 28.3 EHE-08).
- A: designación del ambiente (Artículo 8.2.1 EHE-08)

Los tipos de hormigón a emplear en obra se definen atendiendo a la mínima resistencia característica que se les exija, entendiéndose dicha resistencia a los veintiocho (28) días en probeta cilíndrica de quince centímetros (15 cm) de diámetro por treinta centímetros (30 cm) de altura.

En cuanto a la resistencia característica especificada se recomienda emplear la siguiente serie: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100. En la cual las cifras indican la resistencia característica específica del hormigón a compresión a 28 días en N/mm².

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

Los tipos de cementos utilizables serán los definidos en el Artículo 26º de la EHE-08 para el hormigón en masa, armado o pretensado.

Los tipos de cemento utilizables para hormigones de uso no estructural serán conformes a lo definido en el Artículo 2º del Anejo 18 de la EHE-08.

Los tipos de hormigón que se emplearán en las obras son los siguientes:

Tabla 63. Tipos de hormigón

Tipo de hormigón	Tipo de cemento	Mínima resistencia característica según Normas UNE-EN 12350 y 12390
HM-20	CEM II/A-V, B-V	20 N/mm ²
HA-25	CEM II/A-V, B-V	25 N/mm ²

En cada parte de la obra se utilizarán los tipos de hormigón indicados en el Proyecto o que dicke el Ingeniero Director, y en general, los siguientes:

En obras varias en masa Tipo HM-20

En obras varias armadas Tipo HA-25

4.13 DOSIFICACIÓN DE LOS HORMIGONES

Las dosificaciones serán las convenidas para lograr las resistencias establecidas.

Se dosificará el hormigón con arreglo a los métodos que se consideren oportunos respetando siempre las limitaciones siguientes:

- La cantidad mínima de cemento por metro cúbico de hormigón será la establecida en el Artículo 37.3.2º y en la tabla 37.3.2.a de la EHE-08.
 - La cantidad máxima de cemento por metro cúbico de hormigón será de 500 kg. En casos excepcionales, previa justificación experimental y

autorización expresa de la Dirección de Obra, se podrá superar dicho límite.

- No se utilizará una relación agua/cemento mayor que la máxima establecida en el Artículo 37.3.2 y en la tabla 37.3.2.a de la EHE-08.

En lo que respecta a la ejecución de la dosificación del hormigón, será de obligado cumplimiento todo lo prescrito en el Artículo 71.3.2 de la EHE-08.

Previamente a la colocación en obra de todo tipo de hormigón, el Contratista deberá someter a la aprobación del Ingeniero Director las dosificaciones que se proponga emplear. Dicha propuesta la hará el Contratista sobre la base de un estudio experimental de dosificaciones sobre hormigones de prueba que, en cuanto a ensayos, deberá cumplir las siguientes condiciones:

Los hormigones de prueba serán fabricados con áridos de la misma procedencia y sometidos a los mismos tratamientos que los hormigones de obra.

Los hormigones de prueba serán fabricados utilizando el mismo tipo de instalaciones de preparación de áridos y de fabricación que se empleen en obra.

En la determinación de resistencia a compresión simple de los hormigones de prueba será preceptivo el ensayo sistemático a los siete días y el determinante de la resistencia característica a los veintiocho días, la cual deberá ser como mínimo del ciento diez por ciento de las especificadas en el apartado precedente, para que dicho ensayo se considere satisfactorio. La resistencia del hormigón se comprobará mediante ensayos de resistencia a compresión efectuados sobre probetas fabricadas y curadas según UNE-EN 12390-2:2020, Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia. La determinación de la resistencia a compresión se efectuará según UNE-EN 12390-3:2020, Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas. Será de aplicación todo lo prescrito en el Artículo 86.3.2 de la EHE-08.

Aprobada la propuesta de dosificaciones que, además de la cantidad de cada componente, especificarán para cada tipo de hormigón la consistencia según un índice normalizado aprobado por el Ingeniero Director se aplicarán a obra, necesariamente por peso de cada componente y habida cuenta de las variaciones de humedad de los áridos.

Las dosificaciones, en el transcurso de la ejecución de las obras, serán ajustadas a propuesta del Contratista y previa aprobación del Ingeniero Director, según lo fuera exigiendo el sistema de control que éste dispusiera con arreglo al apartado siguiente.

Las pesadas para la dosificación en obra serán hechas con precisión dentro de las siguientes tolerancias:

- Peso del cemento: 2 %
- Peso de cualquier clase granulométrica de áridos: 2 %
- Peso del agua: 1 %

El Contratista suministrará, instalará, operará y mantendrá los equipos para dosificación del hormigón de acuerdo con estas especificaciones, incluyendo los equipos necesarios para controlar adecuadamente la cantidad de cada uno de los componentes de cada amasada.

La cantidad de cemento, arena y de los diferentes tipos de árido grueso que entran en cada amasada será controlada por pesaje y la cantidad de agua se determinará por pesaje o volumen.

El equipo para pesaje del cemento será fácilmente ajustable para compensar las variaciones a introducir por cambios en el contenido de humedad de los áridos o por cambios en las proporciones de la mezcla. Estará provisto de escalas de medida con graduaciones, al menos, cada 2,5 kg para el cemento y cada 10 kg para los áridos.

El Contratista deberá suministrar el equipo necesario para comprobar la exactitud del equipo de dosificación. A no ser que el Ingeniero Director, requiera una mayor frecuencia, el Contratista comprobará al menos una vez al mes que el equipo de dosificación cumple con las tolerancias de peso admitidas. El Contratista hará los ajustes, reparaciones o sustituciones que sean necesarios para cumplir dichas tolerancias.

Para establecer la dosificación, el constructor deberá recurrir a ensayos previos en laboratorio, con objeto de conseguir que el hormigón resultante satisfaga las condiciones que se le exigen en los Artículos 31º y 37 de la EHE-08.

En lo relativo al control de la conformidad del hormigón será de aplicación todo lo recogido en el Artículo 86º de la EHE-08.

4.14 FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN

El cemento se dosificará en peso, utilizando básculas y escalas distintas de las utilizadas para los áridos. La tolerancia en peso de cemento será del $\pm 3\%$. (Artículo 71.3.2.2 EHE-08).

Los áridos se dosificarán en peso, teniendo en cuenta las correcciones por humedad. El árido deberá componerse de al menos dos fracciones granulométricas para tamaños máximos iguales

o inferiores a 20 mm, y de tres fracciones granulométricas para tamaños máximos mayores. Si se utiliza un árido total suministrado el fabricante del mismo deberá proporcionar la granulometría y tolerancias de fabricación del mismo. La tolerancia en peso de los áridos, tanto si se utilizan básculas distintas para cada fracción de árido, como si la dosificación se realiza acumulada, será del $\pm 3\%$. (Artículo 71.3.2.3 EHE-08).

El agua de amasado está constituida por la directamente añadida a la amasada, la procedente de la humedad de los áridos y, en su caso, la aportada por aditivos líquidos. El agua añadida directamente a la amasada se medirá por peso o volumen con una tolerancia del $\pm 1\%$. El agua total se determinará con una tolerancia del $\pm 3\%$ de la cantidad total prefijada. (Artículo 71.3.2.4 EHE-08)

Cuando se utilicen, las adiciones se dosificarán en peso, empleando básculas y escalas distintas de las utilizadas para los áridos. La tolerancia en peso de adiciones será del $\pm 3\%$. (Artículo 71.3.2.5 EHE-08).

Los aditivos pulverulentos deberán ser medidos en peso, y los aditivos en pasta o líquidos, en peso o en volumen. En ambos casos la tolerancia será del $\pm 5\%$ del peso o volumen requeridos. (Artículo 71.3.2.6 EHE-08).

La dosificación de obra se hará con la oportuna instalación dosificadora por pesada de todos los materiales, bajo la vigilancia de persona especializada y corrigiéndose la dosificación del agua con arreglo a las variaciones de humedad del árido.

En el caso de fallar la dosificadora ponderal el Ingeniero Director podrá autorizar la dosificación volumétrica de los áridos, siempre que se midan éstos en recipientes de doble altura que lado, y cuyos enrasos correspondan exactamente a los pesos de cada tipo de árido que ha de verterse en cada amasada. La dosificación del cemento se hará siempre por peso.

El amasado del hormigón se realizará mediante uno de los procedimientos siguientes:

- Totalmente en amasadora fija.
- Iniciado en amasadora fija y terminado en amasadora móvil, antes de su transporte.
- En amasadora móvil, antes de su transporte.

El periodo de batidos a la velocidad de régimen será en todo caso superior a un (1) minuto e inferior a tres (3), siempre que no se empleen hormigoneras de más de un (1) metro cúbico. En

caso de emplearse hormigoneras de mayor capacidad, la duración del amasado se prolongará hasta obtener la necesaria homogeneidad de acuerdo con los ensayos que se realicen al efecto.

No se mezclarán masas frescas, conglomeradas con tipos distintos de cemento. Antes de comenzar la fabricación de una mezcla con un tipo de conglomerante, deberán limpiarse las hormigoneras.

La compactación del hormigón se efectuará por vibración. La consistencia será fijada por el Director de la obra.

Tabla 64.Consistencia del hormigón

Consistencia	Tipo de compactación
Seca	Vibrado enérgico
Plástica	Vibrado normal
Blanda	Vibrado normal o picado
Fluida	Picado con barra

De acuerdo con las instrucciones EHE-08 los ensayos de control de los hormigones se realizarán a los siguientes niveles:

Tabla 65.Ensayos hormigón

Hormigón HM-20	Nivel normal
Hormigón HM-25	Nivel normal

El hormigón fabricado en central llevará las siguientes especificaciones:

- La consistencia
- El tamaño máximo del árido
- El tipo de ambiente al que va a estar expuesto el hormigón
- La resistencia característica a compresión.
- El contenido de cemento (kg/m³)
- La indicación de si el hormigón va a ser usado en masa, armado o pretensado.

En todo lo referente a designación se seguirá lo descrito en el Artículo 71.3.4 de la EHE-08.

4.15 TRANSPORTE Y SUMINISTRO DEL HORMIGÓN

Todo lo referente a transporte y suministro del hormigón se efectuará conforme al Artículo 71.4 de la EHE-08.

El transporte desde las hormigoneras a los puntos de puesta en obra se realizará de la manera más rápida posible, empleando métodos que impidan toda segregación, exudación, evaporación de agua o intrusión de cuerpos extraños en la mezcla, de manera que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua del amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media, salvo que se utilicen aditivos retardadores de fraguado. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior.

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 $2/3$ del volumen total del tambor.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido.

El transporte podrá realizarse en amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

Desde las instalaciones de fabricación de hormigón el transporte del hormigón podrá realizarse en camiones provistos o no de elementos de agitación. En el primer caso, la velocidad de agitación estará comprendida entre dos y seis revoluciones por minuto. Si se emplearan camiones desprovistos de agitadores, será preceptivo el empleo de cubas sin aristas vivas y el tiempo máximo permitido entre carga y descarga se establecerá por el Ingeniero Director a la vista de las pruebas pertinentes.

En ningún caso se permitirá la puesta en obra de hormigones que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación, así como tampoco adición de agua o de cualquier otro producto durante el transporte.

Cada carga de hormigón fabricado en central irá acompañada de una hoja de suministro (albarán) que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo los siguientes datos:

- Identificación del suministrador.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Nombre de la central de fabricación del hormigón.
- Identificación del peticionario.
- Fecha y hora de elaboración en planta, siendo no válidos los datos manuscritos.
- Fecha y hora de entrega.
- Cantidad de hormigón suministrado.
- Designación del hormigón T-R/C/TM/A. Siendo: T= HM, HA o HP, R= resistencia en N/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

El suministrador de hormigón aportará al final del suministro un certificado final de suministro, en el que se recogerán la totalidad de los materiales suministrados conforme el modelo del anejo nº 21 de la EHE-08.

4.16 PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN

La puesta en obra del hormigón se realizará siguiendo las prescripciones del Artículo 71.5 de la EHE-08.

El hormigón no podrá ser colocado en obra antes de que todos los encofrados, la preparación de las superficies de fundación, las armaduras elaboradas y todas las partes que deben quedar embebidas en el hormigón hayan sido aprobadas por el Ingeniero Director.

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

El hormigón será colocado, normalmente, en capas horizontales que deberán ser mantenidas al mismo nivel. Se deberá evitar que el hormigón deslice hacia abajo, a lo largo de superficies inclinadas, directamente hasta su posición final. En el vertido y colocación se evitará la disgregación de la mezcla.

El hormigón en obra será descargado verticalmente sin tocar el encofrado. Entre el punto de descarga y su posición final, no será dejado caer desde alturas libres superiores a 2 metros salvo aprobación por la Dirección Facultativa. Las cintas transportadoras de otros sistemas de descarga y colocación del hormigón deberán estar diseñadas de manera que no se produzca segregación o pérdidas de mortero y deberán estar provistas, al final, de un tramo cónico vertical o de otro medio de manera que, al final, se produzca la descarga vertical del hormigón.

En caso de utilizar bomba de hormigón en la colocación de éste, la extremidad del tubo de alimentación deberá ser mantenida sumergida en el hormigón durante el proceso de colocación con el fin de ayudar a su compactación.

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

Inmediatamente antes de la colocación del hormigón, todas las superficies de fundación sobre las que se colocará el hormigón estarán libres de agua, lodo o material objeccionable. Si las superficies sobre las que se colocará el hormigón pudiesen absorber humedad, deberán ser humedecidas de manera que se impida la absorción del agua de composición del hormigón.

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

La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante procedimientos adecuados a la consistencia de las mezclas de forma que se eliminen los huecos y se efectúe un correcto cerrado de la masa sin que llegue a producirse segregación. La compactación se prolongará hasta que el aire salga a la superficie. Cuando se utilicen vibradores de superficie el espesor de la capa después de compactada no será mayor de 20 cm.

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

Se definen como juntas de construcción en el hormigonado las superficies de hormigón sobre o contra las que el hormigón ha de ser colocado, a las que el nuevo hormigón debe adherirse y que han alcanzado un grado de dureza tal que el nuevo hormigón no puede incorporarse íntegramente al colocado previamente.

Las superficies de las juntas de construcción deberán estar limpias, rugosas y secas en el momento de ser cubiertas por el hormigón fresco. La limpieza consistirá en la retirada de toda lechada, hormigón suelto, o defectuoso, arena, productos de curado u otras sustancias extrañas. Las superficies de todas las juntas de construcción serán lavadas con chorro de arena o con chorro de agua y aire y serán secadas con anterioridad a la colocación del nuevo hormigón. El secado de la superficie podrá ser hecho mediante chorro de aire. El procedimiento de limpieza utilizado no deberá producir alteraciones apreciables en la adherencia entre la pasta y el árido grueso. Se prohíbe el empleo de productos corrosivos en la limpieza de juntas.

Se prohíbe hormigonar directamente sobre superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas. Deberán eliminarse previamente las partes dañadas por el hielo.

Las superficies de las juntas de dilatación estarán limpias y libres de material extraño, lechada o concreciones de hormigón y serán protegidas por medio de una capa de un producto para curado que cumpla las especificaciones que se han dado anteriormente. Se mantendrá una atención especial para no poner en contacto estos productos con las juntas premoldeadas.

Las superficies de todo material duro, sobre o contra el que habrá que colocar hormigón, estarán limpias y excepto en aquellos casos en los que las filtraciones hagan imposible el secado de la superficie, serán humedecidas y llevadas después a una condición de superficie seca. Las superficies que puedan absorber agua y que sean horizontales o casi horizontales serán cubiertas con una capa de mortero de cemento de, aproximadamente, un centímetro de espesor, antes de proceder a la colocación del hormigón. El mortero tendrá las mismas proporciones de agua, aireante, cemento y arena que el del hormigón, a no ser que el Ingeniero Director especifique otras dosificaciones. La relación agua-cemento del mortero no será mayor que la del hormigón y su consistencia será adecuada para permitir su colocación. El mortero será extendido y trabajado de modo que se introduzca en todas las irregularidades. El hormigón será colocado inmediatamente después, sobre el mortero todavía fresco.

Esta capa de mortero no se colocará sobre las juntas de contracción. En estos casos se empezará con una mezcla de árido de dos centímetros, una relación agua-cemento de 0,47, en peso y un "slump" máximo de 10 cm. Esta mezcla será extendida con un espesor entre tres y siete centímetros.

El reamasado del hormigón no será permitido. Cualquier hormigón cuya adecuada colocación no pueda ser asegurada debido a su endurecimiento, será rechazado.

El hormigón se depositará en todos los casos tan cerca como sea posible de su posición final. Se emplearán métodos y equipos de manera que no se produzca segregación del agregado grueso. En el caso de que se produzca separación de la masa de hormigón de grupos de

partículas de agregado grueso estas serán dispersadas antes de que el hormigón sea vibrado. Se permitirá la utilización del vibrador para introducir en la masa del hormigón algunas piezas individuales de árido grueso que se hayan segregado.

Cuando la colocación del hormigón se termine con juntas inclinadas, el Contratista consolidará el hormigón en tales juntas de tal manera que consiga una superficie razonablemente uniforme y estable.

Los hormigones serán colocados en capas continuas aproximadamente horizontales cuyo espesor no estará entre 30 y 60 centímetros. En cualquier caso, el Ingeniero Director podrá exigir espesores menores si, a su juicio, el hormigón no puede ser colocado en un espesor de 30 centímetros con una consolidación adecuada.

Todas las intersecciones de juntas de construcción con las superficies vistas de hormigón serán hechas rectas y verticales u horizontales.

Para la colocación de hormigones no encofrados con pendientes que hagan impracticable la vibración del hormigón, este será colocado con ayuda de un reglón deslizante de, por lo menos, 75 centímetros de ancho. El hormigón será consolidado mediante vibradores internos con objeto de asegurar el relleno completo bajo el encofrado deslizante.

El hormigón será consolidado hasta la máxima densidad posible, sin que se formen bolsas de agregados gruesos y de manera que se ajuste perfectamente a las superficies de los encofrados o de los materiales embebidos. La consolidación de los hormigones en estructuras se hará por medio de vibradores internos, eléctricos o neumáticos. Para los vibradores de tipo interno la velocidad no será inferior a 7.000 revoluciones por minuto.

Al compactar una tongada de hormigón, el vibrador se mantendrá en posición casi vertical y será sumergido hasta volver a vibrar la parte superior de la tongada subyacente. Cada tongada de hormigón no será colocada hasta que las anteriores no hayan sido completamente consolidadas. El proceso de compactación debe prolongarse junto a los fondos y paramentos de los encofrados y especialmente en los vértices y aristas sin que el vibrador llegue a entrar en contacto con ellos, hasta eliminar todas las posibles coqueras.

4.17 TEMPERATURA DEL HORMIGONADO

La puesta en obra del hormigón en condiciones climáticas especiales se regirá por las prescripciones del Artículo 71.5.3.

El hormigón no podrá ser puesto en contacto con la tierra o el encofrado helados ni con la nieve, el hielo o la escarcha que recubran la tierra, el encofrado o las armaduras. El hormigón no podrá ser fabricado tampoco con materiales helados.

El hormigonado podrá hacerse bajo condiciones climatológicas frías siempre que se adopten las precauciones necesarias que aseguren que la temperatura de masa del hormigón en el momento de verterla en el molde o encofrado no sea inferior a 5°C.

Se prohíbe verter hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a 0°C.

Se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

Si es necesario hormigonar en tiempo de heladas, se tomarán las medidas para garantizar que durante el fraguado y primer endurecimiento no se producen deterioros locales en los elementos correspondientes ni mermas apreciables en las características resistentes del material.

El empleo de aditivos aceleradores de fraguado o aceleradores de endurecimiento o de cualquier producto anticongelante específico para el hormigón, requerirá una autorización expresa de la Dirección Facultativa.

Se entiende por tiempo frío el período durante el cual existe durante más de tres días, las siguientes condiciones:

- La temperatura media diaria del aire es inferior a 5°C.
- La temperatura del aire no supera los 10°C durante más de la mitad del día.

Previamente al comienzo del hormigonado con condiciones climatológicas frías, el Contratista deberá obtener la aprobación, del Ingeniero Director, de las precauciones que propone emplear contra los efectos de las bajas temperaturas.

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón y para reducir la temperatura de la masa. Los materiales constituyentes del hormigón y los encofrados o moldes destinados a recibirlo deberán estar protegidos del soleamiento.

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

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

Se entiende por tiempo caluroso aquel en que se produzca cualquier combinación de altas temperaturas, baja humedad relativa y alta velocidad del viento que tiendan a empeorar la calidad del hormigón o que puedan conferir propiedades no deseadas.

Se asegurará que la temperatura del hormigón en el momento de vertido sea inferior a 35°C en el caso de estructuras normales, y menor que 15°C en el caso de grandes masas de hormigón.

Se tomarán medidas especiales para evitar retracciones plásticas cuando la evaporación superficial sea superior a 1 kg/m²/h, lo que puede producirse cuando se den las siguientes condiciones:

Tabla 66. Condiciones especiales

Temperatura atmosférica (°C)	Velocidad del viento (km/h)	Humedad relativa (%)
40	10	≤35
	25	≤45
	40	≤55
35	25	≤25
	40	≤35

Si, a juicio del Ingeniero Director, las condiciones climatológicas son tales que la temperatura del hormigón pudiera sobrepasar dicho límite, podrá exigir la suspensión del hormigonado a no ser que el Contratista adopte medios efectivos de enfriamiento, sujetos a la aprobación del Ingeniero Director, tales como:

- Enfriar el agua de amasado o reemplazar una parte del agua por hielo, el cual deberá quedar completamente fundido al final del amasado.
- Regar con agua fría los depósitos de áridos. El Contratista deberá tener en cuenta en este caso las variaciones de humedad que dicho riego supone a efectos de modificar la cantidad de agua a añadir durante la fabricación del hormigón.
- Hormigonar, durante la noche.
- Mojar y proteger del sol el exterior del encofrado.

