

### D3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

1.	OBJETO DEL PRESENTE PLIEGO Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....	4
1.1.	OBJETO DEL PRESENTE PLIEGO .....	4
1.2.	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....	4
1.3.	EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS .....	10
1.4.	INTERPRETACIÓN DEL PLIEGO .....	10
1.5.	DISPOSICIONES APLICABLES .....	11
1.6.	DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS Y PRELACIÓN ENTRE ELLOS .....	15
2.	CONDICIONES DE EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS .....	16
2.1.	MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	16
2.1.1	Desbroce, recogida y limpieza de escombros .....	16
2.1.2	Demoliciones .....	17
2.1.3	Excavación mecánica de terreno a cielo abierto .....	17
2.1.4	Excavación mecánica en zanjas y pozos. ....	18
2.1.5	Terraplén y relleno con material procedente de desmonte o excavación .....	20
2.1.6	Terraplén o relleno de préstamos. ....	21
2.1.7	Transporte de tierras a vertedero autorizado .....	22
2.1.8	Material granular para asiento de conducciones. ....	23
2.1.9	Gestión de residuos: .....	24
2.2.	OBRA CIVIL .....	26
2.2.1	Encofrados y desencofrado .....	26
2.2.2	Agua a emplear en morteros y hormigones .....	29
2.2.3	Cementos .....	30
2.2.4	Hormigones .....	33
2.2.5	Morteros .....	43
2.2.6	Aceros .....	44
2.2.7	Zahorras .....	51
2.2.8	Suelo cemento .....	54
2.2.9	Riegos de imprimación .....	59
2.2.10	Riego de adherencia .....	63
2.2.11	Mezclas bituminosas en caliente tipo hormigón bituminoso .....	67
2.2.12	Impermeabilización .....	86
2.2.13	Pozos de registro .....	92
2.2.14	Depósito de poliéster reforzado con fibra de vidrio .....	93
2.2.15	Arqueta prefabricada de polipropileno .....	95
2.2.16	Tubería de polietileno de alta densidad .....	96
2.2.17	Tubería y piezas especiales de fundición dúctil .....	100
2.2.18	Tuberías de pvc para drenaje .....	116
2.2.19	Tubería de PVC-O presión .....	119
2.2.20	Tuberías de acero galvanizado .....	125
2.2.21	Tuberías de acero inoxidable .....	131
2.2.22	Tubería de pvc para instalaciones eléctricas .....	135

2.2.23	Bombas de impulsión.....	137
2.2.24	Válvulas de compuerta.....	140
2.2.25	Válvulas de mariposa.....	142
2.2.26	Válvula de mariposa sección U concéntrica.....	143
2.2.27	Válvulas de retención.....	145
2.2.28	Válvulas sostenedoras de presión/alivio.....	146
2.2.29	Ventosas.....	149
2.2.30	Caudalímetros.....	160
2.2.31	Carretes de desmontaje.....	163
2.2.32	Filtro de gran capacidad.....	164
2.2.33	Embocadura para la salida a distribución (alcachofa).....	168
2.2.34	Fábrica de bloque de hormigón.....	172
2.2.35	Formación de pasamuros.....	173
2.2.36	Forjado de chapa colaborante.....	174
2.2.37	Enfoscado maestreado y fratasado con mortero.....	178
2.2.38	Chapados o mampostería.....	181
2.2.39	Puerta de acero.....	182
2.2.40	Ventana metálica.....	185
2.2.41	Cerramiento.....	186
2.2.42	Instalación fotovoltaica.....	187
2.2.43	Instalación eléctrica en baja tensión.....	189
2.3.	<b>MEDIDAS AMBIENTALES.....</b>	<b>210</b>
2.3.1	Divulgación y formación en buenas prácticas agrícolas.....	211
2.3.2	Sistemas de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad del agua y de los retornos de riego.....	213
2.3.3	Medidas para el control de la erosión y escorrentía.....	214
2.3.4	Instalación de cajas nido.....	216
2.3.5	Instalación de hoteles para insectos.....	217
2.4.	<b>RELACIONES ENTRE LA PROPIEDAD Y EL CONTRATISTA.....</b>	<b>217</b>
2.4.1	Dirección de las obras.....	217
2.4.2	Funciones del director.....	217
2.4.3	Facilidades a la dirección.....	218
2.4.4	Contratista y su personal de obra.....	218
2.4.5	Oficina de obra del contratista.....	219
2.4.6	Órdenes al contratista.....	219
2.4.7	Libro de Órdenes.....	220
2.5.	<b>OBLIGACIONES GENERALES DEL CONTRATISTA.....</b>	<b>220</b>
2.5.1	Obligaciones sociales y laborales del contratista.....	220
2.5.2	Contratación del personal.....	221
2.5.3	Mantenimiento del precio contratado.....	221
2.5.4	Seguridad y salud en las obras.....	221
2.5.5	Servicios del contratista en obra.....	223
2.5.6	Conocimiento del emplazamiento de las obras.....	223
2.5.7	Conocimiento del proyecto y de la información suministrada.....	224
2.5.8	Servidumbres y permisos.....	224
2.5.9	Protección del medio ambiente.....	225
2.5.10	Obligaciones generales del contratista.....	225
2.5.11	Pérdidas y averías en las obras.....	226
2.5.12	Obras defectuosas y obras no autorizadas.....	226
2.5.13	Obras incompletas.....	227
2.5.14	Materiales que no sean de recibo.....	227
2.5.15	Trabajos por administración y precios contradictorios.....	227
2.6.	<b>PATRIMONIO HISTÓRICO.....</b>	<b>229</b>

---

2.6.1	Obligaciones y responsabilidades.....	229
2.6.2	Estudios, proyectos, inventarios e informes arqueológicos .....	230
2.7.	INFORMACIÓN Y PUBLICIDAD .....	232

## 1. OBJETO DEL PRESENTE PLIEGO Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

### 1.1. OBJETO DEL PRESENTE PLIEGO

#### 1.1.1.- Definición

El presente Pliego de Prescripciones Técnica Particulares constituye el conjunto de instrucciones, normas y especificaciones que, juntamente con las del carácter general que se describen en el artículo 5.1., definen los requisitos técnicos de las obras objeto del presente Proyecto.