4.18 CURADO DEL HORMIGÓN

El curado de las obras de hormigón se hará de acuerdo con las especificaciones del Artículo 71.6º de la EHE-08. El Contratista suministrará todos los materiales para el curado de los hormigones.

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

Los principales métodos para el curado del hormigón son los siguientes:

- Protección con láminas de plástico.
- Protección con materiales humedecidos (arena, paja...).
- Riego con agua.
- Aplicación de productos de curado que formen membranas de protección.

Estos métodos pueden usarse separadamente o en combinación. Los métodos en los que se añade agua producen una estructura de poros más densa que los métodos que sólo impiden la desecación del hormigón.

El agua a aportar en el riego tendrá las calidades exigidas en el Artículo 27º.

Los métodos que impiden la desecación del hormigón no contendrán propiedades nocivas para el hormigón.

Para la estimación de la duración del tiempo de curado se emplearán las tablas e indicaciones del Artículo 71.6 de la EHE-08.

Las juntas de construcción podrán ser curadas por cualquiera de los métodos indicados.

Si se utiliza un producto de curado, este será completamente removido antes de colocar el hormigón sobre o contra las juntas de construcción.

Las superficies horizontales no encofradas serán humedecidas mediante la utilización de un material saturado de agua o por cualquier otro medio efectivo aprobado por el Ingeniero Director y colocado sobre ellas tan pronto como el hormigón haya endurecido lo suficiente para prevenir su daño por el agua. Estas superficies y las superficies encofradas serán mantenidas húmedas

completa y continuamente hasta que se proceda a retirar los encofrados, procurando introducir el agua entre la superficie del hormigón y el encofrado. Después del desencofrado el curado del hormigón se continuará en la forma especificada en los apartados siguientes:

Curado del hormigón mediante agua

El curado del hormigón con agua se hará manteniendo húmeda la superficie del hormigón hasta, al menos 14 días después de hormigonado excepto en el caso de que sea necesario colocar un nuevo hormigón sobre o contra la superficie de hormigón en proceso de curado, en cuyo caso dicho proceso será interrumpido inmediatamente antes de colocar el nuevo hormigón.

El periodo de curado del hormigón especificado podrá ser reducido a seis días en el caso de que la temperatura media diaria en la zona sea menor de 5 grados centígrados. Cuando existan riesgos de heladas, el proceso de curado será interrumpido.

La superficie de hormigón será mantenida húmeda cubriéndola con un material saturado de agua, mediante el empleo de un sistema de tuberías perforadas, aspersores o cualquier otro método mediante el cual se mantengan húmedas las superficies de hormigón de una manera continua y no sólo periódica.

Curado del hormigón mediante un producto de curado

El curado por este método consistirá en la aplicación de una película sobre la superficie de hormigón que impida la evaporación del agua de composición del hormigón. El producto a emplear por el curado por este método será un producto comercial de calidad aprobada por el Ingeniero Director, que, una vez extendido, produzca una película continua de calidad y consistencia uniforme y de color blanco.

El producto de curado será extendido de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. La cantidad a emplear no será inferior a un litro por cada 3,5 m² para superficies lisas; para superficies rugosas, la cantidad a emplear por metro cuadrado se aumentará de manera que se consiga una membrana de espesor mínimo equivalente al requerido para superficies lisas.

La reparación de todas las imperfecciones en las superficies de hormigón no se hará hasta después de extendido el producto de curado. Después de que la membrana adquiera una consistencia seca, se harán las reparaciones en el hormigón y una vez terminadas estas se humedecerán y se extenderá la membrana de curado sobre ellas.

El equipo y los métodos para aplicación de la membrana para curado estarán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del producto de curado y será aprobado por el Ingeniero Director. El Contratista deberá preservar la membrana de daños producidos por el tráfico u otras

causas hasta 28 días después de su extensión. En el caso de que no sea posible evitar el tráfico sobre las superficies dentro de dicho periodo, la membrana se protegerá mediante una capa de arena de, al menos, 3 centímetros de espesor u otro método aprobado por el Ingeniero Director. Cualquier área de la membrana dañada dentro de los 28 días especificados será reparada inmediatamente de una manera aprobada por el Ingeniero Director.

4.19 TOLERANCIAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE HORMIGONES

Las desviaciones permitidas de las secciones de hormigón con respecto a las alineaciones, rasantes, cotas, planos o dimensiones mostradas en los planos o especificadas por el Ingeniero Director son definidas como "tolerancias" y deben ser diferenciadas de las irregularidades en la terminación de los hormigones.

Las irregularidades en la superficie de los hormigones se clasifican en "abruptas" y "graduales". Los salientes o resaltos originados por desplazamientos de los encofrados o por defectos de los encofrados serán consideradas como irregularidades abruptas. Las restantes irregularidades serán consideradas como graduales y serán comprobadas mediante una regla con una de sus aristas con la forma correspondiente a las superficies a comprobar. La longitud de la regla será de 1,50 metros para la comprobación de las superficies encofradas y de 3 metros para la comprobación de las superficies no encofradas.

La ejecución del encofrado y del hormigonado deberá ser tal que el hormigón no requiera normalmente ningún tipo de acabado adicional para dejar las superficies perfectamente compactas, lisas y sin irregularidades.

Cuando una tolerancia determinada no figure en estas especificaciones, las desviaciones permisibles deberán ser interpretadas conforme a los valores dados en este articulado para obras similares.

El Contratista será responsable del replanteo, instalación y mantenimiento de los encofrados en las condiciones y con la exactitud necesaria para asegurar que la determinación de las obras de hormigón esté de acuerdo con las tolerancias especificadas. Las obras que no cumplan estas condiciones serán reparadas o removidas y reemplazadas por el Contratista a su costa y a satisfacción del Ingeniero Director.

Las tolerancias admisibles en estructuras serán las siguientes:

- Variaciones con respecto a las alineaciones establecidas: 12,5 milímetros.
- Variaciones con respecto a las rasantes establecidas: 12,5 milímetros.

- Variaciones con respecto a la vertical o a las inclinaciones establecidas en cualquier punto:

1. En superficie vistas y medidas sobre una longitud de 3 metros: 12,5 milímetros
2. En superficie no vistas y medidas sobre una longitud de 3 metros: 25 milímetros

Las tolerancias en las armaduras de los hormigones serán las siguientes:

- Variación en el espesor del recubrimiento con respecto a los establecidos, excepto losas de pasos superiores:
8. Para espesores menores de veinte centímetros: 5 milímetros.
 9. Para espesores entre veinte y cuarenta centímetros: 10 milímetros.
 10. Para espesores mayores de cuarenta centímetros: 15 milímetros.
- Variaciones con respecto a la separación.

No se admitirán variaciones en menos para el número de redondos por metro lineal o para la cuantía de armaduras por m³ de armaduras.

4.20 CONTROL DEL HORMIGÓN

La conformidad de un hormigón con lo establecido en el proyecto se comprobará durante su recepción en obra, e incluirá su comportamiento en relación a:

- La docilidad
- La resistencia
- La durabilidad

Todo el control del hormigón se efectuará conforme al Artículo 86º de la EHE-08.

La toma de muestras se efectuará conforme a la UNE-EN 12350-1:2020, Ensayos de hormigón fresco. Parte 1: Toma de muestras y aparatos comunes, pudiendo estar presente la Dirección Facultativa, el Constructor y el Suministrador o sus representantes.

La toma de muestras se efectuará en el punto de vertido del hormigón, a la salida de éste del correspondiente elemento de transporte y entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{4}$ de la descarga.

El representante del laboratorio levantará un acta, suscrita por todos los representantes y cuyo contenido se recoge en el Anejo nº 21 de la EHE-08.

Las comprobaciones de las especificaciones para el hormigón endurecido se llevarán a cabo mediante ensayos realizados a la edad de 28 días.

Cualquier característica medible de una amasada, vendrá expresada por el valor medio de un número de determinaciones igual o superior a dos.

4.20.1 Ensayos de docilidad del hormigón

La docilidad del hormigón se comprobará mediante la determinación de la consistencia del hormigón fresco por el método de asentamiento según UNE-EN 12350-2:2020, Ensayos de hormigón fresco. Parte 2: Ensayo de asentamiento.

El control de la conformidad de la docilidad del hormigón durante el suministro queda definido en el Artículo 86.5.2 de la EHE-08.

La realización de los ensayos será conforme al Artículo 86.5.2.1 de la EHE-08.

Se considerará conforme cuando los valores obtenidos de los ensayos se encuentren en estos límites:

Tolerancias para la consistencia del hormigón		
Consistencia definida por su tipo		
Tipo de 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
Consistencia definida por su asiento		
Asiento en cm	Tolerancia en cm	Intervalo resultante
Entre 0 - 2	±1	A ± 1
Entre 3 - 7	±2	A ± 2
Entre 8 - 12	±3	A ± 3
Entre 13 - 18	±3	A ± 3

Ilustración 11. Tolerancia para la consistencia del hormigón

El criterio de aceptación será que la media aritmética de los dos valores esté comprendido dentro del intervalo resultante.

4.20.2 Ensayos de resistencia del hormigón

La resistencia del hormigón se comprobará mediante ensayos de resistencia a compresión efectuados sobre probetas fabricadas y curadas según UNE-EN 12390-2:2020, Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia.

La determinación de la resistencia a compresión se efectuará según UNE-EN 12390-3:2020, Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas.

Los ensayos de comprobación del hormigón serán realizados sobre probetas cilíndricas de 15 x 30 cm, de hormigón endurecido, para cada tipo de hormigón los cilindros de ensayo deberán ser fabricados por el Contratista cuando la Dirección Facultativa lo ordene.

Los ensayos de resistencia del hormigón se realizarán conforme al Artículo 86.3.2 de la EHE-08.

Los criterios de aceptación para la resistencia del hormigón serán los recogidos en el Artículo 86.5.3º de la EHE-08, y el control estadístico de la resistencia del hormigón durante el suministro será acorde al Artículo 86.5.4 de la EHE-08.

El tamaño máximo de los lotes de control de la resistencia para hormigones sin distintivo de calidad oficialmente reconocido será:

Limite superior	TIPO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES		
	Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a compresión (pilares, pilas, muros portantes, pilotes, etc.)	Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a flexión (vigas, forjados de hormigón, tableros de puente, marcos de contención, etc.)	Macizos (zapatas, estribos de puente, bloques, etc.)
Volumen de hormigón	100 m ³	100 m ³	100 m ³
Tiempo de hormigonado	2 semanas	2 semanas	1 semana
Superficie construida	500 m ²	1.000 m ²	—
Número de plantas	2	2	—

Ilustración 12. Tipo de elementos estructurales

El número de lotes no será inferior a 3.

La conformidad del lote en relación con la resistencia se comprobará a partir de los valores medios de los resultados obtenidos sobre dos probetas tomadas para cada una de las N amasadas controladas, de acuerdo con el Artículo 86.5.4.2.

Los criterios de aceptación o rechazo de la resistencia del hormigón quedan definidos en el Artículo 86.5.4.3 de la EHE-08.

4.20.3 Ensayos de penetración de agua en el hormigón

La comprobación de la profundidad de penetración de agua bajo presión en el hormigón, se ensayará según UNE-EN 12390-8:2020, Ensayos de hormigón endurecido. Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión. Antes de iniciar el ensayo, se someterá a las probetas a un período de secado previo de 72 horas en una estufa de tiro forzado a una temperatura de $50\pm 5^{\circ}\text{C}$.

El Contratista deberá llevar un registro de todos los resultados de los ensayos de hormigón y deberá relacionar estos resultados a las partes de las obras o las que representan. El Contratista facilitará al Ingeniero Director el acceso inmediato a todos los registros en el momento en que éste lo solicite.

4.21 JUNTAS DE HORMIGONADO

Las juntas se construirán donde se indica en los planos o allí donde lo aprobase expresamente el Ingeniero Director.

Las juntas de construcción y dilatación se colocarán en puntos previamente estudiados coincidentes con el final de la jornada de trabajo o tajo, acabando el recubrimiento en un plano vertical. Al comenzar a hormigonar de nuevo la superficie del hormigón endurecido se preparará limpiándola con agua y aire, picándola si fuese preciso y cubriéndola luego a brocha con una capa delgada de lechada de cemento inmediatamente antes de proceder al hormigonado. A continuación, y en su parte inferior se colocará una plancha de poliestireno o similar. Una vez dejado endurecer el hormigón se procederá al sellado de la junta limpiándola mediante aire a presión y dándole una mano de pintura asfáltica.

El Contratista adoptará las precauciones necesarias para proteger las juntas durante la ejecución de las obras y reparará, a su costa, las juntas que resulten dañadas o en las que se compruebe que no proporcionan la impermeabilidad necesaria. Las juntas serán protegidas de aceites, grasas o de productos de curado del hormigón.

En las juntas indicadas en los planos o en la que lo ordene el Ingeniero Director, se colocará un elemento separador entre hormigones formado por esponja de caucho. La carga necesaria para comprimir una muestra de este material al 50% de espesor deberá estar comprendida entre 3 y 10 Kg/cm². La esponja de caucho se almacenará preferiblemente a menos de 20°C de temperatura.

4.22 PINTURAS ANTICORROSIVAS Y GALVANIZADO

Se aplicará pintura anticorrosiva a los elementos metálicos de estructuras, carpintería metálica, tuberías metálicas, piezas especiales como codos, reducciones, etc.

La protección anticorrosiva en elementos que no sean tuberías consistirá en una preparación de la superficie metálica, una capa de imprimación anticorrosiva a base de silicato de zinc con un espesor no inferior a 50 µ y una capa de pintura de esmalte.

Para la capa intermedia y de acabado se dispondrá una pintura a base de un esmalte epoxy sintético brillante con un rendimiento de 10 m²/l. La Dirección facultativa seleccionará el color a aplicar.

A las piezas procedentes de taller de calderería y tuberías de acero se les podrá exigir el siguiente proceso:

- Chorreado de superficies hasta conseguir una rugosidad SA 2 ½ según norma UNE- EN ISO 8501-1:2008, Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte 1: Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados después de eliminar totalmente los recubrimientos anteriores. (ISO 8501-1:2007).
- Calentamiento de las piezas en el horno a 200°C de Temperatura.
- Recubrimiento de POLVO EPOXI de 200 micras.
- Polimerizado Instantáneo del Epoxy.

El control del granallado se realizará según norma UNE- EN ISO 8501-1:2008, Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte 1: Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados después de eliminar totalmente los recubrimientos anteriores. (ISO 8501-1:2007).

El control del espesor de pintura se efectuará según la norma UNE-EN-ISO 2808:2020, Pinturas y barnices. Determinación del espesor de película. (ISO 2808:2019).

También se efectuará un ensayo de adherencia de la pintura según norma UNE-EN-ISO 2409:2021, Pinturas y barnices. Ensayo de corte por enrejado. (ISO 2409:2020).

Las demás superficies se limpiarán de óxido de calamina no adherente, mediante picado y rascado de las mismas, y, si fuera preciso, mediante chorro de arena.

Todas las superficies a las cuales se les haya dado una primera capa de pintura serán cuidadosamente rascadas con cepillo.

Para eliminar el polvo y residuos producidos por el rascado con cepillo metálico, se utilizarán brochas o cepillos de material vegetal o similar, o eliminadores de aire comprimido.

En el caso en que el cepillado resulte insuficiente para la obtención de una superficie satisfactoria, podrá ser ordenado por el Ingeniero Director cualquier otro procedimiento de preparación de superficies a pintar: chorro de material abrasivo, limpieza con soplete o lámparas de soldadura, etc.

Antes de aplicar la pintura, bien en taller o en obra, se dará cuenta a la Dirección de Obra con tiempo suficiente para que ésta pueda comprobar el estado de limpieza de las chapas y de las superficies a pintar.

Salvo indicación contraria, la pintura se aplicará exclusivamente con brocha o pincel.

La aplicación de capas sucesivas se efectuará teniendo en consideración el tiempo de secado y endurecimiento de cada una de ellas, y no se dará en ninguno de los casos, una capa de pintura sobre otra que no está perfectamente seca.

No se pintará sobre una superficie húmeda, ni se aplicará pintura a la intemperie en tiempo lluvioso o brumoso.

La galvanización de los elementos que lo precisen se hará en caliente por inmersión y en continuo por el procedimiento de Sendzimir y del peso del recubrimiento de zinc se podrá exigir un valor medio superior a 610,3 g/m², acabado normal en estrella.

4.23 ENCOFRADOS Y MOLDES

En todo lo referente a la ejecución de encofrados y moldes, se seguirán las prescripciones recogidas en el Artículo 68.3º de la EHE-08.

El Contratista suministrará e instalará todos los encofrados necesarios para confinar y dar forma al hormigón de acuerdo con las líneas mostradas en los planos o establecidas por el Ingeniero Director. Todos los encofrados a emplear en las obras y los procedimientos de colocación deberán ser aprobados por el Ingeniero Director. El Contratista presentará los planos de detalle y métodos de soporte, con anterioridad a su construcción. La aprobación de los encofrados por el Ingeniero Director no eximirá al Constructor de su responsabilidad con respecto a la seguridad y calidad de los encofrados.

Los encofrados deberán ser lo suficientemente robustos para soportar las cargas producidas por la colocación y vibración del hormigón. El sistema de soporte y los propios encofrados deberán permanecer, rígidamente en sus posiciones hasta que el hormigón haya endurecido suficientemente para sostenerse por sí mismo. Los encofrados deberán ser lo suficientemente herméticos para impedir pérdidas de lechada.

A menos, que se especifique lo contrario, se colocarán biseles de dos por dos centímetros en las esquinas de todos los encofrados con el fin de obtener bordes biselados en las superficies expuestas permanentemente.

En los encofrados susceptibles de movimiento durante la ejecución, como los encofrados deslizantes, la dirección Facultativa podrá exigir que el Constructor realice una prueba en obra sobre un prototipo que permita evaluar el comportamiento durante la fase de ejecución.

Los límites de tolerancia que se han impuesto para los hormigones anteriormente, no constituyen tolerancias para los propios encofrados. Dichos límites se establecen únicamente para tener en cuenta errores inadvertidos. Se prohibirá la utilización de procedimientos que, a juicio del Ingeniero Director, produzca irregularidades, aunque estos se encuentren dentro de las tolerancias admitidas.

Cuando los encofrados sean de madera deberán humedecerse previamente para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón. Las piezas de madera se dispondrán de manera que se permita su libre entumecimiento, sin peligro de que se originen esfuerzos anormales.

Cuando la luz de un elemento sobrepase los 6 m, si el sistema de encofrado lo admite, se recomienda disponer los encofrados o moldes de manera que, una vez retirados y cargada la pieza, ésta presente una ligera contraflecha (del orden de 1/1000 L).

Cuando se utilicen elementos metálicos embebidos en el hormigón para sostener los encofrados, estos deberán estar localizados a una distancia no menor de 5 cm de cualquier superficie expuesta al agua y de 2 cm en caso contrario. Los huecos que dejen los sujetadores de los encofrados a estos elementos metálicos deberán ser regulares y estar regularmente separados.

Las clases de terminación de las superficies encofradas se designan con los símbolos F1, F2, F3.

La terminación F1 se aplicará a superficies encofradas que quedarán cubiertas con material de relleno u otros hormigones. Estas superficies no requerirán ningún tipo de tratamiento después del desencofrado excepto para reparación del hormigón defectuoso y el relleno de huecos producidos al retirar los elementos de sujeción del encofrado. La corrección de irregularidades en la superficie se hará solamente para depresiones y solo para aquellas que, cuando son medidas con la regla de 1,50 m. de longitud resultan ser mayores de 25 milímetros.

La terminación F2 se aplicará a aquellas superficies encofradas en contacto con el agua. Las irregularidades, medidas con la regla de 1,50 metros no serán mayores de 20 milímetros para irregularidades graduales. Sólo se permitirán las abruptas cuando sean menores de 5 milímetros y cuando, a juicio del Ingeniero Director, estas se produzcan de una manera esporádica.

La terminación F3 se aplicará a aquellas superficies encofradas no incluidas en los casos anteriores. Las irregularidades medidas tal como se ha descrito anteriormente no serán mayores de 5 milímetros para las irregularidades abruptas ni de 35 milímetros para las irregularidades graduales.

Limpieza de los encofrados

En el momento de la colocación de la mezcla, las superficies de los encofrados deberán estar libres de incrustaciones, de mortero, lechada o cualquier otro material extraño que pueda contaminar al hormigón o que pueda afectar al acabado de la superficie de hormigón. Antes de colocar el hormigón, las superficies de los tableros deberán cubrirse con una capa de aceite mineral o de un producto, aprobado por el Ingeniero Director, que evite la adherencia con el hormigón pero que no manche la superficie de este. Se evitará el contacto del producto con las armaduras de los hormigones o sobre estos mismos cuando vayan a estar en contacto con una nueva capa de hormigón.

El Contratista podrá utilizar los mismos encofrados si, después de cada uso, han sido reparados y limpiados de forma adecuada, a juicio del Ingeniero Director, para obtener los acabados especificados.

4.24 DESENCOFRADO, DESMOLDADO Y DESCIMBRADO

Se respetará todo lo indicado en los Artículos 73º y 74º de la EHE-08.

Los encofrados podrán retirarse parcialmente tan pronto como el hormigón haya endurecido lo suficiente para que no se produzcan daños superficiales al retirar los encofrados y haya adquirido la resistencia suficiente para sostener su propio peso y el de cualquier otra carga que pueda superponerse.

El Contratista deberá someter a la aprobación del Ingeniero Director, los lapsos de tiempo, procedimientos y secuencias para la retirada de los encofrados. Esta aprobación no exime al Contratista de la responsabilidad de reparar, a su costa, cualquier daño producido por la retirada del encofrado.

Se pondrá especial atención en retirar oportunamente todo elemento de encofrado o molde que pueda impedir el libre juego de las juntas de retracción, asiento o dilatación, así como de las articulaciones si las hay.

Se tendrá también en cuenta las condiciones ambientales y la necesidad de adoptar medidas de protección una vez que el encofrado o los moldes hayan sido retirados.

Los moldes, encofrados, apeos o cimbras se retirarán sin producir sacudidas ni choques en la estructura, recomendándose cuando los elementos sean de cierta importancia, el empleo de cuñas, cajas de arena, gatos u otros dispositivos análogos para lograr un descenso uniforme de los apoyos.

Las operaciones anteriores no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido durante y después del desencofrado, desmoldeo o descimbado.

Los plazos de desapuntado o descimbado indicados en el Artículo 74º de la EHE-08 solamente podrán modificarse si el Constructor redacta un plan acorde con los medios materiales disponibles, debidamente justificado y estableciendo los medios de control y seguridad apropiados. Todo ello lo someterá a la aprobación de la Dirección Facultativa.

4.25 PRODUCTOS DESENCOFRANTES

Previamente a su aplicación, el Constructor facilitará a la Dirección Facultativa un certificado, firmado por persona física que refleje las características del producto desencofrante que se pretende emplear, así como sus posibles efectos sobre el hormigón.

Se aplicarán en capas continuas y uniformes sobre la superficie interna del encofrado o molde, debiéndose verter el hormigón dentro del período de tiempo en el que el producto sea efectivo según el certificado referido.

4.26 ARMADURAS

Los procesos de elaboración, armado y montaje de las armaduras pasivas se regirán por todo lo indicado en el Artículo 69º de la EHE-08.

4.26.1 Despiece

Se prepararán unas planillas de despiece de armaduras de acuerdo con los planos de proyecto firmados por una persona física responsable del mismo en la instalación de la ferralla. Deberán reflejar la geometría y características específicas de cada una de las diferentes formas con indicación de la cantidad total de armaduras iguales a fabricar sí como la identificación de los elementos a los que están asignadas.

En ningún caso las formas de despiece podrán suponer una disminución de la sección de acero.

Debe evitarse el empleo simultáneo de aceros con diferente designación.

4.26.2 Enderezado

Cuando se utilicen productos de acero suministrados en rollo, deberá procederse a su enderezado al objeto de proporcionarle una alineación recta. Para ello se emplearán máquinas fabricadas específicamente para este propósito y que cumplan lo indicado en el Artículo 69.2.º de la EHE-08.

La máxima variación que se produzca para la deformación bajo carga máxima deberá ser inferior al 2,5%.

La variación de altura de corruga deberá ser inferior a 0,05 mm en el caso de diámetros inferiores a 20 mm.

4.26.3 Corte

Las barras, alambres y mallas empleados para la elaboración de las armaduras se cortarán ajustándose a los planos e instrucciones del Proyecto mediante procedimientos manuales (cizalla...) o maquinaria específica de corte automático.

El proceso de corte no deberá alterar las características geométricas o mecánicas de los productos de acero empleados.

4.26.4 Doblado

Las armaduras se doblarán ajustándose a los planos del proyecto. Como norma general, esta operación se realizará a temperatura ambiente mediante dobladoras mecánicas y a velocidad constante y con la ayuda de mandriles de modo que la curvatura sea constante, no admitiéndose ninguna excepción en el caso de aceros endurecidos por deformación en frío o sometidos a tratamientos térmicos especiales. Únicamente en el caso de acero ordinario, para barras de diámetro igual o superior a veinticinco milímetros se admitirá el doblado en caliente, sin alcanzar la temperatura del rojo cerezo claro (unos ochocientos grados centígrados) y dejando enfriar lentamente las barras calentadas.

El diámetro mínimo de los mandriles a emplear se detalla en la tabla 69.3.4 de la EHE-08. El control de calidad se realizará a nivel normal.

4.26.5 Armado de la ferralla

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de óxido no adherente, pintura, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial. Se dispondrá de acuerdo con las indicaciones de los planos, sujetas entre si y al encofrado de manera que no puedan experimentar movimientos durante el vertido y compactación del hormigón y permitan en este envolverlas sin dejar coqueas. En cualquier caso, el atado entre la armadura principal, la secundaria y los cercos será alternativo dejando por tanto solamente uno sin atar, entre cada dos cruces consecutivos.

Se respetarán meticulosamente las indicaciones de los planos relativas a distancia entre armaduras y entre éstas y los paramentos. En los casos no especificados o dudosos, se adoptarán los valores indicados al afecto en el Artículo 69.4º de la EHE-08.

4.26.6 Anclaje de la armadura

Los anclajes de las armaduras se ajustarán a las indicaciones de los planos. Cuando se utilicen ganchos, éstos tendrán un radio interior mínimo igual a dos veces y media el de la propia barra, en los aceros ordinarios, e igual a tres veces y media en los aceros de alta adherencia. Las patillas se doblarán con idénticos valores mínimos.

Los anclajes especificados en los planos o dudosamente definidos, se ejecutarán de acuerdo con las indicaciones contenidas en el Artículo 69.5º de la EHE-08.

4.26.7 Empalme de armaduras

Los empalmes entre barras deben diseñarse de manera que la transmisión de fuerzas de una barra a la siguiente quede asegurada sin que se produzcan desconchados o cualquier otro tipo de daño en el hormigón próximo a la zona de empalme.

En la medida de lo posible se evitarán los empalmes de barras. Si son necesarios, deberán indicarse en los planos de obra su posición y la forma en que deben ser ejecutados, sometiendo todo ello a la aprobación del Ingeniero Director.

Como norma general, los empalmes de las distintas barras de una pieza se distanciarán unos de otros de tal modo que sus centros queden separados en la dirección de las armaduras, una longitud igual a mayor a lb. La determinación de esta longitud queda explicada en el Artículo 69.5.2º de la EHE-08.

Los empalmes se realizarán por solape o por soldadura y se procurará que los empalmes queden alejados de las zonas en las que la armadura trabaje a su máxima carga.

4.27 ACABADOS DE SUPERFICIES

Será de aplicación todo lo prescrito en el Artículo 75º de la EHE-08.

4.27.1 Requisitos Generales

Tan pronto como se retiren los encofrados, todas las zonas defectuosas serán sometidas al visado Ingeniero o Director de obra, prohibiéndose taparlas antes de este requisito.

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

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

En general para el recubrimiento o relleno de las cabezas de anclaje, orificios, entalladuras, cajetines, etc, que deba efectuarse una vez terminadas las piezas, se utilizarán morteros fabricados con masas análogas a las empleadas en el hormigonado de dichas piezas, pero

retirando de ellas los áridos de tamaño superior a 4 mm. Todas las superficies de mortero se acabarán de forma adecuada.

Los bordes de los cortes serán perpendiculares a la superficie del hormigón. Todas las zonas a resanar y como mínimo 15 cm de la superficie circundante se saturarán de agua antes de colocar el mortero. El mortero se mezclará, aproximadamente una hora antes de su vertido y se mezclará ocasionalmente, durante ese tiempo, a paleta sin añadir agua. Se compactará "In situ" y se enrasará hasta que quede ligeramente sobre la superficie circundante. El resanado en superficies vistas se acabará de acuerdo con las superficies adyacentes después que haya fraguado durante una hora como mínimo. Los resonados se curarán en la forma indicada para el hormigón. Los agujeros que se prolonguen a través del hormigón se rellenarán por medio de una pistola de inyección o por otro sistema adecuado desde la cara no vista. El exceso de mortero en la cara vista se quitará con un paño.

4.27.2 Acabado Normal

Todas las superficies del hormigón vistas llevarán un acabado Normal, excepto cuando se exija en los planos o en el Pliego de Condiciones un acabado especial.

- Superficies contra los encofrados: Además del resanado de las zonas defectuosas y relleno de los orificios de las barras, se eliminarán cuidadosamente todas las rebabas y otras protuberancias, nivelando todas las irregularidades.
- Superficies no apoyadas en los encofrados: El acabado de las superficies, excepto cuando se especifique de distinta manera, será fratasado con fratas de madera hasta obtener superficies lisas y uniformes.
-

4.27.3 Acabados Especiales

Se darán acabados especiales a las superficies vistas de hormigón solamente cuando así lo exijan los planos del proyecto. Para acabado especialmente liso, se construirá, de acuerdo con los requisitos establecidos a tal fin, una sección de la parte no vista de la estructura, según se especifica. Si el acabado de esta sección se ajusta al acabado especificado, dicha sección se usará como panel de muestra; en otro caso, se construirán otras secciones hasta obtener el acabado especificado.

Acabado frotado (apomazado): Siempre que sea posible, se retirarán los encofrados antes que el hormigón haya llegado al fraguado duro, prestando la debida consideración a la seguridad de la estructura. Inmediatamente después de retirados los encofrados, la superficie se humedecerá totalmente con agua, frotándola con carborundo u otro abrasivo, hasta obtener un acabado continuo, liso y de aspecto uniforme. A la terminación de esta operación la superficie se lavará perfectamente con agua limpia.

4.27.4 Curado

Todos los acabados de pisos se curarán al agua durante siete días como mínimo, con esterillas saturadas, arpilleras u otros recubrimientos aprobados empapados en agua. Los acabados finales especiales se curarán cubriéndolos con un tipo aprobado de membrana impermeable que no manche, con una resistencia suficiente para soportar el desgaste o efecto abrasivo.

La membrana se extenderá con juntas estancadas al aire y se mantendrá colocada. Todo el curado se comenzará tan pronto como sea posible una vez acabada la superficie. Puede usarse recubrimiento de membrana en lugar del curado por agua para el curado de otros acabados de pisos que no estén expuestos a la acción directa de los rayos solares.

4.27.5 Limpieza

A la terminación del trabajo todos los pisos acabados de hormigón se limpiarán como sigue: después de barrerlos con una escoba corriente, para quitar toda la suciedad suelta, el acabado se baldeará con agua limpia.

4.28 MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

4.28.1 Arriostramientos

La estructura de los edificios de entramado de acero se levantará con exactitud y aplomada, introduciéndose arriostramientos provisionales en todos aquellos puntos en que resulte preciso para soportar todas las cargas a que pueda hallarse sometida la estructura, incluyendo las debidas al equipo y al funcionamiento del mismo.

Estos arriostramientos permanecerán colocados en tanto sea preciso por razones de seguridad.

4.28.2 Aptitud de las uniones provisionales

Según vaya avanzando el montaje, se asegurará la estructura por medio de soldadura, para absorber todas las cargas estáticas o sobrecargas debidas al tiempo y al montaje.

4.28.3 Esfuerzo de montaje

Siempre que, durante el montaje, hayan de soportarse cargas debidas a pilas de material, equipo de montaje u otras cargas, se tomarán las medidas oportunas para absorber los esfuerzos producidos por las mismas.

4.28.4 Alineación

No se efectuarán soldaduras hasta que toda la estructura que haya de atesarse por tal procedimiento esté debidamente alineada.

4.28.5 Mano de obra de soldadura

Todos los operarios que hayan de efectuar las uniones de soldadura de los tramos metálicos, tanto se trate de costuras resistentes como de costuras de simple unión, estarán calificados según UNE-EN ISO 9606-1:2017, Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros, y el especialista denominado coordinador de soldeo, deberá tener capacitación profesional y experiencia acorde con el proceso de soldeo del que sea responsable, según indica la UNE-EN ISO 14731:2019, 719:1995, Coordinación del soldeo. Tareas y responsabilidades.

El Director de la Obra exigirá, siempre que lo tenga por conveniente, las inspecciones previstas.

4.28.6 Organización de los trabajos

El Contratista podrá organizar los trabajos en la forma que estime conveniente; pero tendrá sin embargo la obligación de presentar por anticipado al Director de la Obra un programa detallado de los mismos, en el que justifique el cumplimiento de los planes previstos.

Podrá preparar en su propio taller todas las barras o parte de la estructura que sean susceptibles de un fácil transporte dando en este caso las máximas facilidades para que, dentro de su factoría, se pueda realizar la labor de inspección que compete al Ingeniero Director de Obra.

4.28.7 Manipulación del material

Todas las operaciones de enderezado de perfiles o chapas se realizarán en frío.

Los cortes y preparación de bordes para la soldadura podrán realizarse con soplete oxiacetilénico, con sierra o con herramienta neumática, pero nunca con cizalla o tronzadora.

Deberán eliminarse siempre las rebabas, tanto las de laminación como las originadas por operaciones de corte.

Serán rechazadas todas las barras o perfiles que presenten superficies en la superficie ondulaciones, fisuras o defectos de borde que, a juicio del Ingeniero o Director de Obra, puedan causar un efecto apreciable de detalle.

4.28.8 Empalmes

A los empalmes indispensables se les podrá exigir las siguientes condiciones:

- No se realizarán nunca en la zona de nudos. A este efecto se considera como zona de nudos la situada a una distancia de 50 cm del centro teórico del mismo.
- No se consideran nunca en las mismas secciones transversales los empalmes de dos o más perfiles o planos que forman la barra. La distancia entre los empalmes de dos perfiles, siempre será como mínimo, de 25 cm.
- Los empalmes se verificarán siempre a tope y nunca a solape. Siempre que sea posible el acceso a la parte dorsal, la preparación de bordes para empalmes a tope será simétrica. Cuando por imposibilidad de acceso a la parte dorsal sea necesario efectuar la soldadura por un solo lado del perfil, se dispondrá una pletina recogida a raíz, a fin de asegurar siempre una penetración lo más perfecta posible.
- En los empalmes con soldadura simétrica se realizará siempre el burilado de raíz antes del depósito del primer cordón dorsal.

4.28.9 Tolerancias

- Los elementos terminados serán de líneas exactas y estarán exentos de torsiones, dobleces y uniones abiertas.

- Los elementos que trabajen a compresión podrán tener una variación lateral no superior a 1/1.000 de la longitud axial entre los puntos que han de ir apoyados lateralmente.
- Es admisible una variación de 1,0 mm en la longitud total de los elementos con ambos extremos laminados.
- Los elementos sin extremos laminados que hayan de ir ensamblados de dos o tres piezas de acero de la estructura pueden presentar una variación respecto a la longitud detallada no superior a 2,0 mm para elementos de 9,0 m o menos de longitud, y no superior a 3 mm para elementos de más de 9,0 m de longitud.

4.29 UNIONES ATORNILLADAS

En lo referente a este tipo de uniones se seguirá todo lo indicado en el apartado 10.4 del CTE-DB-SE-A.

En los pernos de anclaje se indicarán los materiales, las tolerancias recogidas en el Capítulo 11 del CTE-DB-SE-A y se tomará la precaución de disponer holguras y margen de espesor del mortero de nivelación para corregir errores.

Las uniones de correas a ejiones y sus solapes mutuos se realizarán con la calidad 5.6 y el diámetro M16, en agujeros Φ 18mm ya que en perfiles conformados en frío es determinante el aplastamiento del alma.

La norma UNE-EN 1090-2:2019, Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para las estructuras de acero, permite prescindir de arandelas en las uniones atornilladas no pretensadas en agujeros normales (no en bases de pilares, ni con taladros rasgados ni en uniones con una única fila de tornillos), no obstante, es conveniente usarlas en los nudos de barras y correas para no afectar en el apriete la protección de pintura y disponer de mayor ductilidad.

En la fijación de cerramientos a correas y perfiles se usará un único diámetro (en general 6,3 mm con arandelas de 19mm o superiores) y ensayar previamente los equipos de taladrar y roscar, comprobando que las arandelas y sus manguitos de neopreno quedan planas y que no se excede el par de rotura de cabeza ni el de rotura de rosca. Es aconsejable usar fracciones enteras de chapa para reducir las juntas en cubiertas. Los solapes laterales entre chapas de cerramiento se ejecutarán con tornillos roscachapa de diámetros menores, pero de 4,8mm como mínimo.

4.30 UNIONES SOLDADAS

Debe establecerse un Plan o Memoria de soldeo por parte del constructor basado en la UNE-EN ISO 3834:2015, Requisitos de calidad para el soldeo por fusión de materiales metálicos. En este documento se debe indicar cómo se van a ejecutar las soldaduras de la estructura. Se definirán los siguientes puntos:

proceso de soldeo, incluyendo consumibles y precalentamiento y temperatura entre pasadas si es el caso

- Medidas para evitar distorsiones y alabeos.
- Secuencias de soldaduras.
- Medidas para evitar el desgarro laminar.
- Puntos de inspección ligados al Plan de Ensayos.
- Sistema de identificación de soldaduras y sus soldadores.

El proceso de soldeo será alguno de los definidos en la norma UNE-EN ISO 4063:2011, Soldeo y técnicas conexas. Nomenclatura de procesos y números de referencia, o UNE-EN-ISO 14555:2017, Soldeo. Soldeo por arco de espárragos de materiales metálicos, y se realizará de acuerdo con un procedimiento calificado según 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. Debe exigirse el certificado de calificación que demuestre que el soldador está capacitado para realizar las soldaduras.

El personal de taller contará con el nivel adecuado. Los soldadores estarán cualificados según UNE-EN ISO 9606-1:2017, Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros, y el especialista denominado coordinador de soldeo, que deberá tener capacitación profesional y experiencia acorde con el proceso de soldeo del que es responsable según UNE-EN ISO 14731:2019, Coordinación del soldeo. Tareas y responsabilidades.

Los criterios de aceptación de las soldaduras se basarán en UNE-EN-ISO 5817:2014, Soldeo. Uniones soldadas por fusión en acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones.

4.30.1 Inspección de las soldaduras

La superficie vista de la soldadura presentará siempre un terminado regular, acusando una perfecta fusión del metal y una perfecta regulación de la corriente eléctrica empleada, sin poros, mordeduras, oquedades, ni rastro de escorias.

El Director de la Obra podrá solicitar al Instituto Español de Soldadura, que realice inspecciones radiográficas de todas o algunas de las uniones de las piezas metálicas y se emita el correspondiente dictamen.

Los criterios de aceptación de las soldaduras se basarán en la norma UNE-EN-ISO 5817:2014, Soldeo. Uniones soldadas por fusión en acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones. Los niveles de calidad de dicha norma son D (moderado), C (intermedio) y B (elevado) y dependen de la gravedad y extensión de los defectos detectados. Para cada clase de ejecución se establecen los siguientes niveles:

Tabla 67. Niveles de calidad de las soldaduras para las diferentes clases de ejecución

Niveles de calidad de las soldaduras para las diferentes clases de ejecución	
Clase 1	Nivel D
Clase 2	Nivel C
Clase 3	Nivel B
Clase 4	Nivel B y requisitos complementarios

4.30.2 Ejecución de uniones soldadas

Además de lo preceptuado en el punto anterior, se tendrán presentes las siguientes prescripciones:

- Los empalmes se verificarán antes de que las unidades de los perfiles simples se unan entre sí para construir el perfil compuesto.
- Las unidades de perfiles simples para construir las barras se realizarán antes que las unidades de nudos.
- Se dejará siempre la máxima libertad posible a los movimientos de retracción de las soldaduras, y por lo tanto, se procederá en todas las unidades desde el centro hacia los bordes de la barra y desde el centro hacia los extremos de las vigas.

- A fin de evitar en lo posible las deformaciones residuales, se conservará la mayor simetría posible en el conjunto de la soldadura efectuada. Ello obligará a llevar la soldadura desde el centro hacia los bordes, pero simultánea o alternadamente en ambas direcciones, y a soldar de forma alternada por un lado y por otro de la barra, disponiendo para ello los elementos auxiliares de volteo que sean necesarios.
- Se evitará la excesiva acumulación de calor en zonas localizadas en la estructura. Para ello se espaciará suficientemente el depósito de los cordones sucesivos y se adoptarán las secuencias más convenientes a la disipación del calor.
- Antes de comenzar la soldadura se limpiarán los bordes de las piezas a unir con cepillo de alambre, o con cualquier otro procedimiento, eliminando cuidadosamente todo rastro de grasa, pintura o suciedad.
- Si se ha de depositar un cordón sobre otro previamente ejecutado, se cuidará de eliminar completamente la escoria del primero, mediante un ligero martilleado con la piqueta y el cepillo de alambre.
- No se efectuarán nunca soldaduras con temperaturas inferiores a cero grados centígrados.
- Antes de pintar se eliminará la última capa de escoria.

4.31 ALBAÑILERÍA

4.31.1 Muros de ladrillo

En lo referente a este apartado, se tendrá en cuenta lo especificado en el CTE-DB-SE-F (Documento Básico seguridad Estructural. Fábricas del Código Técnico de la Edificación).

Las Normas MV 201-1972, NTE-FFL, NTE-EFL, Capítulo III PG3, podrán servir únicamente como orientación para lo que no esté recogido en el Código Técnico de la Edificación.

La ejecución de muros de ladrillo respetará todo lo especificado en el apartado 7 del CTE- DB-SE-F (Documento Básico seguridad Estructural. Fábricas del Código Técnico de la Edificación)..

Las piezas, fundamentalmente las de cerámica, se humedecerán antes de su empleo en la ejecución de la fábrica, bien por aspersión, bien por inmersión, durante unos minutos. La cantidad

de agua embebida en la pieza debe ser la necesaria para que no varíe la consistencia del mortero al ponerlo en contacto con la misma, sin succionar agua de amasado ni incorporarla.

Las piezas se colocarán siempre a restregón, sobre una tortada de mortero, hasta que el mortero rebose por la llaga y el tendel. No se moverá ninguna pieza después de efectuada la operación de restregón. Si fuera necesario corregir la posición de una pieza, se quitará, retirando también el mortero.