Este documento **contiene**:

- la descripción de las obras y su localización
- las condiciones que deben cumplir los materiales
- las instrucciones para la ejecución de las distintas unidades
- las condiciones para la medición y abono de los mismos
- las disposiciones generales correspondientes

#### 1.1.2.- Aplicación

Las presentes Prescripciones Técnicas Particulares se aplicarán en la construcción, dirección, control e inspección de las obras correspondientes a la **“MODERNIZACIÓN Y MEJORA DE LA RED DE RIEGO DE EL GOLFO, T.M. LA FRONTERA, ISLA DE EL HIERRO (SANTA CRUZ DE TENERIFE)”**

En caso de **contradicción** entre los Planos del Proyecto y el presente Pliego prevalecerá lo expresado en este último.

### 1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

El proyecto incluye la ejecución de un conjunto de acciones necesarias para la mejora de la red de riego objeto de este proyecto y existente en el Valle del Golfo, tal y como se ha descrito en los apartados anteriores.

A continuación, se describe de forma general en qué consiste cada una de las actuaciones que conforman el proyecto.

#### 1.2.1.- Tuberías de impulsión

Son dos los puntos desde los cuales se impulsa agua: la captación existente en la EBAP Los Polvillos y el módulo de agua de producción, ubicado en la EDAM. Siendo ambos centros de impulsión existentes en la actualidad.

Con el diseño de las impulsiones, se persigue alcanzar la capacidad de aportar agua desde los principales puntos de producción hasta la nueva obra de acumulación contemplada en el presente proyecto (DAR).

Tal y como se ha descrito previamente, ambas impulsiones, independientes en los puntos iniciales de cada una de ellas, se unifican en una sola tubería, la cual transportará el agua hasta el nuevo depósito. El punto en el que se unen se encuentra a una cota de 57,89 m s.n.m. situado próximo a la carretera HI-550, entre la Cooperativa de Frontera y la Carretera 'Bajada de los Mocanes'.

El material de las tuberías será PVC-O de 250 mm de diámetro y PN 25. La longitud de los distintos tramos es:

EBAP-DAR: 3.738,92 ml.

EDAM-DAR: 2.370,90 ml.

La distancia desde la EBAP hasta el punto de encuentro con la impulsión proveniente de la EDAM es de 1.932,96 ml.

Teniendo en cuenta los tramos independientes de cada impulsión, y el tramo común de ambas, resulta una longitud total de impulsión de 4303,86 ml.

#### 1.2.2.- Estación de bombeo

El presente proyecto contempla dos nuevos bombeos:

- Pozo de los Padrones – DAR
  
- EDAM – DAR

Las bombas a instalar en la EBAP de Polvillos y en la EDAM serán de potencia P2 160 kW. Las características técnicas y las condiciones de

funcionamiento de ambas se detallan en las siguientes tablas y gráficas. Las características de las bombas serían:

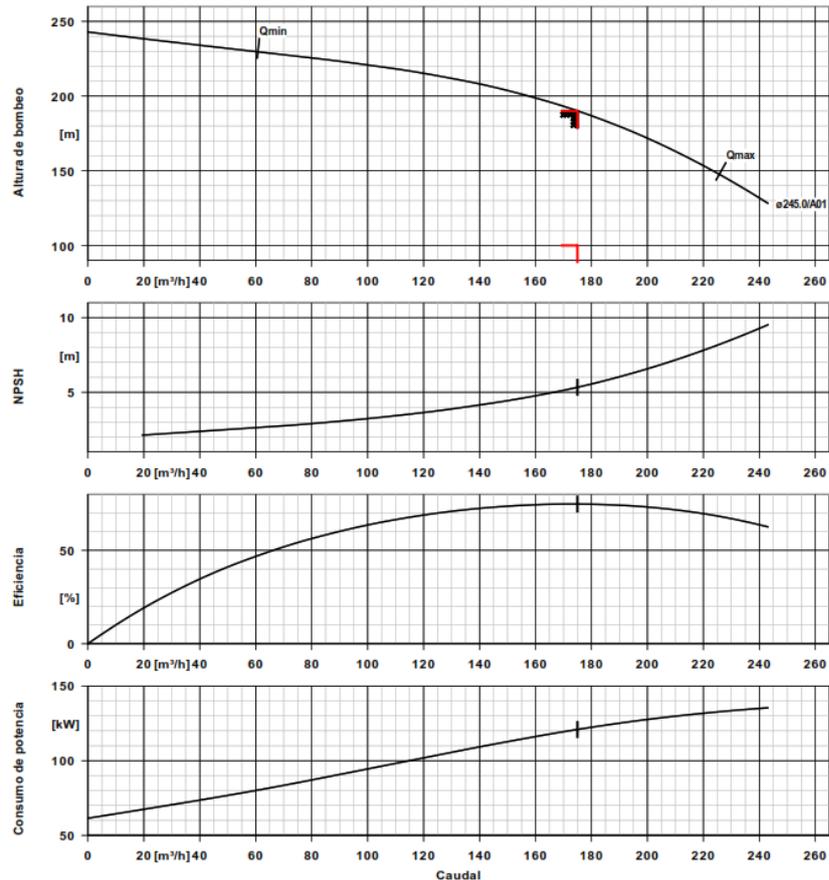
### EBAP Los Polvillos

Bomba		
Tipo	-	Horizontal
Caudal bombeo requerido	m <sup>3</sup> /h	175,00
Altura de bombeo para Q=0	m	242,95
Velocidad de rotación de la bomba	r.p.m	2.827
Potencia máxima de curva	kW	135,46
Caudal	Máximo admisible	225,70
	Mínimo permitido para funcionamiento de corta duración	43,40
	Mínimo permitido para funcionamiento continuo	60,76
Presión	Permitida de trabajo	40,00
	De descarga	18,61
	En el punto Q=0	23,78
Absorción de potencia	kW	120,90
Eficiencia	%	74,80
NPSH requerido	m	5,33

Las características técnicas del motor son:

Motor		
Potencia dimensionada P2	kW	160
Reserva disponible	%	32,34
Voltaje de régimen	V	400
Corriente de régimen	A	265,00
Relación de la corriente de arranque	-	7,8
Frecuencia (Diseñado para trabajar con variador de frecuencia)	Hz	50
Rendimiento del motor a plena carga	%	95,6
Coseno de phi a plena carga	-	0,92
Velocidad nominal	r.p.m	2.987

En la siguiente imagen se reflejan las curvas características de la bomba seleccionada. Teniendo en cuenta que se dispone de la misma bomba para los dos escenarios de bombeo desde la EBAP, trabajará con variador de frecuencia de manera que se ajuste el punto de funcionamiento a las condiciones existentes en cada uno de dichos escenarios.



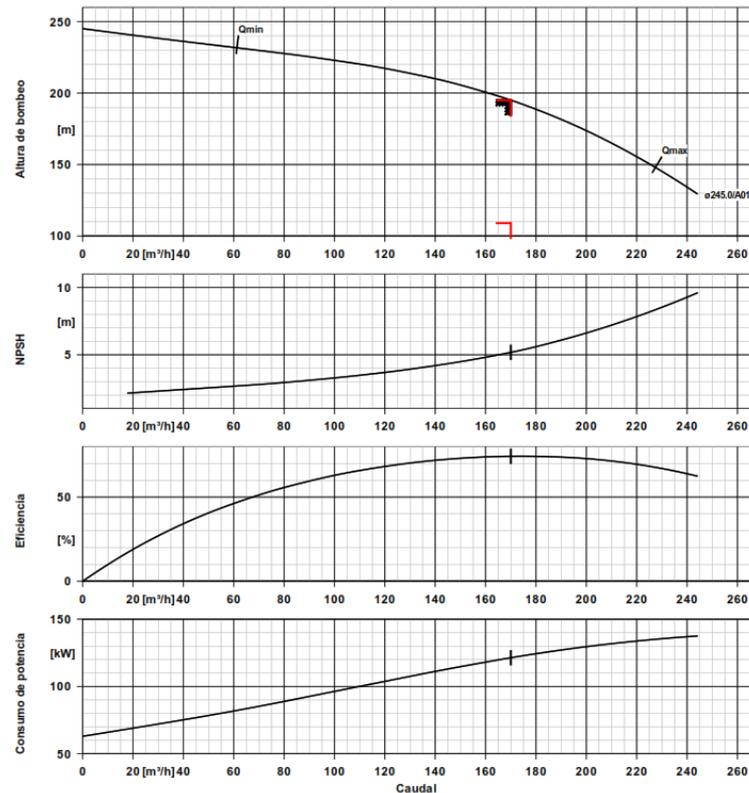
## EDAM

Bomba			
Tipo	-	Horizontal	
Caudal bombeo requerido	m <sup>3</sup> /h	170,00	
Altura de bombeo para Q=0	m	245,11	
Velocidad de rotación de la bomba	r.p.m	2.842	
Potencia máxima de curva	kW	137,62	
Caudal	Máximo admisible	227,41	
	Mínimo permitido para funcionamiento de corta duración	43,73	
	Mínimo permitido para funcionamiento continuo	61,23	
Presión	Permitida de trabajo	57,30	
	De descarga	Bar	19,09
	En el punto Q=0	23,99	
Potencia máxima de la curva	kW	137,62	
Absorción de potencia	kW	121,36	
Eficiencia	%	74,30	
NPSH requerido	m	5,18	

Las características técnicas del motor son:

Motor		
Potencia dimensionada P2	kW	160
Reserva disponible	%	31,84
Voltaje de régimen	V	400
Corriente de régimen	A	265,00
Relación de la corriente de arranque	-	7,8
Frecuencia (Diseñado para trabajar con variador de frecuencia)	Hz	50
Rendimiento del motor a plena carga	%	95,6
Coseno de phi a plena carga	-	0,92
Velocidad nominal	r.p.m	2.987

En la siguiente imagen se reflejan las curvas características de la bomba seleccionada. Teniendo en cuenta que se dispone de la misma bomba para los dos escenarios de bombeo desde la EDAM, trabajará con variador de frecuencia de manera que se ajuste el punto de funcionamiento a las condiciones existentes en cada uno de dichos escenarios.



### 1.2.3.- Valvulería y elementos singulares

Es indispensable, para un buen diseño, dimensionar de forma adecuada las válvulas y otros elementos que deben instalarse con el objetivo de asegurar un buen funcionamiento de la impulsión y evitar que se produzcan transitorios que puedan dañar gravemente la instalación, o por lo menos, reducir los mismos, tal y como se ha comentado anteriormente. Otro de los aspectos a tener en cuenta es la presencia de aire en las tuberías, que puede generar problemas como la cavitación, disminución del caudal, etc.