Los morteros para fábricas pueden ser ordinarios, de junta delgada o ligeros. El mortero de junta delgada se puede emplear cuando las piezas sean rectificadas o moldeadas y permitan construir el muro con tendeles de espesor entre 1 y 3 mm.

Los morteros ordinarios pueden especificarse por:

- b) Resistencia: se designan por la letra M seguida de la resistencia a compresión en N/mm².
- c) Dosificación en volumen: se designan por la proporción, en volumen, de los componentes fundamentales (por ejemplo 1:1:5 cemento, cal y arena) La elaboración incluirá las adiciones, aditivos y cantidad de agua, con los que se supone que se obtiene el valor de f_m supuesto.

El mortero ordinario para fábricas convencionales no será inferior a M1. El mortero ordinario para fábrica armada o pretensada, los morteros de junta delgada y los morteros ligeros, no serán inferiores a M5. En cualquier caso, para evitar roturas frágiles de los muros, la resistencia a la compresión del mortero no debe ser superior al 0,75 de la resistencia normalizada de las piezas.

El mortero deberá llenar totalmente las juntas. Si después de restregar el ladrillo, no quedara alguna junta totalmente llena, se añadirá el mortero necesario y se apretará con la paleta. En las fábricas de cara vista las juntas horizontales serán rejuntadas o llagadas con un espesor mínimo de uno con cinco centímetros (1,5 cm.); los tendeles o juntas verticales se realizarán a hueso. En los sardineles las juntas serán rejuntadas o llagadas en ambas caras vistas.

Una llaga se considera llena si el mortero maciza el grueso total de la pieza en al menos el 40% de su tizón; se considera hueca en caso contrario. El mortero debe llenar totalmente las juntas de tendel (salvo caso tendel hueco) y llagas, en función del tipo de pieza utilizado. Cuando se especifique la utilización de juntas delgadas, las piezas se asentarán cuidadosamente para que las juntas mantengan el espesor establecido de manera uniforme. El llagueado en su caso, se realizará mientras el mortero esté fresco.

Sin autorización expresa, en muros de espesor menor que 200 mm, las juntas no se rehundirán en una profundidad mayor que 5 mm. De procederse al rejuntado, el mortero tendrá las mismas propiedades que el de asentar las piezas. Antes del rejuntado, se cepillará el material suelto, y si es necesario, se humedecerá la fábrica. Cuando se rasque la junta se tendrá cuidado en dejar la distancia suficiente entre cualquier hueco interior y la cara del mortero.

Las fábricas deben levantarse por hiladas horizontales en toda la extensión de la obra, siempre que sea posible. Cuando dos partes de una fábrica hayan de levantarse en épocas distintas, la que se ejecute primero se dejará escalonada. Si esto no fuera posible, se dejará formando alternativamente entrantes, adarajas y salientes, endejas.

En las hiladas consecutivas de un muro, las piezas se solaparán para que el muro se comporte como un elemento estructural único. El solape será al menos igual a 0,4 veces el grueso de la pieza y no menor que 40 mm. En las esquinas o encuentros, el solapo de las piezas no será menor que su tizón; en el resto del muro, pueden emplearse piezas cortadas para conseguir el solape preciso.

No se levantará obra de albañilería cuando la temperatura atmosférica sea inferior a 7° C, a no ser que tienda a ascender, y en ningún caso se erigirá dicha obra cuando la temperatura sea inferior a 5° C. En tiempo caluroso será necesario un rociado frecuente para evitar que el mortero se seque excesivamente por la evaporación del agua. Cuando por un motivo cualquiera haya que interrumpir el trabajo en un muro de fábrica de ladrillo, se dejarán hiladas en forma irregular para asegurar una trabazón perfecta cuando se reanude el trabajo. Asimismo, antes de reanudar éste, se depositará sobre la obra ya construida un mortero fluido, para asegurar el perfecto relleno de las juntas. Las intersecciones de muros se construirán con especial cuidado, alternando las hiladas con el fin de asegurar con un perfecto arriostramiento de los mismos.

El Subcontratista de esta Sección instalará los cargaderos sobre la parte superior de los vanos de los muros, de conformidad con los planos de detalle. Todos los muros estarán aplomados. La última hilada de unión con la viga de estructura se terminará una vez se haya fraguado el mortero y el muro haya hecho su asiento. Se rematará con pasta de yeso negro la unión entre muro y estructura.

Los muros de ladrillo de cara vista tendrán aparejo flamenco, de ladrillos alternados a soga y tizón en muros de un pie o una asta, y a soga en los de medio pie o media asta.

4.31.2 Juntas

Se dispondrán juntas de movimiento para permitir dilataciones térmicas y por humedad, fluencia y retracción, las deformaciones por flexión y los efectos de las tensiones internas producidas por cargas verticales o laterales, sin que la fábrica sufra daños, teniendo en cuenta, para las fábricas sustentadas, las distancias indicadas en la tabla 2.1 del CTE-DB-SE-F. Dichas distancias corresponden a edificios de planta rectangular o concentrada. Si la planta tiene forma asimétrica, con alas en forma de L, U, etc., cuyas longitudes sean mayores que la mitad de las indicadas, se dispondrán juntas en las proximidades de los puntos de encuentro de las mismas. Siempre que sea posible la junta se proyectará con solape.

Tabla 68. Tabla 2.1. del CTE-DB-SE-F

Tipo de fábrica		Distancia entre las juntas (m)	
de piedra natural		30	
de piezas de hormigón celular en autoclave		22	
de piezas de hormigón ordinario		20	
de piedra artificial		20	
de piezas de árido ligero (excepto piedra pómez o arcilla expandida)		20	
de piezas de hormigón ligerode piedra pómez o arcilla expandida		15	
de ladrillo cerámico ⁽¹⁾	Retracción final (mm/m)	Expansión final por humedad (mm/m)	
	≤ 0,15	≤ 0,15	30
	≤ 0,20	≤ 0,30	20
	≤ 0,20	≤ 0,50	15
	≤ 0,20	≤ 0,75	12
	≤ 0,20	≤ 1,00	8

⁽¹⁾ Puede interpolarse linealmente

De no indicarse de otro modo en los planos o en el Pliego de Condiciones, las juntas horizontales de mortero serán de tipo protegido contra la intemperie y aproximadamente de 0,8 cm. de anchura; las juntas de mortero verticales tendrán un ancho de 0,5 cm. Las juntas se rehundirán comprimiendo el mortero dentro de ellas y no iniciándose esta operación hasta que el mortero haya empezado a fraguar. Los ladrillos que hayan de recibir enlucido u otro recubrimiento tendrán juntas horizontales rehundidas a un centímetro de profundidad aproximadamente en el ladrillo superior, e irán enrasadas a paramento en el ladrillo inferior. Se enrasarán las juntas verticales.

4.31.3 Bloque de hormigón

Para la construcción de muros de fábrica de bloques de hormigón, se tendrá en cuenta todo lo especificado en el CTE-DB-SE-F (Documento Básico seguridad Estructural. Fábricas del Código Técnico de la Edificación).

Para los aspectos no recogidos en el Código Técnico de la edificación se podrán consultar a modo únicamente orientativo las Normas NTE-FFB y NTE-EFB.

Los muros fabricados con bloques se aparejarán a soga, siempre que la anchura de las piezas corresponda a la del muro, aunque en casos especiales puedan aparejarse a tizón.

Los bloques se colocarán de modo que las hiladas queden perfectamente horizontales y bien aplomadas, teniendo en todos los puntos el mismo espesor. Cada bloque de una hilada cubrirá al de la hilada inferior, al menos en doce con cinco centímetros (12,5 cm). Los bloques se ajustarán mientras el mortero permanezca blando, para asegurar una buena unión del bloque con el mortero y evitar que se produzcan grietas.

Si así se indicara en el título del correspondiente precio, o si resultase necesario, a juicio de la Inspección de obra, los bloques huecos se rellenarán con hormigón utilizando las propias piezas como encofrados. La cuantía de las armaduras a colocar, será la indicada en los planos del Proyecto, o en su caso, la que la Inspección de la obra determinase.

Los bloques no se partirán para los ajustes de la fábrica a las longitudes de los muros, sino que deberán utilizarse piezas especiales para este cometido.

Salvo que el título del precio correspondiente indicase otra cosa, los morteros a utilizar serán del tipo M-40. No obstante, la Inspección Facultativa podrá introducir modificaciones en la dosificación del mortero sin que ello suponga, en ningún caso, variación en el precio de la unidad de obra.

4.31.4 Protección

Las superficies de fábrica en las que no se está trabajando, se protegerán adecuadamente y en todo momento durante las operaciones en construcción. Cuando amenace lluvia y haya de suspender el trabajo, la parte superior de los muros de fábrica que quede al descubierto se protegerá con una fuerte membrana impermeable, bien sujeta para prevenir el posible arrastre por el viento.

4.32 FALSOS TECHOS

Las placas de escayola se suministrarán en cajas agrupadas en palés, como máximo se podrán apilar de tres alturas. Nunca se podrán acopiar en terrenos blandos, inestables, irregulares o inclinados, es desaconsejable acopiar a la intemperie, ya que al ser la escayola un regulador hidrométrico, pueden llegar a producirse condensaciones de humedad. Al sacar las cajas de los

palés, se deben depositar en el suelo por la parte plana y no por las esquinas, para evitar posibles daños mecánicos.

La perfilería siempre se transportará en sentido horizontal, y se deberá colocar sobre los palés de carga para que no soporten pesos. Se protegerán siempre contra posibles daños mecánicos y curvaturas de los perfiles por su elevada longitud.

4.33 ENFOSCADOS

4.33.1 Condiciones previas

Deberá estar terminado el soporte a revestir, cuya superficie se presentará limpia y rugosa, carente de polvo, grasa o cuerpos extraños. Las juntas estarán rehundidas y se habrán eliminado las rebabas del mortero empleado para recibir las piezas de las fábricas.

Para mejorar la adherencia de los enfoscados a superficies lisas es necesario crear, previamente, rugosidades en ellas mediante picado o, alternativamente, mediante clavado de tela metálica.

Los soportes y vigas metálicas que hayan de ir enfoscadas, se forrarán previamente con piezas cerámicas o de hormigón, según las especificaciones de obra o, en su defecto, en la normativa aplicable.

La superficie a enfoscar carecerá de guarnecidos o revestimientos previos de yeso; tampoco estará realizada con materiales de resistencia análoga o inferior al yeso.

4.33.2 Ejecución

Antes de la ejecución del enfoscado se comprobará que:

- Las superficies a revestir no se verán afectadas, antes del fraguado del mortero, por la acción lesiva de agentes atmosféricos de cualquier índole o por las propias obras que se ejecutan simultáneamente.
- Los elementos fijos como rejas, ganchos, cercos, etc. han sido recibidos previamente cuando el enfoscado ha de quedar visto.
- Se han reparado los desperfectos que pudiera tener el soporte y este se halla fraguado cuando se trate de mortero u hormigón.

Durante la ejecución:

- Se amasará la cantidad de mortero que se estime puede aplicarse en óptimas condiciones antes de que se inicie el fraguado; no se admitirá la adición de agua una vez amasado.
- Antes de aplicar mortero sobre el soporte, se humedecerá ligeramente este a fin de que no absorba agua necesaria para el fraguado.
- En los enfoscados exteriores vistos, maestreados o no, y para evitar agrietamientos irregulares, será necesario hacer un despiezado del revestimiento en recuadros de lado no mayor de 3 metros, mediante llagas de 5 mm de profundidad.
- En los encuentros o diedros formados entre un paramento vertical y un techo, se enfoscará éste en primer lugar.
- Cuando el espesor del enfoscado sea superior a 15 mm se realizará por capas sucesivas sin que ninguna de ellas supere este espesor.
- Se reforzarán, con tela metálica o malla de fibra de vidrio indesmallable y resistente a la alcalinidad del cemento, los encuentros entre materiales distintos, particularmente, entre elementos estructurales y cerramientos o particiones, susceptibles de producir fisuras en el enfoscado; dicha tela se colocará tensa y fijada al soporte con solape mínimo de 10 cm. a ambos lados de la línea de discontinuidad.
- En tiempo de heladas, cuando no quede garantizada la protección de las superficies, se suspenderá la ejecución; se comprobará, al reanudar los trabajos, el estado de aquellas superficies que hubiesen sido revestidas.
- En tiempo lluvioso se suspenderán los trabajos cuando el paramento no esté protegido y las zonas aplicadas se protegerán con lonas o plásticos.
- En tiempo extremadamente seco y caluroso y/o en superficies muy expuestas al sol y/o a vientos muy secos y cálidos, se suspenderá la ejecución.

Después de la ejecución:

- Transcurridas 24 horas desde la aplicación del mortero, se mantendrá húmeda la superficie enfoscada hasta que el mortero haya fraguado.

- No se fijarán elementos en el enfoscado hasta que haya fraguado totalmente y no antes de 7 días.

Ejecución de enfoscado maestreado en paredes y/o techos:

En las paredes se dispondrán maestras verticales formadas por bandas de mortero aplomadas, con separación entre ellas no superior a 1 metro y formando arista en las esquinas, rincones y guarniciones de huecos. En los techos, por su parte, se realizará un maestreado en todo el perímetro del techo y se situarán maestras intermedias con separación máxima de 1 metro.

Una vez humedecida la superficie a revestir, se aplicará el mortero, mediante proyección manual o mecánica, sobre los paños entre maestras y se pañeará de forma que se introduzca en las irregularidades del soporte y quede lo más adherido posible. La superficie enfoscada no poseerá defectos de planeidad superiores a 3 mm medidos con regla de 1 metro.

Antes del fraguado final, el enfoscado admite un acabado rugoso, fratasado (planeidad conseguida con fratas mojado en agua) o bruñido (aplicación de pasta de cemento con llana), según sea la ubicación del elemento revestido y/o el tratamiento posterior que se le pretenda aplicar.

En los bordes de techos horizontales exteriores se practicará un goterón perimetral, mediante rehundido de 1x1 cm en el enfoscado, a fin de evitar que el agua de lluvia o riego recorra libremente y humedezca todo el techo.

Control de la ejecución:

En los enfoscados sobre paramentos verticales, maestreados o no, se realizará un control del estado del soporte, la calidad y tipo de mortero, así como las condiciones finales del revestimiento, llevándose a cabo un control por cada 100 m² o fracción.

En los paramentos horizontales se realizará un control de los mismos aspectos inspeccionados en las paredes, llevándose a cabo un control por cada 50 m² o fracción.

Los parámetros de rechazo automático serán:

- La superficie a revestir no está limpia y/o humedecida.
- No se ha colocado, en su caso, banda metálica en la línea de discontinuidad del soporte, o no fijada correctamente, y/o el solape es inferior a 10 cm. por cada lado.

- La dosificación, calidad de la arena y/o el tipo de mortero no se ajusta a lo especificado.
- Comprobando con regla de 1 m. se aprecia un defecto de planeidad superior a 5 mm en los enfoscados sin maestrear y de 3 mm en los maestreados.
- En enfoscados maestreados la distancia entre maestras es superior a 1 m y/o no se han puesto maestras en esquinas, rincones, perímetro de techos, guarniciones de huecos.

4.34 CARPINTERÍA METÁLICA

4.34.1 Puertas de acero

El presente artículo trata del suministro, mano de obra, medios auxiliares, materiales y ejecución de todas las operaciones relacionadas con la instalación de puertas y marcos metálicos, de acuerdo con los planos correspondientes al proyecto.

Los marcos de las puertas y ventanas se instalarán nivelados ya aplomados y se anclarán de un modo seguro a los muros.

Las puertas de bisagras se colgarán adecuadamente, de modo que giren horizontalmente y se mantengan en cualquier posición.

Los elementos de cerrajería se instalarán limpia y adecuadamente, se ajustarán y se dejarán en condiciones de funcionamiento perfecto.

4.34.2 Puertas y ventanas de aluminio

Todas las puertas y 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.

4.35 SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN

4.35.1 Geotextiles

4.35.1.1 Despliegue de geotextiles

Durante el almacenamiento de los rollos, se cuidará su protección con envueltas opacas y aislantes de lluvia. Las envueltas no deben retirarse hasta la instalación del material.

Tras el transporte de los rollos, las operaciones de despliegue deberán realizarse de la siguiente manera:

En taludes se anclarán convenientemente los paneles para desplegarlos después pendiente abajo, de manera que se mantenga en tensión continuamente el material. En cuanto al sentido de instalación, la dirección de máxima pendiente del talud coincidirá con el sentido longitudinal de los paneles (dirección de fabricación).

En presencia de viento excesivo, según progrese la instalación el material será provisionalmente lastrado con sacos o neumáticos, los cuales se retirarán cuando el material quede definitivamente instalado.

El corte de paneles se realizará con herramientas adecuadas, que no dañen el material subyacente, especialmente si éste es geomembrana.

Durante la instalación se eliminará cualquier material que pueda quedar atrapado en la interfase entre el geotextil y el material adyacente, para evitar punzonamientos.

Tras la instalación se hará una inspección final para reparar posibles desperfectos si los hubiera.

4.35.1.2 Procedimientos de soldadura y unión

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

Si se sueldan los solapes, se pueden hacer por flama de gas o por aire caliente. Se deberá tener especial cuidado en no quemar el geotextil y dañar los materiales adyacentes. La distancia de la flama al geotextil dependerá de la velocidad de avance y de la intensidad de calor.

En general no se realizarán soldaduras horizontales continuas en taludes salvo en parches u otros casos excepcionales autorizados.

4.35.2 Geomembranas

4.35.2.1 Identificación de panales

Durante la instalación se debe realizar un plan de control de calidad en el cual se detallen los ensayos realizados, así como su frecuencia, para ello se realizará sobre un plano de la zona a impermeabilizar un despiece de los paños de geomembrana colocados haciendo referencia a los números de rollos a los que corresponden y se nombrarán las soldaduras por los números de paños a los que unen, es decir:

- Nº de rollo: N (especificado por el fabricante)
- Paños: N1, N2...
- Soldadura: N2-N4, N7-N9...

4.35.2.2 Métodos de despliegue

En primer lugar, deberá verificarse que el sistema de transporte de rollos en obra, así como la maquinaria auxiliar son los adecuados.

La maquinaria auxiliar no debe dañar la geomembrana.

El personal debe evitar dañar la geomembrana durante el despliegue por uso de calzado inadecuado, caídas de herramientas, etc.

El método de despliegue y colocación minimizará la generación de arrugas, especialmente en las uniones entre paneles.

El instalador lastrará temporalmente los paneles emplazados, evitando que el viento los mueva. Asimismo, en geomembranas desplegadas en taludes, se vigilará el lastrado parcial en zanjas de manera que se elimine todo riesgo de descalce de las zanjas y deslizamiento de geomembranas. Los lastres provisionales no deberán dañar la geomembrana.

Debe evitarse el tráfico innecesario de personal o maquinaria sobre geomembrana ya instalada, protegiéndola si fuera necesario.

Previamente a la instalación se observará si los rollos presentan defectos y si éstos son reparables y en consecuencia los rollos son aceptables.

4.35.2.3 Soldadura de paneles

Previamente al inicio de la instalación, el instalador proporcionará, bajo petición, un plano de disposición teórica de paneles.

Entre láminas contiguas deberá existir un solape adecuado que garantice la estanqueidad del sistema (en ningún caso menor de 15 cm). Las uniones se realizarán exclusivamente por termofusión y presión. Además, serán dobles, esto es, dejan un canalillo interior de prueba a fin de que se verifique, mediante presión, la idoneidad o no de la soldadura.

Deberán tener un trazado en taludes según la línea de máxima pendiente. En uniones y cambios de talud se permitirán soldaduras diagonales. Salvo casos excepcionales, no se permitirán soldaduras horizontales en taludes, ni de fusión ni de extrusión. Las soldaduras horizontales deberán situarse como mínimo 1 m de líneas de cambio de pendiente, es decir, pies y coronaciones de taludes.

Las operaciones de soldadura nocturna deberán realizarse con luz artificial.

En zanjas de anclaje, las soldaduras que fuesen necesarias deberán realizarse al menos hasta la pared interior de la zanja.

Todas las uniones en T deberán reforzarse con un cordón de extrusión.

Las soldaduras de fusión serán las dobles con canal central de comprobación, comprobando su correcta ejecución mediante la inyección de aire a presión introducido en dicho canal.

La máquina soldadora deberá tener registro continuo de temperatura de precalentamiento y trabajo, así como velocidad de avance.

Por debajo de cada solape deberá deslizarse una placa o pieza móvil que evite la entrada de humedad desde la base según avance la máquina.

Los solapes deberán estar limpios y secos, exentos de polvo y arenilla, así como libres de desgarros y arrugas, tomándose todas las medidas necesarias para el cumplimiento de estas condiciones, incluyendo el secado y limpieza con trapos, esponjas, etc.

El solape necesario entre láminas en las soldaduras por fusión será de entre 8 a 10 cm., mientras que en las soldaduras por extrusión el solape en la zona a cubrir será de entre 5 y 7 cm.

La maquinaria para soldaduras por extrusión será una extrusora de aporte de polietileno con alimentación por cable o granza, con control continuo de temperatura de proceso y precalentamiento.

Previamente a la extrusión, la máquina deberá ser purgada para eliminar restos de polietileno.

La zona donde se aplicará el polietileno de adición debe pulirse perfectamente y el canto generado por el solape de un parche o panel sobre otro panel quedará biselado.

La extrusión sólo se utilizará para reparaciones, soldaduras de zonas de difícil geometría, unión entre geomembranas de diferente espesor, uniones no definitivas o casos específicamente autorizados.

Las uniones serán revisadas visualmente de forma minuciosa y sistemática.

4.36 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, en las que se realizarán soldaduras por extrusión.

4.36.1 Soldaduras por termofusión

Las dimensiones de las soldaduras por termofusión serán las indicadas en la figura 4, la anchura de solape mínima será de 15 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.

Los ensayos de campo se realizarán sobre TODAS las soldaduras:

1. Comprobación de la estanqueidad de la soldadura mediante el ensayo de aire a presión según la norma UNE 104481-3-2:2010. Métodos de ensayo de membranas impermeabilizantes. Parte 3-2: Ensayo de estanquidad de las uniones entre láminas impermeabilizantes mediante el método de aire a presión en el canal de prueba. No se aceptarán disminuciones mayores del 10% de la presión administrada.
2. Ensayo de resistencia y calidad de la soldadura por pelado mediante tensiómetro de campo de registro de tensión y separación continua de pinzas según la norma UNE 104304:2015.

Materiales sintéticos. Puesta en obra. Determinación de la resistencia de la soldadura por pelado entre láminas sintéticas instaladas utilizadas en impermeabilización. No se aceptarán roturas en la zona de soldadura. La probeta debe romper por la zona inmediatamente contigua a la zona soldada.

4.36.2 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.

Los ensayos de campo se realizarán sobre TODAS las soldaduras:

1. Comprobación de la estanqueidad por el método de la campana de vacío según el anexo C de la norma UNE 104425:2001. Materiales sintéticos. Puesta en obra. Sistemas de impermeabilización de vertederos de residuos con láminas de polietileno de alta densidad. No se aceptarán aquellas soldaduras que muestren burbujas como reflejo de entrada de aire.

4.37 TUBERÍAS

4.37.1 Generalidades

Para la recepción e instalación de las tuberías se tendrán en cuenta las especificaciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de Abastecimiento y en particular las especificaciones siguientes:

4.37.1.1 Colocación

Antes de bajar los tubos a la zanja se examinarán estos y se apartarán los que presenten deterioro; se bajarán al fondo de la zanja con precauciones y sin golpes bruscos empleando los elementos adecuados según su peso y longitud.

Una vez los tubos en el fondo de la zanja se examinarán éstos para cerciorarse de que su interior está libre de tierra, piedra, útiles de trabajo, prendas de vestir, etc., y se realizará su centrado y perfecta alineación, conseguido lo cual se procederá a calzarlos sobre el lecho de arena o con hormigón en masa de acuerdo como indican los planos correspondientes.

En el caso de zanjas con inclinaciones elevadas (> 10%) la tubería se colocará en sentido ascendente.

Cuando se interrumpa la colocación de tubería se taponarán los extremos libres para impedir la entrada de cuerpos extraños, procediendo a examinar con todo cuidado el interior de la tubería al reanudar el trabajo.

Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua, agotando con bombas o dejando desagües en la excavación en caso necesario.

Finalmente se procederá a realizar las pruebas imprescindibles para su completa estanqueidad antes de cubrir las zanjas.

4.37.1.2 Pruebas de presión de las tuberías una vez instaladas en obra

La prueba de la tubería instalada recomendada se realizará conforme a la norma UNE-EN 805:2000, Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes, la cual se describe a continuación.

A medida que avance el montaje de la tubería ésta debe ser probada por tramos, con la longitud fijada por la Dirección de Obra (en función del avance de la obra y de los condicionantes externos), los cuales deben ser de iguales características (materiales, diámetros, espesores, etc.). Los extremos del tramo en prueba deben cerrarse convenientemente con piezas adecuadas, las cuales han de apuntalarse para evitar deslizamientos de las mismas o fugas de agua, y que deben ser, cuando así se requiera, fácilmente desmontables para poder continuar la colocación de la tubería.

Las longitudes de estos tramos dependen, como se ha indicado, de las características particulares de cada uno de ellos, debiendo seleccionarse de modo que:

- La presión de prueba pueda aplicarse al punto más bajo de cada tramo en prueba siempre que pueda aplicarse una presión de al menos igual a MDP en el punto más alto de cada uno de ellos.
- Pueda suministrarse y evacuarse sin dificultad la cantidad de agua necesaria para la prueba.
- La diferencia de presión entre el punto de rasante más baja y más alta no exceda del 10% de STP.
- En la medida de lo posible, sus extremos coincidan con válvulas de paso de la tubería (o incluso finales de línea en los ramales)

Con todo ello, unas longitudes razonables para los tramos pueden oscilar entre 500 y 1.000 ó incluso 2.000 metros.

La presión de prueba (STP) se calcula a partir de MDP, de forma que, dependiendo de que el golpe de ariete se haya calculado en detalle, o únicamente se haya estimado, el valor de STP será (todos los valores en N/mm²):

a) Golpe de ariete calculado en detalle:

$$STP = MDP + 0,1$$

b) Golpe de ariete estimado: El menor valor de:

$$STP = MDP + 0,5$$

$$STP = 1,5 MDP$$

Antes de empezar la prueba deben estar colocados en su posición definitiva todos los tubos, las piezas especiales, las válvulas y demás elementos de la tubería, debiendo comprobarse que las válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas y que las piezas especiales están ancladas y las obras de fábricas con la resistencia debida.

Cuando la tubería se disponga enterrada, la zanja debe estar parcialmente rellena, dejando las uniones descubiertas. Asimismo, debe comprobarse que el interior de la conducción está libre de escombros, raíces o de cualquier otra materia extraña.

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso debe estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Irá colocada en el punto más bajo de la tubería que se vaya a ensayar y debe estar provista, al menos, de un manómetro, el cual debe tener una precisión no inferior de 0,02 N/mm². La medición del volumen de agua, por su parte, debe realizarse con una precisión no menor de 1 litro.

En cualquier caso, pero especialmente en los de altas presiones, durante la realización de la prueba de la tubería instalada, deben tomarse las medidas de seguridad necesarias para que en caso de fallo de la tubería no se produzcan daños a las personas y que los materiales sean los mínimos posibles. A estos efectos debe ponerse en conocimiento del personal que pudiera ser afectado que se está realizando una prueba, no debiendo permitirse el acceso al tramo que se esté ensayando, ni trabajar en tajos cercanos. En este sentido, los manómetros deben ser colocados de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

De acuerdo con todo lo anterior, la prueba, que es única, consta, en general, de las dos etapas siguientes: etapa preliminar y etapa principal.

4.37.1.2.1 *Etapla preliminar*

Se comienza por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba. Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo en prueba, para así facilitar la salida del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se debería hacer aún más lentamente, para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto es conveniente colocar un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado de la forma debida. La tubería, una vez llena de agua, se debe mantener en esta situación al menos 24 horas.

El objeto de esta etapa preliminar es que la tubería se estabilice, alcanzando un estado similar al de servicio, a fin de que durante la posterior etapa principal los fenómenos de adaptación de la tubería, propios de una primera puesta en carga, no sean significativos en los resultados de la prueba. Como fenómenos de adaptación más característicos de una primera puesta en carga, pueden destacarse los siguientes:

- c) Movimientos de recolocación en uniones, piezas especiales, anclajes, válvulas y demás elementos.
- d) Expulsión del aire de los huecos y alojamientos en las uniones y en general en toda la tubería.

e) Deformación de los tubos, particularmente en el caso de que éstos sean flexibles.

La recomendación de mantener llena de agua la tubería 24 horas, es particularmente importante en el caso de las tuberías que puedan absorber cierta cantidad de agua, como son las de hormigón, aunque no es de aplicación al caso que nos ocupa.

A continuación, se aumenta la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar un valor comprendido entre STP y MDP, es decir presión de prueba y presión máxima de diseño, respectivamente, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm² por minuto.

Esta presión debe mantenerse entre dichos límites durante una hora para lograr los objetivos de esta etapa preliminar, para lo cual, si es necesario, habrá que suministrar, bombeando, cantidades adicionales de agua.

Durante este período de tiempo no debe de haber pérdidas apreciables de agua, ni movimientos aparentes de la tubería. Caso contrario, debería de procederse a la despresurización de la misma, a la reparación de los fallos que haya lugar y a la repetición del ensayo.

A continuación, se eleva la presión en la tubería hasta alcanzar de nuevo el valor de STP suministrando para ello cantidades adicionales de agua y midiendo el volumen final suministrado, debiendo ser éste inferior al valor dado por la expresión siguiente:

$$\Delta V_{\max} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta p \cdot \left[\frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \cdot E} \right]$$

ΔV_{\max} : pérdida admisible, en litros

V: volumen del tramo de tubería en prueba, en litros

Δp : caída admisible de presión durante la prueba, en N/mm², cuyos valores son:

* 0,02 N/mm² tubos de fundición, acero, hormigón con camisa de chapa, PVC y PE

* 0,04 N/mm² tubos de hormigón sin camisa de chapa

E_w : módulo de compresibilidad del agua, en N/mm²

E: módulo de elasticidad del material del tubo, en N/mm²

ID: diámetro interior del tubo, en mm

e: espesor nominal del tubo, en mm

1,2 factor de corrección que, entre otros aspectos, tiene en cuenta el efecto del aire residual existente en la tubería

El módulo de compresibilidad del agua (E_w) y unos valores razonables para los valores del módulo de elasticidad del material de la tubería (E) son los siguientes:

$$E_w : 2,1 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$$

Tabla 69. Valores del módulo de elasticidad del material de la tubería (E)

Fundición: $1,70 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
Acero: $2,10 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
Hormigón: $2,00 \times 10^4 \text{ N/mm}^2 - 4,00 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$
PVC: 3.600 N/mm^2 (corto plazo); 1.750 (largo plazo)
PE: 1.000 N/mm^2 (corto plazo); 150 (largo plazo)

Cuando, durante la realización de esta etapa principal o de puesta en carga, el descenso de presión y/o las pérdidas de agua sean superiores a los valores admisibles antes indicados, se deben corregir los defectos observados (reparando las uniones que pierdan agua, cambiando, si es preciso, algún tubo o pieza especial) para así proceder a repetir esta etapa principal hasta superarla con éxito.

En determinadas situaciones, tales como los ramales de las redes de distribución de pequeño diámetro o escasa longitud, puede admitirse que en esta etapa principal se realice únicamente la comprobación de que el descenso de presión producido durante la misma es inferior a los valores admisibles antes indicados.

En cualquier caso, si los resultados de la etapa principal no son satisfactorios, o existen dudas sobre la correcta desaireación de la tubería, se puede realizarse un ensayo complementario de purga que aclare tal circunstancia, conforme a la metodología recogida en la norma UNE EN 805:2000, Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes.

4.37.1.2.2 *Etapa principal de puesta en carga*

Una vez superada la etapa preliminar, la presión hidráulica interior se aumenta de nuevo de forma constante y gradual hasta alcanzar el valor de STP, presión de prueba, de forma que el incremento de presión no supere $0,1 \text{ N/mm}^2$ por minuto. Una vez alcanzado dicho valor, se desconecta el sistema de bombeo, no admitiéndose la entrada de agua durante, al menos, una hora. Al final de este período al medir mediante manómetro el descenso de presión habido durante dicho intervalo, éste debe ser inferior a los siguientes valores:

- $0,02 \text{ N/mm}^2$ para tubos de fundición, acero, hormigón con camisa de chapa, PVC, PRFV y PE, en su caso
- $0,04 \text{ N/mm}^2$ para tubos de hormigón sin camisa de chapa

4.38 PIEZAS ESPECIALES

El contratista montará las piezas especiales de acuerdo con la disposición dada en los planos con las instrucciones del Ingeniero Director. El Contratista suministrará todos los accesorios para las tuberías, mostradas o no en los planos, o pedidos o no en las especificaciones: bridas, anillos de refuerzo, varillas de anclaje, tensores, sistema de soporte para el montaje, etc. Asimismo, suministrará los elementos de montaje y soldadura.

Las soldaduras a realizar en obra, serán realizadas por soldadores cualificados y en base a las especificaciones de un pliego previamente aprobado por el Ingeniero Director.

En el presente proyecto, las tuberías de PEAD pueden ser del propio material o de calderería, en función del tamaño de la tubería.

En las tuberías de PVC, las piezas especiales pueden ser del propio material o de calderería, en función del tamaño de la tubería.

Las tuberías de acero llevarán sus piezas especiales en calderería.

Las piezas de calderería tendrán unas dimensiones tales que puedan conectar perfectamente con las tuberías que les correspondan.

4.39 VÁLVULAS Y VENTOSAS

Las válvulas y ventosas se recibirán en obra limpias, con todos sus elementos protegidos y los orificios externos tapados, mediante tapas de plástico de forma que se evite la introducción de elementos extraños.

Las válvulas de compuerta se transportarán con el elemento de cierre en posición abierto, si el asiento es elástico, o cerrado si son de metal. En las válvulas de mariposa el obturador debe ir en posición ligeramente abierta.

Todas las válvulas y ventosas serán embaladas de forma tal que durante el transporte quede garantizada la imposibilidad de golpes y daños en estos elementos, así como su eventual maniobra, debiendo evitarse roces y esfuerzos superiores a los que la válvula ha de soportar.

Se prestará especial atención durante el transporte y la manipulación, para no dañar los mecanismos de accionamiento manual o mecánico que la válvula o ventosa pueda llevar o contener.

Antes de la colocación de las válvulas, ventosas y accesorios en obra se realizará una comprobación visual del estado de las superficies y del funcionamiento correcto de las mismas, verificando la idoneidad para su instalación.

4.40 VALVULAS ANTIRRETORNO

Al igual que con la mayoría de válvulas y accesorios, se recomienda que las bridas deslizantes o similares en las líneas proporcionen el espacio necesario para insertar y extraer la válvula e impedir esfuerzos inaceptables debido a una inevitable mala alineación.

Al menos uno de los tubos conectados con la válvula debería estar firmemente empernado para resistir el esfuerzo durante el cierre de la válvula.

Instrucciones antes de la puesta en marcha:

- Antes de montar, comprobar con cuidado que la válvula está limpia. Extraer todo posible contaminante y partículas de la tubería y limpiar el sistema a chorro con agua o aire comprimido según sea más adecuado.
- Se deberá tener un cuidado especial en quitar fragmentos de varillas de soldadura que podrían dañar el disco axial y las superficies de cierre.
- Nunca soldar las bridas al tubo cuando la válvula esté en su sitio, porque esto podría causar daños en el disco axial.

- Colocar una trampa de suciedad o filtro que impida que las partículas interfieran en la operación de la válvula.
- Comprobar que el flujo tenga lugar en la dirección indicada por la flecha en la válvula.
- Las válvulas de tipo “wafer” tienen que estar perfectamente alineadas con la línea central de la válvula. Si es necesario, emplear tubos espaciadores montados sobre varillas de anclaje.

4.41 APARATOS DE MEDIDA Y CONTROL

Los caudalímetros se instalarán en aquellos puntos indicados en los planos o que el Ingeniero Director requiera.

Para su puesta en obra se suministrarán los manuales de instalación, instrucciones y de operación y antes de la puesta en marcha deberá estar presente un técnico competente de la compañía suministradora, que juzgue la idoneidad de la misma y se responsabilice de ella. Los manuales citados deberán quedar a disposición de las personas responsables de mantenimiento y control.

Guardará una distancia mínima de $5xD_i$ aguas arriba del sensor y de $3xD_i$ aguas abajo del sensor, respecto de cualquier perturbación como, por ejemplo, válvulas de corte, cambios de dirección de tubería, etc., siendo D_i el diámetro interior de la tubería en la que se coloca el caudalímetro o según disponga el director de proyecto.

La presión de prueba será al menos 1,5 veces la presión nominal.

4.42 FILTROS

La instalación de los filtros la realizará la empresa suministradora de acuerdo con la constructora. A tal fin esta prepara los huecos donde deba ir el filtro de acuerdo con las instrucciones de aquel. En cualquier caso se ejecutarán de acuerdo con lo anunciado por la experiencia como reglas de buena construcción y las indicaciones que sobre el particular señale el Ingeniero Director.

4.43 TELECONTROL

La instalación del telecontrol la realizará la empresa suministradora de acuerdo con la constructora. A tal fin se prepararán los huecos donde deban ir las remotas y demás unidades necesarias. En cualquier caso, se ejecutarán de acuerdo con lo anunciado por la experiencia como reglas de buena construcción y las indicaciones que sobre el particular señale el Ingeniero Director.

4.44 EQUIPOS DE BOMBEO

Manipulación.

Para la manipulación de los equipos se han de utilizar sistemas de elevación y transporte adecuados y conformes con las normativas de seguridad.

El motor eléctrico se debe manipular utilizando los puntos de amarre previstos al efecto y que generalmente se trata de unas anillas situadas en la parte superior de la carcasa.

Para manipular el conjunto bomba/motor, se utilizará una eslinga que pasará por la base de la bancada de manera que se asegure la estabilidad durante la elevación y desplazamiento. En ningún caso utilizar la anilla situada sobre motor o bomba.

Montaje e instalación.

CIMENTACIÓN

La cimentación tendrá las dimensiones adecuadas para que se absorban las vibraciones que se puedan producir durante el funcionamiento.

Los grupos se instalarán una vez haya fraguado el hormigón de la cimentación y nivelarlo, si es necesario, con ayuda de galgas. Una vez situado sobre la cimentación proceder al llenado de los cajetines de los pernos de anclaje.

Cuando se tenga la certeza de que el fraguado es completo, se podrán apretar firmemente las tuercas de los pernos. Con la ayuda de un nivel se verificará la correcta nivelación del conjunto.

Una vez efectuada la instalación sobre la cimentación, se comprobará la perfecta alineación bomba-motor.

ALINEACIÓN DE LOS GRUPOS

La alineación de los grupos se realizará en fábrica pero se revisará una vez se hayan conexionado las tuberías y antes de poner en marcha los grupos. Se controlará en su instalación por la posibilidad de que sufra variaciones durante el transporte.

Se verificará que el sentido de giro del motor coincide con el sentido de giro de la bomba.

El acoplamiento semielástico estará perfectamente alineado. Un mal alineamiento puede provocar un desgaste de los elementos elásticos del acoplamiento (flectores), del cierre mecánico de la bomba y rodamientos del motor. Puede también generar vibraciones y dañar el eje.

El acoplamiento bomba-motor saldrá de fábrica debidamente alineado, no obstante para comprobar el alineamiento de la bomba y el motor, se verificará, con la ayuda de un regle, la perfecta alineación de los dos manguitos. Esta operación se debe repetir en al menos dos puntos, de la periferia del acoplamiento elástico, separados como mínimo 90°.

Una vez comprobado el alineamiento y antes de proceder al arranque del grupo se deben montar las protecciones de las partes móviles para garantizar los requisitos de seguridad.

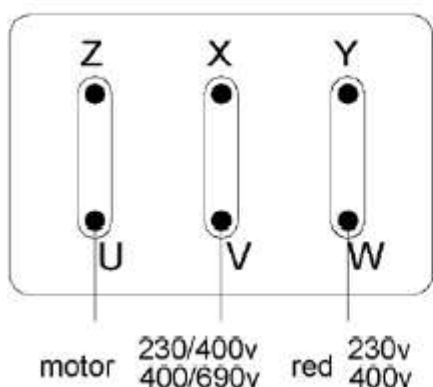
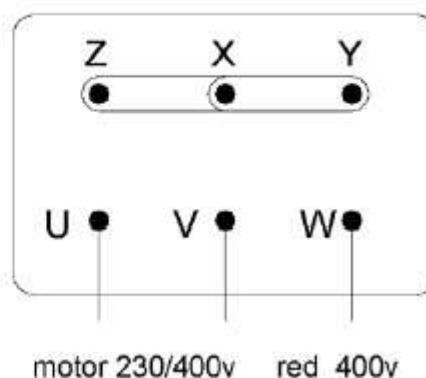
CONEXIONES ELÉCTRICAS

Las conexiones eléctricas se realizarán por personal cualificado.

Antes de realizar el conexionado de los motores, se comprobará que las partes eléctricas en las que se operará no están conectadas con la red de alimentación.

Los cables de tierra se conectarán al circuito de tierra de la instalación antes de conectar los restantes conductores.

La correcta conexión para el caso de arranque directo y línea trifásica con tensión de red 230 V y 400 V será la siguiente.

CONEXIÓN TRIÁNGULO

CONEXIÓN ESTRELLA


Para realizar el arranque en configuración estrella o triángulo se quitarán las plaquitas puente de la caja de bornes y se conectarán los bornes del motor con los correspondientes del arrancador.

Se controlará que los valores de la tensión y la frecuencia de la red de alimentación coinciden con los indicados en la placa de características del motor, según sea la conexión estrella o triángulo.

Funcionamiento, puesta en marcha y paro.

No se utilizará una bomba para un servicio distinto para el cual ha sido preparada. Si las condiciones en la instalación varían, se determinarán los cambios necesarios para adecuarla a las nuevas exigencias.

PUESTA EN MARCHA

Antes de la puesta en marcha se tendrán en cuenta las siguientes indicaciones:

- Se comprobará el perfecto cebado de la bomba y tubería, el fluido debe desbordar la instalación para garantizar que se ha eliminado el aire, sobre todo en la aspiración.
- La empaquetadura estará perfectamente colocada y apretada suavemente.
- Se comprobará con la mano que el eje gira fácilmente.
- Se comprobará la alineación del grupo.
- Se verificará que el sentido de giro es coincidente con el indicado por la flecha que está situada en el cuerpo de la bomba.
- En el caso e que la lubricación sea por aceite, se comprobará el nivel de llenado de la caja de rodamientos.
- Se comprobará que se han montado todas las protecciones de las partes móviles.

Si se realiza por arranque directo, la primera puesta en marcha, una vez efectuadas todas las comprobaciones, debe realizarse con la válvula de impulsión cerrada, para reducir al mínimo el consumo de la bomba. Cuando se haya alcanzado la velocidad de régimen, se abrirá lentamente la válvula, observando al mismo tiempo la variación de consumo, hasta la total apertura de la misma. En régimen normal, el consumo medido en amperios, no debe superar al que se indica en la placa del motor. Todas estas operaciones en el arranque con la válvula, no serán necesarias en el caso de que el arranque se realice progresivamente ya sea con arrancadores estáticos o con variadores.