Las ventosas a instalar en este proyecto de Red serán las denominadas de triple efecto. Estos dispositivos permiten la introducción o extracción de aire en las conducciones, evitando así sobrepresiones o depresiones durante las operaciones de llenado o vaciado de la red. También eliminan el aire disuelto en el agua circulante por las tuberías.

Los puntos en los que se van a colocar las ventosas son:

- Puntos altos.
- Cambios bruscos de pendiente.
- En tramos largos.
- Junto a válvulas de corte y reductores de presión.

Ubicación	Ud	Tipo
EBAP-Pto común	1	Ventosa trifuncional 50 mm 2,5 MPa protección antiarriete
	3	Ventosa trifuncional 50 mm 2,5 MPa
	1	Ventosa trifuncional 100 mm 1,6 MPa
EDAM-DAR	1	Ventosa trifuncional 50 mm 2,5 MPa protección antiarriete
	4	Ventosa trifuncional 50 mm 1,6 MPa

En cuanto a las válvulas y otros elementos a instalar en la tubería de impulsión, se dispondrán, además de la válvula anticipadora de onda en ambas estaciones:

Ubicación	Ud	Ø (mm)	PN (MPa)	Tipo
EBAP Polvillos	1	100	2,5	Anticipadora
EDAM	1	150	2,5	Retención
	2	250	1,6	Mariposa
	1	100	2,5	Anticipadora

Así mismo, la tubería de impulsión de la EBAP contará con 1 desagüe para drenado de las tuberías.

Las válvulas existentes en las estaciones de bombeo son:

Ubicación	Ud	Ø (mm)	PN (MPa)	Tipo
EBAP Polvillos	2	150	2,5	Mariposa
	1	250	2,5	Mariposa
	2	200	1,6	Compuerta
	1	250	2,5	Compuerta
	3	80	2,5	Compuerta
	2	100	2,5	Retención
EDAM	2	150	1,6	Mariposa
	3	300	1,6	Mariposa
	2	100	2,5	Compuerta
	2	150	2,5	Mariposa
	2	100	2,5	Retención

#### 1.2.4.- Instalaciones de almacenamiento de agua

Es un punto en los que se almacena el agua impulsada para su posterior distribución a la red de riego es en el Depósito de agua de Riego DAR (Depósito de Fátima), a construir en este proyecto y cuyas características se han definido en apartados anteriores.

Para cada uno de ellos, el volumen de acumulación sería:

- DAR: 18.871 m<sup>3</sup>.

### **1.3. EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS**

Las obras comprendidas en este Proyecto se ubican en el término municipal de **Frontera, en la isla de El Hierro**, viniendo justificadas, detalladas, reflejadas y valoradas en los restantes Documentos de este Proyecto.

### **1.4. INTERPRETACIÓN DEL PLIEGO**

En una primera instancia y sin otro carácter limitativo, la interpretación del pliego corresponde a la Dirección Facultativa de las obras.

## 1.5. DISPOSICIONES APLICABLES

Además de las Normas técnicas españolas y extranjeras a las que, explícitamente se haga referencia en el articulado en este Pliego y en el contrato de adjudicación de las obras correspondientes, serán de aplicación las disposiciones que, sin carácter limitativo, se señalan a continuación; en cuanto no modifiquen ni se oponga a lo que en este pliego se especifica.

Disposiciones generales relativas a contratación de obras:

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 2017/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

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.

Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la contratación de Obras del Estado (Decreto 3854 de 31 de diciembre de 1970), BOE de 16 de febrero de 1971 (PCAG).

Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares que se establezcan para la contratación de las obras que desarrollen este proyecto.

Disposiciones vigentes sobre protección a la Industria Nacional, Seguridad e Higiene en el Trabajo, Trabajo y Seguridad Social.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales  
Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo en la Industria de la Construcción, aprobado por O.M. de 20 de Mayo de 1952(BOE de 15 de junio de 1952), excepto los apartados 2, 4 y 5 del artículo 42, y los artículos 45 a 52 derogados por el Real Decreto 5/2000 por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.(B.O.E. 8 de agosto de 2000)

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

Real Decreto 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.

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 1627/97, de 24 de octubre sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Real Decreto 485/97, de 4 de Abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Normas de las Compañías Suministradoras.

Reglamentos vigentes para la Seguridad del Tráfico y cuantas disposiciones existan o impongan para esta obra los Servicios de Tráfico.

Orden Ministerial de 31 de Agosto de 1987 por la que se aprueba la Instrucción 8.31C y sus modificaciones incluidas en el R.D. 208/1989 de 3 de Febrero.

Orden Circular 301/89 sobre señalización de obra

Orden Circular 300/89 P.P. señalización, balizamiento, defensa y limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.

Recomendaciones para la señalización informativa urbana del A.I.M.P.E..

Disposiciones vigentes en materia de aguas y medioambiente

Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, posteriormente modificado por el Real Decreto Ley 4/2007.

Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.

Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular

Además de lo especificado en este Pliego serán de aplicación las siguientes disposiciones:

PG 3/75 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes. Con las modificaciones aprobadas por las Órdenes del MOPTMA: O.M. del 31.7.86 (BOE nº 213 del 5.9), O.M. del 21.1.88 (BOE nº 29 del 3.2), O.M. del 8.5.89 (BOE nº 118 del 18.5) y O.M. del 28.9.89 (BOE nº 242 del 9.10).

Real Decreto 130/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos.