PARO DE LA BOMBA

Para proceder a la parada del equipo, la válvula reguladora deberá llevarse a la misma posición, que la mantenida durante la puesta en marcha. Podríamos efectuar la parada con la válvula de regulación abierta en el caso de que la instalación esté dotada con dispositivos antiarriete, arrancadores estáticos o variadores que provoquen una parada progresiva de los motores.

Se controlará que la deceleración del motor sea normal y una vez se haya parado se cerrarán los circuitos auxiliares.

Para períodos largos de parada de los equipos se debe vaciar por completo la bomba y las tuberías, para evitar los riesgos de helada durante el invierno y la posible oxidación de los elementos mecánicos que se pueda originar por el líquido estancado.

Gestión y controles.

- El funcionamiento debe ser silencioso y exento de vibraciones. Se controlará transcurridas las primeras 200 horas de utilización, la perfecta alineación del equipo bomba-máquina motriz.
- Se verificará que el caudal y la presión de servicio se corresponden con los determinados en los campos de trabajo.
- Para los equipos con motor eléctrico, se controlará que la corriente absorbida no supere los valores indicados en la placa de características del motor.
- El calor producido por el frotamiento de la empaquetadura con el eje se elimina por refrigeración con el mismo líquido bombeado para lo cual se debe garantizar un goteo leve. Si el goteo es elevado y no puede reducirse mediante el apriete del prensa estopas, será necesario sustituir la estopada.

4.45 VALVULAS ANTICIPADORAS DE ONDA

En primer lugar, se comprobará que la válvula está instalada con la flecha de dirección de flujo en el sentido correcto. También, se revisarán cuidadosamente los accesorios, componentes y tubos de conexión pilotos y válvulas. Después se seguirán los siguientes pasos:

Comprobar que la llave de 3 vías conecta con el circuito de control (según señala la flecha de la manija). Debe conectar la sección de aguas arriba de la válvula al circuito de control.

La válvula anticipadora se calibrará con las siguientes especificaciones:

- Piloto de alta presión (HP): 9,0 atm
- Piloto de baja presión (LP): 5,0 atm

Purgar el aire del circuito de control de la válvula anticipadora aflojando el accesorio de la tapa en el punto más elevado. Reajustar el perno anular del accesorio.

4.46 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

La instalación eléctrica se ajustará al Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y a sus Instrucciones Técnicas Complementarias, ITC BT.

El recorrido de los tubos se indicará previamente sobre los muros y se someterá a la aprobación del Director de Obra, antes de proceder a su ejecución definitiva. Se salvarán las curvas en cuanto sea posible. No se tolerará derivación alguna sin su correspondiente caja. Se cuidará que el agua no pueda quedar alojada en las bolsas formadas por los tubos y de modo que no encuentre salida por los registros. La ejecución de los tubos antes del enlucido podrá hacerse con yeso. Una vez colocados los tubos no se enlucirá ninguna poza sin que lo ordene el Ingeniero Director.

No se permitirá la unión de conductores (empalmes y/o derivaciones) mediante retorcimiento o arrollamiento entre sí de los mismos, sino que deberán utilizarse siempre bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Siempre deberán venir dentro de cajas de empalme o derivación.

Las cajas de registro han de quedar rasantes con el enlucido o con el forjado de los muros. Estas cajas serán de fundición y de los tipos llamados pesados si van empotradas en los muros. Los conductores no se colocarán hasta que la red esté colocada y seca. Las obras se medirán por puntos y unidades colocadas.

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de toma una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598:2015, Luminarias.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.

- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitudes térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

4.47 MEDIDAS AMBIENTALES

4.47.1 Generalidades

Deberán ejecutarse todas las medidas ambientales recogidas en el documento ambiental del proyecto, siguiendo de forma precisa el establecimiento definido en el mencionado documento. De forma específica se detallan a continuación las medidas establecidas en el ámbito del PRTR y contempladas en el Convenio MAPA-SEIASA.

4.47.2 Acciones de divulgación y formación en buenas prácticas agrícolas

El proyecto incorpora, dentro del documento ambiental, acciones concretas de divulgación y formación en buenas prácticas agrícolas, dirigidas a los miembros de la comunidad de usuarios del agua beneficiarios de las obras. Estas acciones se desarrollarán antes de hacerles entrega de la obra. Se trata de una medida preventiva a desarrollar durante la fase de ejecución del proyecto. **Los contenidos de los cursos se incluyen en el documento ambiental del proyecto en el apartado correspondiente al Plan de Vigilancia Ambiental en la fase de ejecución.** Para la definición de los contenidos a impartir se han seguido los criterios incluidos la Directriz científico-técnica Programa de divulgación y formación en buenas prácticas agrarias (BPA), Directriz nº5, elaborada por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

El curso general se inicia con una introducción sobre el Plan, la aplicación del principio DNSH en el marco del Plan y una visión general de las medidas descritas en las directrices 1-4, elaborada a partir de los cursos específicos, extrayendo de ellos los aspectos más relevantes y equilibrando los diferentes aspectos a tratar.

Seguidamente, se imparten conocimientos que van más allá de los meramente recogidos en las directrices 1-4 y que son básicos, necesarios y relevantes a la hora de aplicar el CBPA en zonas agrícolas de regadío:

1. Conservación y calidad de los suelos en zonas agrícolas de regadío
2. Balance de agua en los suelos

3. Agricultura de precisión y uso sostenible de plaguicidas
4. Uso eficiente de fertilizantes nitrogenados
5. Eficiencia del uso de la energía en redes de riego presurizadas
6. Principios básicos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas

En esta medida de formación se incluye además el curso específico correspondiente a la directriz 3-4: Implementación de medidas y buenas prácticas para la sostenibilidad ecológica de los paisajes agrarios de regadíos.

4.47.3 Estructuras vegetales en alineación.

Con la intención de conectar las dos zonas de actuación (estación de bombeo y torre elevadora), se pretende implantar una estructura vegetal lineal entre la carretera y las parcelas de cultivo que se encuentran atravesadas por las instalaciones, buscando mejorar el control de la escorrentía y la conectividad hidrológica, a la vez que se aumenta la biodiversidad y se conecta ecológicamente las zonas revegetadas. Las estructuras vegetales en alineación serán las siguientes:

- Arbustos y herbáceas perennes en alineación (con 1 o varias líneas de plantación): Consistirá en la creación de una o varias líneas de plantación establecidas mediante la implementación de alineaciones de arbustos sin herbáceas anuales, de tal forma que su presencia futura de estas estructuras de vegetación no dificulte la gestión de la actividad agrícola. Las especies a implantar serán:
 - Arbusto: Lentisco (*Pistacia lentiscus*)
 - Mata: Romero (*Rosmarinus officinalis* ahora denominado *Salvia rosmarinus*)

Plantación

Los arbustos se dispondrán en marco a tresbolillo con una distancia de 1,5 x 2 m.

Las matas, igualmente a tresbolillo con una distancia de 1,5 x 1 m.

La superficie a plantar será una franja de 300 metros de longitud por 3 metros de anchura (900 m²)

Por tanto, el número de plantas necesarias para su implantación son las siguientes:

Especie	Superficie	Densidad	Nº de plantas
Lentisco	900	2,60 m ² /planta	346
Romero	900	1,30 m ² /planta	692

La actuación incluirá la apertura de hoyos de 30 x 30 x 30 cm, replanteo, distribución de la planta, abonado, tapado, aporcado, formación de alcorque y primer riego (30 l), según el esquema incluido en el documento ambiental del proyecto.

Se asegurará el mantenimiento con riego y la reposición de marras durante los 3 primeros años tras la ejecución de las obras, tal y como se describe en el Plan de Vigilancia Ambiental.

4.47.4 Estructuras vegetales areales.

Junto al depósito elevado se pretende implantar una estructura vegetal formando una especie de bosque en superficie, ya que la vegetación natural de la zona ha quedado muy reducida.

Consistirá en la creación de plantaciones establecidas de forma que cubran superficies areales en taludes de infraestructuras o espacios improductivos de los paisajes del regadío mediante la implementación de bosquetes con especies leñosas y herbáceas. Con esta actuación también se pretende implantar especies que atraigan polinizadores y enemigos naturales. Las especies a implantar serán:

- Arbusto: Lentisco (*Pistacia lentiscus*)
- Mata: Romero (*Rosmarinus officinalis* ahora denominado *Salvia rosmarinus*)

Plantación

Los arbustos se dispondrán en marco a tresbolillo con una distancia de 1,5 x 2 m.

Las matas, igualmente a tresbolillo con una distancia de 1,5 x 1 m.

La superficie a plantar será unos 250 m²

Por tanto, el número de plantas necesarias para su implantación son las siguientes:

Especie	Superficie	Densidad	Nº de plantas
Lentisco	250	2,60 m ² /planta	96
Romero	250	1,30 m ² /planta	167

La actuación incluirá la apertura de hoyos de 30 x 30 x 30 cm, replanteo, distribución de la planta, abonado, tapado, aporcado, formación de alcorque y primer riego (30 l), según el esquema incluido en el documento ambiental del proyecto.

Se asegurará el mantenimiento con riego y la reposición de marras durante los 3 primeros años tras la ejecución de las obras, tal y como se describe en el Plan de Vigilancia Ambiental.

4.47.5 Instalación de cajas nido y refugios

Caja nido tipo vencejo. Características y colocación

Se instalarán 8 unidades (5 ud. en la estación elevadora y 3 ud. en el depósito elevado), construidas con madera sostenible. Tiene frontal abatible para su inspección y limpieza. Las maderas se unen con tirafondos para que tengan mayor consistencia y durabilidad. Están dispuestas de colgadores de acero inoxidable para su colocación en la pared.

Se colocarán a una altura superior a los 10 m, siempre en orientación Norte, huyendo de la radiación solar directa. Si es posible, las cajas deben instalarse preferiblemente bajo vigas, cornisas o tejados, de modo que no se mojen si llueve, lo que alargará mucho su vida útil. Es preferible instalarlas en pequeños grupos antes que solitarias debido a las costumbres coloniales de los vencejos. Las cajas nido irán fijadas mediante tornillería en el tejado o fachada de edificaciones

Caja nido tipo murciélago. Características y colocación

Se instalarán 4 unidades (2 ud. en la estación elevadora y 2 ud. en el depósito elevado), construidas con madera sostenible. Tiene frontal abatible para su inspección y limpieza. Las maderas se unen con tirafondos para que tengan mayor consistencia y durabilidad. Están dispuestas de colgadores de acero inoxidable para su colocación en la pared. Se colocarán en la pared del depósito elevado y estación de bombeo. Colocar de 3 a 5 m de altura, orientada hacia el norte, evitando que durante el día les dé el sol.

Con el fin de analizar los mejores emplazamientos para la ubicación de cajas nido, se realizará un estudio previo en la zona (se describe en el Plan de Vigilancia Ambiental incluido en el documento ambiental del proyecto).

4.48 GESTIÓN DE RESIDUOS

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad,

expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista Europea de Residuos Publicada por 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, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Es obligación del Contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad, de los certificados de los contenedores empleados, así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por la entidad autonómica competente.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como de ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos. En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15 cm a lo largo de todo su perímetro. En los mismos deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor/envase y el número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. Esta información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor, adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que presta servicio.

En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.

Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados. La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente. Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos. La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales. Asimismo, los residuos de carácter urbano generados en las obras (resto de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.

Los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón serán tratadas como escombros.

Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.

Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.

4.49 UNIDADES NO INCLUIDAS EN EL PRESENTE PLIEGO

Las unidades de obra que no se han incluido en el presente Pliego de Condiciones, se ejecutarán de acuerdo con lo sancionado por la costumbre como reglas de buena construcción y las indicaciones que sobre el particular señale el Ingeniero Director.

5 MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

5.1 NORMAS GENERALES

La valoración de las obras se realizará aplicando a las unidades de obra ejecutada, los precios unitarios que para cada una de las mismas figuran en los Cuadros de Precios que figuran en el presupuesto, afectados por los porcentajes de contrata y baja de licitación en su caso. A la cantidad resultante se añadirá el Impuesto Sobre el Valor Añadido vigente.

Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego de Condiciones Técnicas. Estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales y costos de obtención de los permisos necesarios, así como las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados, afectados por el proceso de ejecución de las obras, construcción y mantenimiento de cambios de obra, instalaciones auxiliares, etc. Igualmente, se encuentran incluidos aquellos conceptos que se especifican en la definición de cada unidad de obra, y la parte proporcional de ensayos, siempre y cuando ésta no supere el 1% del presupuesto de ejecución por contrata de la obra.

La Dirección de Obra examinará la relación valorada y dará el visado de conformidad o hará en caso contrario las observaciones que estime oportunas.

La Dirección de Obra emitirá la certificación a partir de la relación valorada, en concepto de pagos a buena cuenta, sujetos a las rectificaciones y variaciones que se produzcan en la medición final y sin suponer en forma alguna aprobación y recepción de las obras que comprende.

La medición del número de unidades que han de abonarse se realizará en su caso de acuerdo con las normas que establece este capítulo, tendrá lugar en presencia y con intervención del contratista, entendiéndose que éste renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente, no compareciere a tiempo. En tal caso, será válido el resultado que la Dirección Facultativa consigne.

Para la medición de las distintas unidades de obra, servirán de base las definiciones contenidas en los planos del proyecto, o sus modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa.

La valoración de las obras añadidas o detraídas, de las modificaciones realizadas se realizará aplicando a las unidades de obra ejecutadas, los precios unitarios que para cada una de ellas figuren en el Cuadro de Precios.

Cuando en la liquidación o medición de las obras por causa de modificaciones, suspensión, resolución o desistimiento, se constatará la ejecución incompleta de unidades incluidas en el contrato y dentro de los programas de trabajos establecidos, El Contratista tendrá derecho al abono de la parte ejecutada, tomándose como base única para la valoración de las obras elementales incompletas, los precios que figuren en el Cuadro De Precios Unitarios.

En caso de que en el desarrollo de las obras se observara la necesidad de ejecutar alguna unidad de obra no prevista en dicho cuadro, se formulará por la Dirección Facultativa el correspondiente precio de la nueva unidad de obra, sobre la base de los precios unitarios del cuadro de precios y su descomposición. En caso de que no fuera posible determinar el precio de la nueva unidad de obra con arreglo a tales referentes, los nuevos precios se fijarán contradictoriamente entre la dirección de Obra y El Contratista. En este supuesto, los precios y los rendimientos contradictorios se deducirán (por extrapolación, interpolación o proporcionalidad) de los datos presentes en los anexos al contrato, siempre que sea posible. En caso de discrepancia se recurrirá al arbitraje previsto en las cláusulas generales del contrato. En todo caso, el abono en cuestión exigirá la previa conformidad escrita de la Dirección de Obra.

En caso de que la unidad de obra objeto de precio contradictorio se ejecutase antes de la determinación definitiva del citado precio, se certificará en aquel mes según el precio propuesto por la Dirección de Obra. Una vez alcanzado mutuo acuerdo sobre el mismo o resuelto el arbitraje fijándolo, la Dirección de Obra abonará o descontará la diferencia con la actualización equivalente al tipo de interés legal, fijado en la Ley de Presupuestos, pudiendo realizar tal reducción, en su caso, descontando su importe de la suma a pagar al Contratista en el vencimiento inmediato siguiente.

El Contratista estará obligado a ejecutar las unidades de obra no previstas en el Cuadro de Precios Unitarios que expresamente le ordene la Dirección de Obra, aún en el caso de desacuerdo sobre el importe del precio contradictorio de esta unidad, sometiéndose en tal supuesto, y, en todo caso, una vez ejecutadas tales unidades de obra, al sistema de fijación de precios contradictorios y, en último extremo, al arbitraje previsto en el contrato. En todo caso, los precios contradictorios se referirán a la fecha de licitación.

5.2 DEMOLICIONES

Este artículo se refiere a la aplicación del precio de demolición de obras de fábrica macizas.

Éste será aplicable única y exclusivamente a cualquier obra de fábrica existente que sea preciso demoler a fin de realizar la obra, así como a la demolición de firmes de las carreteras y caminos existentes y a la demolición en los cruces con acequias.

Este precio comprende la mano de obra y las operaciones necesarias para la demolición de las obras indicadas, y no incluye la carga y transporte a vertedero de los productos resultantes.

5.3 DESBROCES

Se refiere a la aplicación del precio correspondiente al desbroce del manto vegetal. El precio comprende las operaciones de despeje, desbroce y excavación de todo tipo de vegetación, incluidos en los primeros veinte centímetros, según se indique en los cuadros de Precios.

5.4 EXCAVACIONES

Todas las unidades de obra de excavación, explanación y desmonte se medirán en volumen por metros cúbicos.

La medición se calculará por diferencia según el eje de las zanjas entre los perfiles naturales obtenidos del estado previo del terreno antes de la excavación y los deducidos de las secciones definidas en los planos de proyecto o en sus modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa.

El cálculo de volúmenes se realizará en base a las anchuras de base de excavación y taludes definidas en las secciones tipo de los planos proyecto, adoptando como profundidades de tierra y roca excavadas los datos reales tomados del movimiento de tierras realizado y aprobado.

El contratista viene obligado a poner en conocimiento de la Dirección Facultativa la aparición de roca en las excavaciones, tanto en explanaciones y desmonte como en apertura de zanjas, con objeto de que pueda definirse la superficie de separación tierra - roca que sirva para efectuar las mediciones correspondientes. La no observancia a la Dirección Facultativa llevará consigo que se cubique como si fuese tierra toda la excavación realizada. El precio de excavación de zanja en roca se aplicará cuando toda ella se efectúe sobre este tipo de material. Este precio incluye todos los materiales y medios necesarios para la excavación, incluso explosivos.

No se medirá ni abonará ningún exceso que el Contratista realice sobre los volúmenes que se deduzcan de los datos contenidos en los planos y órdenes que reciba de la Dirección Facultativa antes del comienzo o en el curso de la ejecución de las mismas. En las zanjas y excavación de cimientos, los taludes y anchura que servirán para efectuar la cubicación de abono al Contratista serán, para cualquier clase de terreno, los marcados en los planos. Los perfiles del Proyecto se comprobarán o modificarán al efectuarse el replanteo de las obras y al pie de las diversas hojas figurará la conformidad del Ingeniero Director y del Contratista o de las personas en quienes

deleguen estos. Durante la ejecución de las obras se sacarán cuantos perfiles transversales se estimen necesarios, firmándose igualmente las hojas por ambas partes. No se admitirá ninguna reclamación del Contratista sobre el volumen resultante que no esté en las hojas anteriormente citadas.

En el caso del precio de excavación en zanja, para colocación de tuberías, el precio incluye la excavación, carga y transporte, así como la compactación de la solera de la zanja para tubería. No será de abono los nichos para mejor colocación de las juntas.

Además, incluye el transporte a acopios para posterior utilización y el transporte a vertedero de los productos sobrantes o desechables. En este precio se considera incluido igualmente el mayor volumen a transportar debido al esponjamiento. Los vertederos una vez agotados, se enrasarán y acondicionarán en las condiciones estéticas señaladas por la Dirección de Obra, estando esta operación incluida como parte proporcional de la excavación correspondiente.

Igualmente, y si no existe prescripción en contra, en el precio de excavación se incluyen las entibaciones necesarias así como las labores de agotamiento del agua en la excavación en tanto ésta se encuentre abierta. Se incluye también en el precio el establecimiento de barandillas y otros medios de protección que sean necesarios; la instalación de señales de peligro, tanto durante el día como durante la noche; el establecimiento de pasos provisionales durante la ejecución de las obras tanto de peatones como de vehículos, el apeo y reparación de las conducciones de agua, teléfonos, electricidad, saneamiento y otros servicios y servidumbres que se descubran al ejecutar las excavaciones para terminar completamente la unidad de obra y dejar el terreno inmediato en las condiciones preexistentes

En caso de desprendimientos o riesgo de los mismos en los taludes de la excavación efectuada, el Contratista dispondrá los medios humanos y mecánicos necesarios para la retirada de los materiales desprendidos y/o para el saneo de la zona atendiendo las órdenes de la Dirección Facultativa. Estos medios no serán de abono, ni tampoco los desperfectos ocasionados por el desprendimiento sobre materiales existentes en acopio o tajos en curso (encofrados, hormigonados, etc.) ni serán atendibles alteraciones en el plazo por dicha causa salvo autorización expresa por escrito de la Dirección Facultativa.

5.5 TRANSPORTE ADICIONAL

La medida del transporte adicional será hecha por los m³ - kilómetro realmente transportados y utilizados en las obras, obtenido de acuerdo con las condiciones mencionadas en el presente Pliego. A las medidas así obtenidas les será aplicado el precio del transporte adicional recogido en el Cuadro de Precios.

Este precio solo será aplicable por tanto para distancias superiores a los 3 kilómetros y con la aprobación previa del Ingeniero Director.

5.6 RELLENOS

Este Artículo se refiere a la aplicación de los precios que hacen referencia al relleno localizado y a los gaviones, del Cuadro de Precios.

Todos los precios serán aplicables al relleno con material filtrante de zanjas, pozos y cualquier obra que no necesitare.