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

Normas de Ensayo del Laboratorio de Transporte y Mecánica del suelo del Centro de Estudios y experimentación de Obras Públicas. N.L.T.

Métodos de ensayo del Laboratorio Central de ensayo de materiales M.E.L.C.

Orden de 28 de julio de 1974 por la que se aprueba el «Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimientos de agua» y se crea una «Comisión Permanente de Tuberías de Abastecimiento de Agua y de Saneamiento de Poblaciones».

Resolución por la que se regula lo dispuesto en el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en relación con la medida de aislamiento de las instalaciones eléctricas.

Real Decreto 1725/1984, de 18 de julio, por el que se modifican el Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía y el modelo de póliza de abono para el suministro de energía eléctrica y las condiciones de carácter general de la misma.

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión

Modificaciones de la Instrucción Complementaria M.I.B.T. 025 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobadas por O.M. de 19 de diciembre de 1977 (B.O.E. de 13 de enero de 1978).

Modificaciones puntuales y ampliaciones de las Instrucciones Complementarias M.I.B.T. 004, 007 y 107, anexas al vigente Reglamento Electrotécnico para baja tensión, aprobadas por O.M. de 19 de diciembre de 1977 (B.O.E. de 26 de Enero de 1978).

Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

Orden de 18 de octubre de 1984, complementaria de la de 6 de julio, que aprueba las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación

Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía, aprobado por el Decreto de 12 de Marzo de 1954.

Normas sobre ventilación y acceso a ciertos centros de transformación, aprobadas por resolución de la Dirección General de la Energía de 19 de junio de 1984 (B.O.E. de 26 de Junio de 1984).

Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Normativa de la Compañía Suministradora de Energía Eléctrica.

Instrucción para el control de fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas, I.C.F. 1971. (PCAG).

Orden de 15 de septiembre de 1986 por la que se aprueba el pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones.

Instrucción de Carreteras de la Dirección General de Carreteras del M.O.P.T.

Decreto 1964/1975, de 23 de mayo, por el que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos y se crea una Comisión Permanente para su revisión.

Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).

Instrucción para la fabricación y suministro de hormigón preparado (EHPRE-72) aprobada por Orden de Presidencia del Gobierno de 5 de mayo de 1972 y modificada por Orden de 10 de mayo de 1973.

Orden FOM/2842/2011, de 29 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11).

Recomendaciones para la fabricación, transporte y montaje de tubos de hormigón en masa T.H.M.-73, de la Agrupación Nacional de los derivados de cemento (ANDECE) y el Instituto Eduardo Torroja.

Normas UNE aprobadas por el IRANOR.

Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias (BOE del 11/10/21)

UNE-EN ISO 10675-1:2022. Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Niveles de aceptación para los ensayos radiográficos. Parte 1: Acero, níquel, titanio y sus aleaciones

UNE-EN 1401-1. Canalizaciones de PVC para saneamiento enterrado sin presión.

API 600 y 602. Válvulas.

ASA B-16.5, B-16.10, B-16.11, B-31, correspondientes a bridas y accesorios para tuberías.

API-RP-1102. Cálculo de Casings para tuberías.

Normativa y recomendaciones municipales relativas a redes de saneamiento y abastecimiento.

Legislación aplicable al patrimonio histórico y arqueológico:

Ley 16/1985 de 25 de junio de Patrimonio Histórico Español.

Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.

Real Decreto 1680/1991, de 15 de noviembre, por el que se desarrolla la disposición adicional novena de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español, sobre garantía del Estado para obras de interés cultural.

Ley 8/2015, de 1 de abril, de Cabildos Insulares.

Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.

Ley 11/2019, de 25 abril, de Patrimonio Cultural de Canarias.

El contratista está obligado al cumplimiento de todas las disposiciones vigentes de carácter social, tales como accidentes de trabajo, seguros sociales y enfermedad, subsidios familiares y de vejez, etc.

## 1.6. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS Y PRELACIÓN ENTRE ELLOS

El proyecto se compone de los siguientes documentos:

- Documento nº 1. Memoria y anejos.
- Documento nº 2. Planos.
- Documento nº 3. Pliego de prescripciones técnicas particulares.
- Documento nº 4. Presupuesto.
- Documento nº 5. Estudio de Seguridad y Salud.
- Separata: Proyecto de regularización de instalación en baja tensión para "estación de bombeo Los Polvillos" según Ley 05/2021.

Lo mencionado en los Pliegos y omitido en los planos o viceversa, deberá ser ejecutado como si estuviese contenido en ambos documentos.

En caso de contradicción entre los Planos y los Pliegos, o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para respetar el espíritu o intención expuestos en los documentos del presente Proyecto, o que, por su uso y costumbre deben ser realizados no sólo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra, sino que, por el contrario, deben ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliegos.

En lo referente a los precios, el Cuadro de Precios N.1 tiene prelación sobre cualquier otro documento en cuanto al precio de cada unidad de obra.

En cualquier caso, los documentos del Proyecto tienen preferencia respecto a las disposiciones de carácter general.

## **2. CONDICIONES DE EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS**

### **2.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS**

#### 2.1.1 Desbroce, recogida y limpieza de escombros

##### Condiciones generales

El espesor de tierra, vegetal o no, a extraer será el fijado en el proyecto o el ordenado por la Dirección Facultativa. Deberá obtenerse una superficie idónea para el desarrollo de trabajos posteriores.

Se adoptarán medidas para evitar accidentes y daños en las construcciones existentes, vías o servicios públicos. La Dirección Facultativa fijará el tratamiento de pozos y agujeros del terreno.

El Contratista suministrará los medios materiales y humanos para efectuar el replanteo. Todos los replanteos se realizarán en presencia del Constructor, conforme a los planos del proyecto u órdenes de la Dirección Facultativa.