La medida y pago de los rellenos se hará, en general, mediante la aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios, a las mediciones efectuadas por diferencia entre los perfiles del terreno obtenidos antes de comenzar las operaciones para ejecutar los terraplenes y los de dichos terraplenes o rellenos terminados, de acuerdo con los planos del Proyecto o con lo establecido por el Ingeniero. El precio incluye el extendido, la compactación y mantenimiento de los terraplenes de acuerdo con las especificaciones del capítulo anterior. Las operaciones de proceso y humectación de los materiales estarán también incluidas en los precios correspondientes, incluso cuando estas operaciones se realicen fuera del lugar de colocación de los terraplenes. En general el precio abarca todas las operaciones y costes derivados de la operación en su totalidad y que incluye: cánones y costes de compra de material, transporte, carga y transporte desde acopios intermedios de obra, rampas de acceso a la excavación, vertido, extensión y compactación. Igualmente incluye las operaciones de seleccionado o criba del material cuando se exija o sea necesario.

5.7 REFINOS

Este Artículo se refiere a la aplicación de los precios que hacen alusión a los refinados, del Cuadro de Precios.

El abono se hará mediante la aplicación del correspondiente precio a los metros cuadrados de superficie refinada medidos a partir de las dimensiones teóricas de la sección. Dicho precio incluye todas las operaciones necesarias hasta su completa terminación, incluyendo la retirada de los productos procedentes del refino.

5.8 OBRAS DE COMPACTACIÓN

Se medirán los metros cúbicos (m³) de terreno realmente construidos y se valorarán a los precios unitarios expresados en el Cuadro de Precios del Presupuesto.

5.9 HORMIGONES

Se refiere este Artículo a las normas que regirán en la aplicación de los precios que hacen referencia a los hormigones, tanto en masa como para armar, del Cuadro de Precios.

Los precios de hormigones a que se refiere este Artículo se abonarán únicamente a los metros cúbicos realmente colocados en obra y tienen incluidos todos los materiales, incluso cualquier clase de aditivos, fabricación, transporte y colocación y conservación hasta el fraguado de treinta días y se entenderán de aplicación con independencia de que los recintos de hormigonado contengan o no armaduras y cuyo volumen no se deducirá de la medición de abono. También comprenden la terminación de superficies hormigonadas en las condiciones específicas o que prescribirá el Ingeniero Director.

Dentro del precio de los hormigones se entienden incluidos los costes de los ensayos que se especifican en el Capítulo IV, en cantidad y condiciones.

Siempre se aplicará el precio del nombre del hormigón que figure en los planos o que haya sido ordenado por escrito por el Ingeniero Director. En caso de duda o duplicidad de nombres de deberá consultar al Ingeniero Director, que decidirá cuál debe emplearse.

5.10 ENCOFRADOS

Se refiere este Artículo a la aplicación de los precios correspondientes a los encofrados independientemente de que éstos sean planos o curvos, del Cuadro de Precios.

El encofrado se clasificará, a efectos de abono, de acuerdo con la situación dentro de las obras de acuerdo con la clasificación establecida en el Cuadro de Precios. Debe entenderse que dichos precios corresponden al coste medio de los encofrados para cada una de dichas obras, independientemente de su situación, clase y otras circunstancias.

El precio del encofrado de una determinada obra se aplicará por tanto a todos los encofrados dentro de dicha obra.

Cuando el Ingeniero Director ordenase ejecutar una obra fuera de las previstas en el Proyecto, el precio del encofrado se asimilará al del encofrado de una obra provista de precio específico y cuya relación entre los encofrados de los diversos tipos sean semejantes.

El encofrado será medido como el área del encofrado en contacto con las superficies de hormigón que deben ser sostenidas.

En todos los casos los precios citados incluyen los apeos para colocación del encofrado, los elementos de amarre, soporte o arriostramiento y el desencofrado.

5.11 ARMADURAS

Se refiere este Artículo a la aplicación de los precios del Cuadro de Precios que hace referencia al acero, tanto para armaduras como aceros laminados.

Estos precios comprenden el suministro e instalación del acero de refuerzo necesario para la construcción de las estructuras de hormigón que formarán parte de la obra y deberá incluir el suministro de todos los materiales, instalaciones, equipo y mano de obra necesarios para completar esta parte de la obra y todos los trabajos relacionados con la misma, los cuales no tendrán medida ni pago por separado.

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- Los espaciadores, ganchos y demás accesorios que se utilicen para la fijación del refuerzo durante la colocación del hormigón.
- El acero de refuerzo para hormigón que el Contratista use para su propia conveniencia y sin que sea ordenado por el Ingeniero Director.
- Los ensayos que deba realizar la Administración para obtener criterios de aceptabilidad del acero de refuerzo para cuando el Contratista no suministre evidencia satisfactoria de que el acero de refuerzo suministrado a la obra cumple con los requisitos aquí especificados.
- El suministro y mantenimiento de una máquina dobladora y existencia adecuada de varillas de acero de refuerzo que permitan ejecutar rápidamente las adiciones o revisiones necesarias cuando las operaciones de doblado vayan a ser realizadas por un proveedor cuyas instalaciones se encuentren fuera de la obra.

- El suministro de refuerzo adicional que sea requerido cuando el Contratista introduzca solapes o uniones adicionales a las que se muestren en los planos y éstas sean aprobadas por el Ingeniero Director.
- Los trabajos y costos adicionales que puedan resultar del reemplazo de uniones por solape por uniones soldadas realizadas por conveniencia del Contratista y que sean aprobadas por el Ingeniero Director.
- Los materiales necesarios para colocar la malla electrosoldada.

La medida para el pago de varillas de acero de refuerzo será el peso en kg de las varillas instaladas, el cual será calculado con base en los pesos nominales por unidad de longitud que certifique el fabricante para cada uno de los diámetros de las varillas de refuerzo y en las longitudes de las varillas mostradas en los planos, o las que indique el Ingeniero Director.

El pago por el suministro del acero de refuerzo se hará al precio correspondiente al acero B500S, recogido en el Cuadro de Precios, que incluye el manejo, almacenamiento, doblado, solapes, colocación y construcción de elementos de soporte, todo de acuerdo con lo especificado.

La medida para el pago de malla electrosoldada será la cantidad en metros cuadrados de malla debidamente instalada, y aceptada por la Administración.

El pago por el suministro de la malla electrosoldada incluirá el manejo, almacenamiento, doblado, y colocación de la malla.

El peso específico para la determinación del material a abonar se tomará igual a siete con ochenta y cinco (7,85) kilopondios por decímetro cúbico.

5.12 MALLAS ELECTROSOLDADAS

En el caso del acero en mallazo electrosoldado para armado de forjados y soleras se medirá por metro cuadrado (m²) previstos en planos y/o mediciones debidamente autorizadas y se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios 1 del Presupuesto incluyendo colocación, solapes, pérdidas, despuntes, atados, separadores, rigidizadores y soportes.

5.13 REJILLA ELECTROSOLDADA

En el caso del acero en rejilla electrosoldada para tapa de arquetas, pasarelas y escalones se medirá por metro cuadrado (m²) previstos en planos y/o mediciones debidamente autorizadas y se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios 1 del Presupuesto incluyendo colocación.

5.14 FÁBRICA DE LADRILLO O BLOQUE

Las fábricas de ladrillo o bloque se abonarán por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados medidos sobre los planos autorizados. Los precios incluyen los ladrillos o bloques y sus piezas especiales, morteros, hormigones de relleno, armaduras, mano de obra, medios auxiliares y, en general, todos los elementos necesarios para la correcta terminación de la unidad de obra, a juicio de la Inspección Facultativa. Los precios incluyen además los trabajos singulares de unión con los pilares y bordes de huecos con los aparejos, que se definen en los planos.

Solamente se abonarán aparte, los excesos de armaduras sobre los indicados en los Planos, motivados por órdenes expresa de la Inspección de obra.

Serán a descontar los huecos ocupados por ventanas, puertas o cualquier tipo de hueco en la obra.

Cuando el título del Precio indique el empleo de bloques y mortero coloreados, la modificación de color por parte de la Inspección Facultativa, no supondrá variación alguna en el importe de abono que figure en el Cuadro de Precios.

5.15 ENFOSCADOS

La medición y valoración se efectuará siguiendo los criterios expuestos en los enunciados contenidos en cada partida relativa a este tipo de trabajos, en los que se definen los diversos factores contabilizados (tipo de mortero, de paramento a revestir, exigencias de acabado, descuento o no de huecos, empleo de medios auxiliares y elementos de seguridad, etc.) para entregar el elemento terminado, en condiciones de servicio, y que influyen, lógicamente, en el precio descompuesto resultante. Se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios del Presupuesto.

5.16 ANCLAJES, SOPORTES, CONTRARRESTOS DE HORMIGÓN Y METÁLICOS

Se medirán por unidades realmente ejecutadas según las especificaciones en los planos o según los órdenes de la Dirección Facultativa y se abonará a los precios correspondientes del Cuadro de Precios, incluyendo dichos precios tanto las posibles excavaciones localizadas, los anclajes de hierro efectuados con redondo de armar, los encofrados en madera cepillada, el hormigón correspondiente totalmente colocado y el galvanizado en caliente de los contrarrestos metálicos, así como la tornillería bicromatada y las juntas de asiento que fueran necesarias.

5.17 CARPINTERÍA METÁLICA

5.17.1 Puerta de acero

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 del Presupuesto.

5.17.2 Carpintería de aluminio

La medición y valoración se realizará por unidad de puerta o 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 metro cuadrado (m²) de puerta o ventana, considerando e incluyendo los conceptos indicados. Se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios del Presupuesto.

5.18 CUBIERTAS

La medición y valoración se efectuará por metro cuadrado (m²) medido en verdadera magnitud, 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 entregar el elemento terminado y en condiciones de servicio y que, obviamente, influyen en el precio descompuesto resultante. Se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios del Presupuesto.

5.19 ASPIRADOR GIRATORIO

La medición y valoración se efectuará por unidad, 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 para entregar el elemento terminado y en condiciones de servicio y que, obviamente, influyen en el precio descompuesto resultante. Se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios del Presupuesto.

5.20 TUBERÍAS

Se refiere a la aplicación de los precios correspondientes a las tuberías, independientemente del material que sean éstas, del Cuadro de Precios.

Las tuberías se abonarán por metro lineal realmente ejecutado según el eje de la conducción, descontando los metros ocupados por las piezas especiales, hidrantes y demás componentes; no se tendrá en cuenta en la medición las partes de tubería instalada introducidas en piezas especiales, accesorios y otros componentes. El abono incluye el suministro de los tubos cortados en módulos y longitudes que permitan adaptarse a los radios de trazado proyectados, la colocación en la zanja, la ejecución de las uniones y la ejecución de las pruebas hidráulicas y no hidráulicas que ordene el Director de Obra.

No se efectuará la certificación de ninguna partida de conducciones sin que se hallan realizado las pruebas hidráulicas correspondientes, tantas veces como sea necesario hasta obtener un resultado satisfactorio. Estas pruebas serán realizadas por un laboratorio homologado, que designará la Dirección de Obra e irán a cargo del Contratista tal y como dicta este pliego. El abono se efectuará aplicando los precios que aparecen en el presupuesto ofertado por la contrata.

Las tuberías se medirán y abonarán por metros lineales completamente instalados y funcionando.

Todos los precios comprenden, aunque literalmente no se diga, la compra del material, instalación, juntas y su montaje, pruebas de funcionamiento y gastos generales.

5.21 ACCESORIOS DE TUBERÍAS

Todos los accesorios (codos, tés, manguitos, empalmes, ventosas, etc.) se medirán por unidades realmente instaladas según especificaciones de proyecto o Dirección Facultativa, a los precios señalados para cada una en el Cuadro de Precios, que incluyen la carga y transporte desde los lugares de acopio a los tajos, su colocación y los medios auxiliares, como juntas y tornillería bicromatada.

Indistintamente podrán incluirse los precios de las piezas especiales como un porcentaje dentro de la unidad de obra de m.l. de tubería, esto se efectuará así para las conducciones de PEAD.

5.22 SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN

La lámina de impermeabilización se medirá y abonará por metros cuadrados (m²). La medición se hará sobre la superficie realmente cubierta, abonándose al precio que figura en el Cuadro de Precios para esta unidad. En el precio se incluyen todas las operaciones necesarias para la colocación con las condiciones estipuladas en el presente Pliego, los solapes soldaduras, uniones y materiales de todo tipo que se precisen.

El fieltro geotextil entre la lámina impermeabilizante y el terreno se medirá y abonará por metros cuadrados (m²). La medición tendrá lugar exactamente como en el caso de lámina impermeable, abonándose al precio que figura en el Cuadro de Precios para esta unidad.

Los fieltros para las zanjas de drenaje están incluidos en las citadas unidades, por lo que no será objeto de abono. Los fieltros para otras aplicaciones en la obra se medirán y abonarán por metros cuadrados realmente colocados. La medición tendrá lugar sobre las superficies cubiertas una vez extendidos los fieltros.

Los precios de los fieltros incluyen todas las operaciones necesarias para su colocación, solapes, cosidos, recortes y los materiales precisos.

5.23 AGLOMERADOS

Se medirán por t o cm/m² realmente ejecutados a los precios del Cuadro de Precios. La sección de abono será la teórica de los planos y mediciones, debiendo el Contratista recabar la autorización de la Dirección Facultativa para cualquier exceso debido a saneos localizados no previstos en proyectos.

Cuando el abono se haga por t su medición se hará por vales de pesada sobre camión.

5.24 RELLENOS LOCALIZADOS DE MATERIAL FILTRANTE

Se medirán por metro cúbico (m³) realmente ejecutados según la sección definida en los planos del proyecto y se abonará a los precios correspondientes del Cuadro de Precios.

El precio incluye, el material, transporte, extendido y compactación según las condiciones de Proyecto.

5.25 BORDILLOS

Se medirán por metros lineales realmente colocados, e indicados en los planos y se abonarán a los precios indicados en el Cuadro de Precios del Presupuesto.

No habrá precio adicional para las piezas curvas, especiales y de bordillo rebajado.

5.26 PINTURA EN PAREDES Y TECHOS

Se medirá por metro cuadrado (m²) realmente realizados al precio del Cuadro de Precios que incluye en su caso la limpieza previa sea cual sea el origen de la suciedad, y la aplicación del número de capas según especificación del Artículo correspondiente del Pliego y Planos, todo ello efectuado por un profesional de la pintura industrial debidamente acreditado ante la Dirección Facultativa.

Igualmente incluye todos los medios anteriores como son compresores, andamiajes (cualquiera que sea su envergadura), protección de elementos existentes contra las manchas, calefactores, etc.

5.27 EQUIPOS DE BOMBEO

Todas las unidades de obra, se abonarán a los precios establecidos en el Cuadro de Precios del Proyecto.

Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego de Condiciones Facultativas y comprendan el suministro, y transporte, manipulación y empleo de los materiales, cuantas necesidades circunstanciales se requieran para que la obra realizada sea aprobada por la Administración.

La medición se realizará por unidades totalmente montadas y en condiciones de funcionamiento.

Se incluyen en estos precios, todos los gastos derivados de la observación de las prescripciones contenidas en este Pliego del Proyecto, respecto al montaje de las unidades de referencia; la adquisición y transporte de la maquinaria; su montaje por personal especializado; pintura necesaria, pruebas y demás operaciones que deban realizarse hasta que la obra terminada merezca la calificación del recibo.

5.28 TELECONTROL

El telecontrol se abonará por unidades colocadas y probadas a los precios del Cuadro de Precios.

El precio incluirá todos los elementos referentes al montaje, pruebas de fábrica y en campo y presencia de técnico en puesta en marcha.

5.29 ELECTRICIDAD

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, la Dirección Facultativa procederá, en presencia de los representantes del Contratista o empresa instaladora autorizada, a efectuar los reconocimientos y ensayos precisos para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente proyecto y cumplen las condiciones técnicas exigidas.

5.30 CONSTRUCCIONES VARIAS

Se refiere a la aplicación de los precios del Cuadro de Precios correspondientes a barandillas, rejillas, tapas, pates, escaleras, hitos para amojonamiento, placas de señalización, cerramientos de vallas, etc.

Estos precios sólo serán de abono con la aprobación previa del Ingeniero Director y su medición se hará en función de la unidad correspondiente aplicada al volumen o a la superficie o la unidad realmente colocada.

5.31 VALVULERIA

Todas las unidades de obra, se abonarán a los precios establecidos en el Cuadro de Precios del Proyecto.

Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego de Condiciones Facultativas y comprendan el suministro, y transporte, manipulación y empleo de los materiales, cuantas necesidades circunstanciales se requieran para que la obra realizada sea aprobada por la Administración.

La medición se realizará por unidades totalmente montadas y en condiciones de funcionamiento.

Se incluyen en estos precios, todos los gastos derivados de la observación de las prescripciones contenidas en este Pliego del Proyecto, respecto al montaje de las unidades de referencia; la adquisición y transporte de la maquinaria; su montaje por personal especializado; pintura necesaria, prueba y pruebas.

5.32 EQUIPOS DE FILTRADO

Todas las unidades de obra, se abonarán a los precios establecidos en el Cuadro de Precios del Proyecto.

Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego de Condiciones Facultativas y comprendan el suministro, y transporte, manipulación y empleo de los materiales, cuantas necesidades circunstanciales se requieran para que la obra realizada sea aprobada por la Administración.

La medición se realizará por unidades totalmente montadas y en condiciones de funcionamiento.

Se incluyen en estos precios, todos los gastos derivados de la observación de las prescripciones contenidas en este Pliego del Proyecto, respecto al montaje de las unidades de referencia; la adquisición y transporte de la maquinaria; su montaje por personal especializado; pintura necesaria, pruebas y demás operaciones que deban realizarse hasta que la obra terminada merezca la calificación del recibo.

5.33 IMPACTO AMBIENTAL

Se refiere a la aplicación de los precios del Cuadro de Precios correspondientes a las unidades de obra necesarias para corregir o minimizar los impactos medioambientales negativos del presente proyecto.

Se medirán por unidades realmente y completamente ejecutadas y se abonarán al precio correspondiente.

5.34 MEDIOS AUXILIARES

En caso de rescisión por incumplimiento del contrato por parte del Contratista, los medios auxiliares del constructor podrán ser utilizados libre y gratuitamente por la Administración para la terminación de las obras.

Si la rescisión sobreviniese por otra causa los medios auxiliares podrán ser utilizados por la Administración hasta la terminación de las obras si la cantidad de la obra ejecutada alcanzase a los cuatro quintos de la totalidad.

5.35 PARTIDAS ALZADAS DE ABONO ÍNTEGRO

Las partidas alzadas de abono íntegro se abonarán al contratista en su totalidad, una vez determinados los trabajos u obras a que se refieran, de acuerdo con las condiciones del contrato y sin perjuicio de lo que el pliego de cláusulas administrativas particulares pueda establecer respecto de su abono fraccionado en casos justificados.

Cuando la especificación de los trabajos u obras constitutivos de una partida alzada de abono íntegro no figure en los documentos contractuales del proyecto o figure de modo incompleto, impreciso o insuficiente a los fines de su ejecución, se estará a las instrucciones que a tales efectos dicte por escrito la dirección, a las que podrá oponerse el contratista en caso de disconformidad.

5.36 OBRAS NO AUTORIZADAS Y OBRAS DEFECTUOSAS

No será objeto de valoración ningún aumento de obra sobre el previsto en los planos y en el pliego de prescripciones técnicas, que se deba a la forma y condiciones de la ejecución

adoptadas por El Contratista. Asimismo, si éste ejecutase obras de dimensiones mayores que las previstas en el proyecto, o si ejecutase sin previa autorización expresa y escrita de la Dirección de Obra., obras no previstas en dicho Proyecto, con independencia de la facultad de la Dirección de Obra de poder optar por obligarle a efectuar las correcciones que procedan, o admitir lo construido tal y como haya sido ejecutado, no tendrá derecho a que se le abone suma alguna por los excesos en que por tales motivos hubiera incurrido.

No le será de abono al contratista mayor volumen, de cualquier clase de obra que el definido en los planos o en las modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa. Tampoco le será abonado, en su caso, el coste de la restitución de la obra a sus dimensiones correctas, ni la obra que hubiese tenido que realizar por orden de la Dirección Facultativa para subsanar cualquier defecto de ejecución.

Cuando sea preciso valorar alguna obra defectuosa, pero admisible a juicio, de la Dirección Facultativa determinará el precio o partida de abono debiendo conformarse el Contratista con dicho precio salvo en el caso en que, encontrándose dentro del plazo de ejecución, prefiera rehacerla a su costa con arreglo a condiciones y sin exceder de dicho plazo.

5.37 ABONO DE OBRA INCOMPLETA

Si por rescisión del Contrato por cualquier otra causa, fuese preciso valorar obras incompletas, se atenderá el Contratista a la tasación que practique la Dirección Facultativa, sin que tenga derecho a reclamación alguna fundada en la insuficiencia de precios o en la omisión de cualquiera de los elementos que los constituyen.

5.38 MATERIALES QUE NO SEAN DE RECIBO

Podrán desecharse todos aquellos materiales que no satisfagan las condiciones impuestas a cada uno de ellos en los Pliegos de Condiciones del Concurso y del Proyecto.

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

5.39 PARTIDAS ALZADAS A JUSTIFICAR, DE TRABAJOS POR ADMINISTRACIÓN Y ELABORACIÓN DE PRECIOS CONTRADICTORIOS

Para la valoración de la unidad de obra no previstas en el proyecto, se concertarán previamente a su ejecución, Precios Contradictorios entre el Adjudicatario y la Dirección Facultativa, en base a criterios similares a los del Cuadros de Precios, y si no existen, en base a criterios similares a los empleados en la elaboración de las demás unidades del Proyecto. En caso de no llegarse a un acuerdo en dichos precios, prevalecerá el criterio de la Dirección Facultativa, la cual deberá justificar técnicamente su valoración.

A todos los efectos se utilizarán como Precios Unitarios, los recogidos en el Anexo correspondiente de la Memoria o del Pliego de Cláusulas Económico-Administrativas, que pasarán a formar parte del Contrato.