##### Ejecución de las obras

Se eliminarán escombros, basuras y materiales extraños. Se retirarán árboles, plantas, raíces, hasta una profundidad  $\geq 50$  cm bajo la superficie natural del terreno.

Ejecutadas las instalaciones y limpias las zonas de actuación, se realizará el replanteo general y nivelación del terreno. Este replanteo fijará los perfiles del terreno, como base para la medida de vaciados, excavaciones y terraplenes. El replanteo definitivo se realizará una vez ejecutados los vaciados, excavaciones y terraplenes.

Se trazarán las líneas principales, base para el trazado de los ejes de cuerpos o edificios aislados; a éstos se referirán los ejes de zanjas, muros, etc. Los ejes se marcarán con puntos que queden invariables durante la obra.

Se determinarán los perfiles del terreno, para obtener las tierras a desmontar o rellenar. Se marcarán alineaciones y rasantes en los puntos necesarios. Se señalará una línea de nivel invariable, que marcará el plano horizontal de referencia para el movimiento de tierras y apertura de zanjas.

La Dirección Facultativa y el Constructor firmarán el Acta de Replanteo de obra por triplicado. El Director Facultativo reflejará en ella si puede ejecutarse la obra. El Constructor tendrá 7 días para reclamar, desde la fecha de firma. No podrá comenzarse la obra sin el Acta de Replanteo, con la autorización expresa en la misma para ejecutarla, salvo orden contraria de la Dirección Facultativa.

## Transporte y almacenamiento

Los productos resultantes del desbroce serán considerados como escombros y transportados a vertedero.

## Criterio de medición y abono

La limpieza y desbroce se medirá en metro cuadrado. Se medirán aparte los árboles y tocones eliminados.

### 2.1.2 Demoliciones

#### Definición

Consisten en el derribo de todas las construcciones, pavimentos y obras de fábrica que obstaculicen la obra o sea necesario hacer desaparecer para dar por terminada la ejecución de la misma.

#### Condiciones de ejecución

Los trabajos de derribo se realizarán de forma que produzcan la menos molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

El levantamiento del pavimento puede realizarse a mano, con martillo y barreta o con la ayuda de un perforador neumático, pudiendo adaptarse la cabeza del aparato neumático diferentes piezas de corte; hoja ancha y cortante para pavimentos bituminosos, de macadán o grava, un cortador de asfalto para cubiertas asfálticas y una barra en punta para pavimentos o cimentaciones de hormigón.

#### Normativa

Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes. PG3/75.301. Unidades y criterios de medición

Las demoliciones de muros y otros elementos puntuales se abonarán por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de volume exterior demolido. En el caso de pavimentos de hormigón y asfalto se medirá por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) con un espesor asociado de 20 cm de espesor.

### 2.1.3 Excavación mecánica de terreno a cielo abierto

#### Ejecución de las obras

El Contratista notificará a la Dirección Facultativa el comienzo de la excavación, para que ésta pueda efectuar las mediciones necesarias. Previo al inicio, el Contratista someterá, para su aprobación por la Dirección Facultativa, el programa de excavaciones, metodología y maquinaria a emplear.

No se podrá modificar el terreno adyacente sin previa autorización de la Dirección Facultativa.

Se tomarán las precauciones necesarias para no disminuir la capacidad portante del terreno no excavado. Se extraerán las tierras o materiales que ofrezcan peligro de desprendimiento. Será responsabilidad del Contratista la estabilidad de taludes y paredes, así como el cálculo y dimensionamiento de entibaciones y sostenimientos. Utilizará apeos, entibaciones, protecciones, refuerzos y demás medios que impidan deslizamientos y desprendimientos peligrosos para personas u obras. La Dirección Facultativa podrá ordenar su refuerzo o modificación.

Si apareciera agua, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares precisos para agotarla.

Los materiales de excavación podrán emplearse en rellenos, terraplenes, etc., según criterio de la Dirección Facultativa; el excedente se transportará a vertedero. No se podrá desechar ningún material sin previa autorización de la Dirección Facultativa

En los taludes se evitará dañar su superficie final y comprometer la estabilidad de la excavación final.

Los accesos de los vaciados serán clausurables y separados para peatones y vehículos de carga o máquinas. En ellos, las camillas de replanteo serán dobles en los extremos y estarán separadas / 1 m del borde. Se utilizarán puntos de referencia que no sean afectados por el vaciado.

Se excavará hasta alcanzar la profundidad reflejada en los planos, poniendo el máximo cuidado en no dañar ni disminuir el estrato de cimentación por debajo de dicha profundidad. La Dirección Facultativa podrá modificar dicha profundidad, si lo estimase necesario. Se eliminarán del fondo los restos de tierra y trozos sueltos de roca. Se limpiarán y rellenarán las grietas y hendiduras con material compacto u hormigón. El excedente de tierras deberá ser retirado y transportado a los vertederos, quedando prohibida su acumulación en los bordes de los taludes.

#### Normativa de obligado cumplimiento

NTE-ADV. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Vaciados".

NTE-ADE. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones".

#### Criterio de medición y abono

La unidad será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), medido sobre planos de perfiles transversales del terreno, obtenidos antes y después de su ejecución.

El exceso de excavación y ulterior relleno no se abonará al Contratista, si fuera causado por conveniencia de éste o por defecto en la ejecución del desmonte.

Se considera incluido en el precio: sostenimiento de terrenos y entibaciones, trabajos de nivelación, compactación, saneo del fondo y evacuación de aguas.

#### 2.1.4 Excavación mecánica en zanjas y pozos.

## Ejecución de las obras

Se ajustará a las medidas y situación que, en los planos de obra, se especifiquen. Será replanteada con todo esmero; se empleará el sistema de camillas.

El Contratista notificará a la Dirección Facultativa el comienzo de la excavación, para que ésta pueda efectuar las mediciones necesarias. Previo al inicio, el Contratista someterá, para su aprobación por la Dirección Facultativa, el programa de excavaciones, metodología y maquinaria a emplear. No se podrá modificar el terreno adyacente sin previa autorización de la Dirección Facultativa

Se excavará hasta alcanzar la profundidad reflejada en los planos, poniendo el máximo cuidado en no dañar ni disminuir el estrato de cimentación por debajo de dicha profundidad. La Dirección Facultativa podrá modificar dicha profundidad, si lo estima necesario. Si apareciera agua, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares precisos para agotarla.

Los materiales de excavación podrán emplearse en rellenos, terraplenes, etc., según criterio de la Dirección Facultativa; el excedente se transportará a vertedero. La tierra vegetal se acopiará separada de las otras tierras. Las tierras depositadas a ambos lados de la zanja no podrán ocasionar molestias al tráfico ni al desarrollo de los trabajos. La anchura de las zanjas será tal que permita disponer de los medios auxiliares para construirlas y, en todo caso, conforme a la sección del proyecto. Las paredes laterales quedarán perfectamente recortadas; los fondos, perfectamente limpios y nivelados horizontalmente.

El Contratista ejecutará las entibaciones necesarias para garantizar la seguridad y buena ejecución de los trabajos. La Dirección Facultativa podrá ordenar su refuerzo o modificación.

Será por cuenta del Constructor la reparación de averías producidas en las conducciones públicas o privadas. En las destinadas a instalaciones, los fondos se ejecutarán con las pendientes que figuren detalladas en los planos. Tras comprobarlas, se nivelará y apisonará el fondo, colocándose una capa del material especificado en los planos de detalle; sobre ésta, la tubería o conducción.

En las destinadas a cimentación, se eliminarán del fondo los restos de tierra y trozos sueltos de roca; se limpiarán y rellenarán las grietas y hendiduras con material compacto u hormigón. Si la cimentación se apoya en material cohesivo, los últimos 30 cm de excavación se efectuarán poco antes de cimentar.

Con el fin de evitar roturas a las canalizaciones existentes, en las proximidades de éstas la excavación se realizará manualmente. El Contratista no tendrá derecho a abono independiente por dicha operación.

## Normativa de obligado cumplimiento

NTE-ADZ. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos".

## Criterio de medición y abono

La unidad será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), medido sobre planos de perfiles transversales del terreno, obtenidos antes de su ejecución.

Se considera incluido en el precio: sostenimiento de terrenos y entibaciones, trabajos de nivelación, compactación, saneo del fondo y evacuación de aguas.

El exceso de excavación y ulterior relleno no se abonará al Contratista, si fuera causado por conveniencia de éste o por defecto en la ejecución del desmonte.

Si el uso de maquinaria zanjadora variase el volumen de excavación previsto, ello no modificará la cuantía del abono.

## 2.1.5 Terraplén y relleno con material procedente de desmonte o excavación

### Condiciones generales

El terreno a rellenar quedará, previamente, limpio de materia o tierra vegetal.

### Materiales

Las tierras a emplear procederán de desmontes o excavaciones realizadas en obra.

No se utilizarán los detritos o tierras sucias, ni escombros procedentes de derribos, salvo autorización de la Dirección Facultativa No podrán utilizarse en ningún caso arcillas expansivas como material de relleno.

El material a emplear tendrá la clasificación de adecuado según lo dispuesto en el PG-3/75 y las modificaciones posteriores aprobadas.

### Ejecución de las obras

Previamente se procederá a un compactado del terreno natural, empleando cilindro vibrante y riego. Los equipos de extendido, humectación y compactación serán los apropiados para la correcta ejecución de la obra, al efecto de obtener una densidad superior a la del 95% P.M.

Se efectuará por tongadas horizontales, de espesor uniforme y suficientemente reducido, no superior a 30 cm, para obtener el grado de compactación deseado. Durante las obras, la superficie de las tongadas tendrá la pendiente que asegure la evacuación de aguas. No se extenderá ninguna tongada hasta haber comprobado que la superficie subyacente cumple las condiciones exigidas, realizándose ensayos de medida de densidad "in situ".

Se prohibirá el tráfico de vehículos sobre el relleno hasta completarse la compactación.

### Normativa de obligado cumplimiento

NLT-107/72. "Norma de ensayo Próctor normal".

NLT-108/76. "Norma de ensayo Próctor modificado".

NTE-AD. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes".

NTE-AD. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones".

NTE-CCT. "Cimentaciones. Contenciones: taludes".

#### Criterio de medición y abono

Se abonarán por metro cúbico (m<sup>3</sup>) realmente ejecutado, medidos sobre planos de perfiles transversales del terreno.

No será de abono el volumen de relleno ocupado por los excesos de excavación no abonables.

En los costes estarán incluidas todas las operaciones necesarias para la ejecución de la obra.

#### 2.1.6 Terraplén o relleno de préstamos.

##### Condiciones generales

El terreno a rellenar quedará, previamente, limpio de árboles, matas o tierra vegetal.