También podrá la Dirección Facultativa, cuando lo estime conveniente, ordenar por escrito al Adjudicatario, la realización inmediata de estas Unidades de obra, aunque no exista acuerdo previo en los precios, dejando esta valoración a posteriori. Siempre será necesario, que quede constancia escrita de esta orden y el Adjudicatario quedará obligado a presentar por escrito en el plazo de cinco días desde dicha orden, justificación de la valoración de la unidad, sobre cuya valoración se aplicará lo dispuesto en el primer párrafo de este Artículo.

En el caso de ejecución de Unidades de obra o Trabajos por Administración, así como en los de ayudas a otros gremios no previstos en el cuadro de precios de este Proyecto, o en los contradictorios que se acuerden previamente entre Dirección Facultativa y Adjudicatario, se utilizarán como precios unitarios, los recogidos en el Anexo correspondiente de la Memoria o del Pliego de Cláusulas Económico-Administrativas.

Sobre estos precios, no se aplicarán más coeficientes que los recogidos en dicho Anexo, no admitiéndose ningún tipo de sobreprecio o coeficiente de administración.

Para el abono de estos trabajos será condición absolutamente necesaria, la presentación de partes diarios, con especificación de la mano de obra, maquinaria, materiales empleados, y la firma diaria de conformidad, de la Dirección Facultativa o de su representante autorizado, cuya copia se incluirá en las Certificaciones de abono. Sin dicha firma de conformidad, el Adjudicatario no podrá exigir abono alguno, y estará a la valoración, que, en su caso, dictamine la Dirección Facultativa.

5.40 MATERIALES SOBANTES

El promotor no adquiere compromiso ni obligación de comprar o conservar los materiales sobrantes después de haberse ejecutado las obras, o los no empleados al declararse la rescisión del contrato.

5.41 ENSAYOS Y CONTROL DE CALIDAD

La Dirección Facultativa ordenará los ensayos que estime conveniente para la buena ejecución de las obras. El sistema de abono de los ensayos podrá ser, a decisión de la Dirección de Obra, según uno de los siguientes procedimientos:

- La empresa contratista es la encargada de realizar el contrato con el Laboratorio aprobado por la Dirección de Obra y efectuará los pagos de ensayos hasta la cantidad fijada pagándoseles al Contratista contra justificantes, sin incluir en ningún caso mano de obra o gastos adicionales. Sobre este importe de Ejecución Material, se aplicarán los coeficientes de Gastos Generales, Beneficio Industrial, y baja del concurso, y sobre todo ello, el I.V.A.
- La Dirección de Obra contrata directamente la realización de estos ensayos; no abonando, por tanto, ninguna cantidad al Contratista por este concepto

En todo caso el Contratista deberá poner por su cuenta y en su cargo todos los medios personales y materiales para llevar a cabo las tomas de muestras y su posible conservación en obra. Los gastos de las pruebas y ensayos que no resulten satisfactorios a la Dirección Facultativa serán de cuenta del Adjudicatario, aunque sobrepasen el valor del 1% considerado.

El Adjudicatario no podrá presentar ante la Propiedad reclamación alguna, en función de la modalidad 1) ó 2) adoptada para la contratación del Control de Calidad.

En ningún caso se incluyen en estos ensayos, las pruebas de estanqueidad de tuberías, registros, depósitos y otros propios de la comprobación de la buena ejecución de la obra.

5.42 GASTOS DIVERSOS POR CUENTA DE LA CONTRATA

Referente a la obra especificada en el presente Pliego de Condiciones, serán por cuenta del Contratista los gastos originados por los siguientes conceptos:

- Obtención de muestras para determinar las características de los diferentes materiales a utilizar en la obra.

- Ensayos o certificados oficiales de los mismos, si ya hubieran sido realizados, que acrediten la bondad de los materiales que se propongan para la impermeabilización.
- Toma de muestras para comprobación de la calidad de la obra realizada.
- Acondicionamiento y gastos de funcionamiento de la oficina de obra.
- Mantenimiento de la obra en las condiciones especificadas para las distintas fases.
- Los gastos de construcción, montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro del agua y energía eléctrica necesarios para las obras y en general de todas las obras, edificaciones e instalaciones construidas con carácter temporal que no queden incorporadas a la explotación.

5.43 CONCEPTOS NO INCLUIDOS EN EL PRECIO DE LAS UNIDADES DE OBRA

En los precios de las distintas unidades de obra se entenderá que se comprende el de la adquisición de todos los materiales necesarios, su preparación y mano de obra, transporte, montaje, colocación, pruebas, pinturas, toda clase de operaciones y gastos que han de realizarse y riesgos o gravámenes que puedan sufrirse aun cuando no figuren explícitamente en el Cuadro de Precios.

Cuando para la colocación en obra u operaciones ulteriores a la ejecución haya necesidad de emplear nuevos materiales o de realizar operaciones complementarias y no se consignen al efecto en el Presupuesto, se entenderá que en los precios unitarios correspondientes se hallan comprendidos todos los gastos que con tales motivos se puedan originar. En especial en el caso de las fábricas, si no existen dichas partidas, se entenderá que en su precio se comprende el valor del agua para conservarlas con el grado de humedad requerido y empapar en grado conveniente cuando sea necesario el terreno sobre el cual ha de apoyarse, de los morteros para las uniones con otras ya construidas, el de la limpieza de éstas y el de las demás operaciones necesarias para su buena trabazón; igualmente en el precio de los hierros y piezas que deban empotrarse, se considerará que va incluido el valor del mortero, cemento o plomo que en ello deban emplearse, así como el de la apertura de cajas y demás trabajos necesarios para verificar el empotramiento en las condiciones fijadas.

Los precios serán invariables, cualquiera que sea la procedencia de los materiales y la distancia de transporte, con las excepciones expresamente consignadas en este Pliego.

6 DISPOSICIONES GENERALES

6.1 DISPOSICIONES GENERALES

En la licitación y contratación de las obras regirán Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014; el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas; el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares que sirva de base para la licitación de las obras; el presente Pliego de Condiciones Facultativas y demás documentos contractuales del proyecto.

El Contratista está obligado, asimismo, al cumplimiento del Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores, y en general a todas las leyes, normas reglamentarias, etc. en vigor, que en lo sucesivo se dicten o hayan sido dictadas y puedan tener aplicación para el trabajo.

6.2 SEGURIDAD PÚBLICA Y PROTECCIÓN DEL TRÁFICO

El Contratista tomará cuantas medidas de precaución sean precisas durante la ejecución de las obras, para proteger al público y facilitar el tráfico.

Mientras dure la ejecución de las obras, se mantendrán en todos los puntos donde sea necesario, y a fin de mantener la debida seguridad del tráfico ajeno a ellas, las señales de balizamiento preceptivas de acuerdo con la O.M. de 31 de Agosto de 1987 según la instrucción 8.3 - IC. La permanencia de estas señales deberá estar garantizada por los vigilantes que fuera necesario. Tanto las señales como los jornales de estos últimos, serán de cuenta del Contratista.

Las obras se ejecutarán de forma que el tráfico ajeno a la obra, en las zonas que afecte a caminos y servicios existentes, encuentre en todo momento un paso en buenas condiciones de viabilidad, ejecutando, si fuera preciso, a expensas del Contratista, caminos provisionales para desviarlos.

No podrá nunca ser cerrado al tráfico un camino actual existente sin la previa autorización por escrito de la Dirección de Obra, debiendo tomar el Contratista las medidas para, si fuera preciso, abrir el camino al tráfico de forma inmediata, siendo de su cuenta la responsabilidad que por tales motivos se deriven.

6.3 RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista será responsable durante la ejecución de las obras de todos los daños o perjuicios, directos o indirectos, que se puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad o servicio,

públicos o privados, como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo o de una deficiente organización de las obras.

Los servicios públicos o privados que resulten dañados deberán ser reparados, a su costa, de manera inmediata.

Las personas que resulten perjudicadas deberán ser compensadas, a su costa, adecuadamente.

Las propiedades públicas o privadas que resulten dañadas deberán ser reparadas, a su costa, restableciendo sus condiciones primitivas o compensando los daños o perjuicios causados en cualquier otra forma aceptable.

6.4 SUBCONTRATOS

Ninguna parte de las obras podrá ser subcontratada sin consentimiento previo de la Dirección de Obra.

Las solicitudes para ceder cualquier parte del contrato deberán formularse por escrito, con suficiente antelación aportando los datos necesarios sobre este subcontrato, así como sobre la organización que ha de realizarse. La aceptación del subcontrato no relevará al Contratista de su responsabilidad contractual.

Se cumplirán las normas establecidas en el capítulo VII del Reglamento de Contratación.

6.5 GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA

Serán de cuenta del Contratista los gastos de medios auxiliares y de construcción, montaje y retirada de toda clase de construcciones auxiliares; los de protección de materiales y la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los Reglamentos vigentes

En los casos de rescisión de contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, serán, asimismo, de cuenta del Contratista los gastos originados por la liquidación, así como los de retirada de los medios auxiliares utilizados o no en la ejecución de las obras.

6.6 CONSERVACIÓN DEL PAISAJE

El Contratista prestará atención al efecto que puedan tener las distintas operaciones e instalaciones que necesite realizar para la consecución del contrato sobre la estética y el paisaje de las zonas en que se hallen ubicadas las obras.

En tal sentido, cuidará que los árboles, hitos, vallas, pretilos y demás elementos que puedan ser dañados durante las obras, sean debidamente protegidos, para evitar posibles destrozos, que, de producirse, serán restaurados a su costa.

Asimismo, cuidará el emplazamiento y sentido estético de sus instalaciones, construcciones, depósitos y acopios que, en todo caso deberán ser previamente autorizados por escrito, por la Dirección de Obra.

6.7 LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS

Una vez que las obras se hayan terminado, todas las instalaciones, depósitos y edificios, construidos con carácter temporal para el servicio de la obra, deberán ser demolidos.

Todo ello se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas.

Estos trabajos se consideran incluidos en el contrato y, por tanto, no serán objeto de abonos directos por su realización.

6.8 CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre los planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último.

Las omisiones en Planos y Pliego de Condiciones o las prescripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los planos y Pliegos de Condiciones, o que, por uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra, omitidos o erróneamente descritos, sino que, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliego de Condiciones.

6.9 PLAN DE EJECUCIÓN

Independientemente que se exija la presentación de un Programa de Trabajo a la hora de la licitación o bien que el Pliego de Condiciones Particulares y Económicas disponga algo sobre el particular, será de aplicación el párrafo siguiente:

En el plazo de treinta (30) días, a partir de la fecha de notificación al Contratista de la adjudicación definitiva de las obras, deberá presentar éste, al Ingeniero Director, inexcusablemente el "Programa de Trabajo" que estableció el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (B.O.E. nº 257 de 26 de octubre de 2001) ajustándose los trabajos a las anualidades y en el que se especificarán explícitamente los plazos parciales y fecha de terminación de las distintas obras.

El mencionado Programa de Trabajo tendrá carácter de compromiso formal en cuanto al cumplimiento de los plazos parciales en él ofrecidos.

Asimismo, el programa de trabajo se amoldará a la recogida de la o las cosechas que hubiese a lo largo del mismo, sin que el Contratista tenga derecho a ningún tipo de indemnización por este motivo. Cualquier modificación en este sentido deberá ser aprobada previamente por escrito por el Ingeniero Director de las obras.

El Contratista designará en el Plan propuesto la persona o personas que le representen a pie de obra, con los títulos de técnicos de grado superior, nombres y atribuciones respectivas. Dichos técnicos estarán capacitados para tratar y resolver con la Dirección de la Obra, en cualquier momento, las cuestiones que surjan referentes a la construcción y programación de las obras. Asimismo, el adjudicatario deberá aumentar los medios auxiliares y personal técnico, siempre que la Administración compruebe que ello es necesario para el desarrollo de la obra en los plazos previstos.

La falta de cumplimiento de dicho programa y de sus plazos parciales en el mismo momento que se produzca, o la petición del Contratista de rescisión en caso de ser aceptada por la Administración al amparo del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, dará lugar a la inmediata propuesta de rescisión y al encargo de ejecución de las obras a otro Contratista, previo el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicho Reglamento General.

6.10 INICIACIÓN Y REPLANTEO DE LAS OBRAS

Las obras se iniciarán al día siguiente al de la fecha del Acta de comprobación del replanteo.

Para la realización del replanteo, la redacción del acta correspondiente y la ejecución de las obras replanteadas, se cumplirá lo dispuesto en el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

Un ejemplar del Acta se remitirá a la Administración y otro se entregará al Contratista.

6.11 PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA

El plazo de ejecución de las obras será de NUEVE (9) meses, salvo indicación en contra, en el Pliego de Condiciones Particulares y Económicas del Concurso. El plazo de garantía será de dos (2) años a partir de la fecha de recepción y durante este plazo será de cuenta del Contratista la conservación y reparación de ella, cumpliéndose lo dispuesto en el Artículo setenta y tres (73) del mencionado Pliego de Cláusulas de la legislación de Obras Públicas vigente.

6.12 CANCELACIÓN DE GARANTÍAS

La garantía de las obras se efectuará cuando haya vencido el plazo de garantía, en la forma y condiciones señaladas en la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

6.13 PRUEBAS DE RECEPCIÓN

En el acto de la recepción, deberán presentarse las actas de las pruebas parciales de funcionamiento a lo largo de la obra que exija la Dirección de Obra, así como los resultados de las pruebas efectuadas para la finalización de la obra.

En particular, será preceptivo proceder, antes de recibir las obras, a probar el funcionamiento de los elementos de desagüe, compuertas, válvulas, etc. Se comprobará el fácil manejo y el buen funcionamiento de estos elementos, tanto en apertura como en cierre.

6.14 VALIDEZ DE LOS ENSAYOS

Los ensayos a efectuar tanto en hormigón como en materiales sueltos, servirán a efecto de aceptación de una tongada y para expedir las certificaciones parciales; pero su admisión antes de la recepción, en cualquier forma que se realice, no atenúa las obligaciones del Contratista de subsanar o reponer cualquier elemento que resultara inaceptable, total o parcialmente, en el acto de reconocimiento final y pruebas de recepción o anteriormente.

En caso de discrepancia entre la Dirección de Obra y el Contratista acerca del significado de los ensayos, se someterá la cuestión al arbitraje de un Laboratorio oficial, corriendo el Contratista con todos los gastos ocasionados por este motivo.

6.15 FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN

El Contratista proporcionará a la Dirección de Obra y a sus delegados o subalternos, toda clase de facilidades para los replanteos, así como para la inspección de la obra en todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a cualquier parte de la obra, incluso a los talleres e instalaciones donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos o pruebas para las obras.

6.16 LIBRO DE ÓRDENES

El "Libro de Órdenes" será diligenciado previamente por la Administración a que esté adscrita la obra, se abrirá en la fecha de comprobación del replanteo y se cerrará en la de recepción.

Durante dicho lapso de tiempo estará a disposición de la Dirección de la Obra, que cuando proceda, anotará en él las órdenes, instrucciones y comunicaciones que estime oportunas, autorizándolas con su firma.

El Contratista estará también obligado a transcribir en dicho libro, por sí o por medio de su Delegado, cuantas órdenes o instrucciones reciba por escrito de la Dirección, y a firmar a los efectos procedentes, el oportuno acuse de recibo, sin perjuicio de la necesidad de una posterior autorización de tales transcripciones por la Dirección de la Obra, con su firma, en el libro indicado.

Efectuada la recepción, el "Libro de Órdenes" pasará a poder de la Administración, si bien podrá ser consultado en todo momento por el Contratista.

El Contratista está obligado a dar a la Dirección las facilidades necesarias para la recogida de los datos de toda clase que sean precisos para que la Administración pueda llevar correctamente un "Libro de Incidencias de la Obra", cuando así lo decidiese aquélla.

6.17 ENSAYOS Y RECONOCIMIENTOS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Los ensayos y reconocimientos, verificados durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción. Por consiguiente, la admisión de materiales o de piezas y obras parciales, en cualquier forma que se realice, antes de la recepción, no atenúan las obligaciones de subsanar o reponer que el Contratista contrae, si las obras o instalaciones resultasen inaceptables, parcial o totalmente, en el acto de reconocimiento final y pruebas de recepción.

6.18 PRUEBAS

Las pruebas se realizarán bajo la dirección del Ingeniero Director y de acuerdo con sus indicaciones.

El Contratista queda obligado a suministrar a su costa todos los materiales, maquinaria y personal necesarios para realizar las pruebas. El Ingeniero Director establecerá los criterios que habrán de seguirse para la interpretación de los resultados y dictaminará acerca del juicio definitivo que debe merecer la obra, pudiendo ordenar la repetición de las pruebas hasta cerciorarse de que las obras ofrecen la estabilidad y resistencia necesarias.

En el caso en que los resultados de los ensayos no sean los esperados de acuerdo con las calidades exigidas en este Pliego de Prescripciones Técnicas el Ingeniero Director de las obras podrá rechazar la obra correspondiente, que deberá ser demolida y reconstruida a cargo del Contratista, como se indica en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales.

6.19 INSTALACIONES AUXILIARES PROVISIONALES

El Contratista queda obligado a construir por su cuenta, y retirar al fin de las obras, todas las edificaciones auxiliares para oficinas, almacenes, cobertizos, caminos de servicio, que no queden incorporados a la explotación, etc.

En particular queda obligado a construir y conservar, en perfecto estado de limpieza, las instalaciones sanitarias provisionales de las obras.

Terminadas las obras, si el Contratista no retirara las instalaciones, herramientas, materiales, etc. en el plazo que señale la Administración, ésta podrá mandar retirarlas a su satisfacción por cuenta del Contratista.

6.20 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS REALIZADAS

El Contratista queda comprometido a conservar hasta que sean recibidas todas las obras que integran el proyecto. Asimismo, queda obligado a la conservación de las obras durante el plazo de garantía (dos años) a partir de la fecha de recepción, debiendo restituir y/o reparar a su costa cualquier parte de ellas que haya sufrido deterioro por falta de calidad en los materiales y/o la ejecución, la acción previsible de agentes atmosféricos o cualquier otra causa que no tenga el carácter de fortuita o inevitable.

6.21 RESTITUCIÓN DE SERVICIOS

El Contratista queda obligado a la restitución de aquellos servicios o servidumbres afectados por las obras durante su construcción.

En particular, el Contratista deberá mantener la posibilidad de tráfico en las obras de cruce de caminos, carreteras y ferrocarriles en unas condiciones aceptables a juicio del Ingeniero Director y deberá, asimismo, realizar con la debida antelación las obras necesarias para mantener en servicio los riegos actuales y las conducciones de agua o de cualquier tipo que crucen la red de tuberías. El Contratista se hará cargo de las responsabilidades que se puedan derivar por este motivo.

El Contratista deberá presentar al Ingeniero Director con la debida antelación y para su aprobación, el plan proyectado para la restitución de tales servicios.

Durante las diversas etapas de la construcción, las obras se mantendrán en todo momento en perfectas condiciones de drenaje.

Las cunetas y demás desagües se mantendrán de modo que no se produzcan erosiones en los taludes adyacentes ni daños por excesos de humedad en la explanación, debiendo realizar el Contratista, a su cargo, las obras provisionales que se estimen necesarias a este fin o modificando el orden de los trabajos en evitación de estos daños. Si por incumplimiento de lo prescrito se produce inundación de las excavaciones, no serán de abono los agotamientos o limpiezas y excavaciones suplementarias necesarias.

6.22 RECEPCIÓN, MEDICIÓN Y VALORACIÓN GENERAL Y LIQUIDACIÓN FINAL

La recepción de las obras, la medición general, valoración total y liquidación final, serán efectuados con arreglo a lo previsto en el RD 1098/2001, e 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, Artículos 163 a 166.

6.23 OBLIGACIONES NO PREVISTAS EN ESTE PLIEGO

Es obligación del Contratista ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aún cuando no se halle estipulado expresamente en este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y lo que, sin apartarse de su recta interpretación, disponga por escrito el Ingeniero Director.

6.24 DAÑOS Y PERJUICIOS

Será por cuenta del Contratista el abono de las indemnizaciones que correspondan por todos los daños y perjuicios que se ocasionen con motivo de las obras.

6.25 OBLIGACIONES SOCIALES

El Contratista será responsable del cumplimiento de todas las obligaciones vigentes sobre la seguridad en el trabajo, encaminadas a garantizar la seguridad de los obreros y la buena marcha de las obras. Dicho cumplimiento no podrá excusar, en ningún caso, la responsabilidad del Contratista, aún en el caso de que subcontrate total o parcialmente su trabajo.

El Contratista tendrá, asimismo, la obligación de cumplir cuanto prescribe la Reglamentación del Trabajo en las Industrias de la Construcción y Obras Públicas, y todas las disposiciones vigentes o que en lo sucesivo se dicten de carácter laboral y social.

6.26 INFORMACIÓN Y PUBLICIDAD

Al tratarse de una actuación financiada por el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, se dará cumplimiento a las normas establecidas en materia de información, comunicación y publicidad establecidas en el artículo 34 del Reglamento (UE) 2021/241 del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de febrero de 2021 por el que se establece el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia.

Para ello, se colocará en lugar bien visible para el público, la siguiente señalización:

- Un cartel provisional, durante la fase de construcción.
- Una placa permanente en las instalaciones más representativas de la obra, durante la fase de explotación.

Las señalizaciones seguirán el diseño gráfico especificado a continuación:



Ilustración 13. Modelo de cartel provisional 2,10 m x 1,5 m.



Ilustración 14. Modelo de placa permanente 0,42 m x 0,42 m.

Septiembre de 2022

INGENIERO AGRONOMO Cdo Nº: 1.503

C.O.I.A. de Andalucía

Fdo.: Antonio Romero López