##### Materiales

El material a emplear en la capa de regularización, para el apoyo de la lámina impermeable en la solera del depósito y en los rellenos seleccionados de zanjas, será suelo seleccionado que se obtendrá de las excavaciones o de préstamos que se definan. Cumplirá las siguientes condiciones:

No contendrá elementos o piedras de tamaño superior a ocho (8) cm. y su cernido por el tamiz 0,080 UNE será menor que el 25% en peso

Su límite líquido será inferior a treinta (30) (LL < 30) y su límite de plasticidad menor que diez (LP < 10)

La densidad máxima de compactación en el ensayo Proctor Normal no será inferior a 1,6 Tn/m<sup>3</sup>

Estarán exentos de materia orgánica

El índice CBR será superior a diez (10) y no presentará hinchamiento en dicho ensayo.

Las características de las tierras, para su aceptación se comprobarán por una serie de ensayos, que serán como mínimo los siguientes:

Por cada sitio de procedencia y por cada quinientos (500) metros cúbicos de tierra a emplear:

- Un ensayo Próctor Normal
- Un ensayo de contenido de humedad
- Un ensayo granulométrico
- Un ensayo de Límites de Atterberg
- Un ensayo de contenido de materia orgánica.

No obstante, la Dirección determinará durante la ejecución de las obras el tipo y frecuencia de los ensayos a realizar.

#### Ejecución de las obras

Previamente se procederá a un compactado del terreno natural, empleando cilindro vibrante y riego. Los equipos de extendido, humectación y compactación serán los apropiados para la correcta ejecución de la obra, al efecto de obtener una densidad superior a la del 95% P.M.

Se efectuará por tongadas horizontales, de espesor uniforme y suficientemente reducido, no superior a 30 cm, para obtener el grado de compactación deseado. Durante las obras, la superficie de las tongadas tendrá la pendiente que asegure la evacuación de aguas. No se extenderá ninguna tongada hasta haber comprobado que la superficie subyacente cumple las condiciones exigidas, realizándose ensayos de medida de densidad "in situ".

Se prohibirá el tráfico de vehículos sobre el relleno hasta completarse la compactación.

#### Normativa de obligado cumplimiento

- NLT-107/72. "Norma de ensayo Próctor normal".
- NLT-108/76. "Norma de ensayo Próctor modificado".
- NTE-AD. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes".
- NTE-AD. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones".
- NTE-CCT. "Cimentaciones. Contenciones: taludes".

#### Criterio de medición y abono

Se abonará por metro cúbico (m<sup>3</sup>) realmente ejecutado, medidos sobre planos de perfiles transversales del terreno.

No será de abono el volumen de relleno ocupado por los excesos de excavación no abonables.

En los costes estarán incluidas todas las operaciones necesarias para la ejecución de la obra.

#### 2.1.7 Transporte de tierras a vertedero autorizado

##### Descripción

Operaciones necesarias para trasladar a vertedero los materiales sobrantes procedentes de la excavación y los escombros.

#### Puesta en obra

Se establecerán recorridos de circulación en el interior de la obra para los camiones, realizando los vaciados, rampas o terraplenes necesarios y contando con la ayuda de un auxiliar que guíe al conductor en las maniobras.

Las rampas para la maquinaria tendrán el talud natural que exija el terreno y si se transportan tierras situadas por debajo de la cota 0,00 su anchura mínima será de 4,5 m, ensanchándose en las curvas y con pendientes máximas del 12% en tramos rectos o del 8% en tramos curvos.

El camión se cargará por los laterales o por la parte trasera no pasando en ningún caso por encima de la cabina.

#### Control y criterios de aceptación y rechazo

Tanto la disposición de las vías de circulación como las rampas y terraplenes realizados contarán con la supervisión y aprobación de la dirección facultativa.

La carga de los camiones no excederá en ningún caso la máxima permitida para cada aparato y en cualquier caso el material no excederá la parte superior de la bañera, se protegerá con lona y se limpiará el vehículo de barro antes de acceder a la calzada pública.

#### Criterio de medición y abono

El precio del transporte a vertedero se encuentra incluido en el precio de la unidad correspondiente de excavación o demolición que así lo indique.

Caso de tratarse de un abono independiente, el mismo se realizará por metro cúbico (m<sup>3</sup>) realmente transportado a vertedero previa presentación de los correspondientes albaranes de entrega al mismo.

No será de abono el volumen material que se transporte a vertedero que no sea autorizado, ni en el caso de no tener los correspondientes albaranes de entrega al mismo.

#### 2.1.8 Material granular para asiento de conducciones.

##### Definición

Los tubos de hormigón de drenaje transversal y, en general, las conducciones se dispondrán sobre un cama de asiento de la forma y dimensiones definidas en los Planos, salvo que en estos se especifique que sea de hormigón.

##### Materiales

Este lecho de asiento resistente estará libre de piedras y puntos duros. Se empleará una capa granular que cumpla las siguientes condiciones granulométricas:

- Porcentaje que pasa por el cedazo 25 UNE: 100 %
- Porcentaje que pasa por el tamiz 5 UNE: mayor de 40 %
- Porcentaje que pasa por el tamiz 0,080 UNE: menor de 10 %.

En cama de asiento de conducciones se dispondrá arena.

#### Medición y abono

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente ejecutados, deducidos de los perfiles tomados antes y después de los trabajos.

#### 2.1.9 Gestión de residuos:

##### Generalidades

- Durante la ejecución de la obra, se deberá gestionar la totalidad de los residuos de forma adecuada y se deberán ejecutar todas las medidas recogidas en el Anejo 20 correspondiente al Anejo del Estudio de Gestión de residuos.
- Será necesario prever el acopio de los materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar residuos procedentes de la rotura o deterioro de piezas.
- Los útiles de trabajo se deben limpiar inmediatamente después de su uso para prolongar su vida útil.
- Para prevenir la generación de residuos se deberá prever la instalación de un punto de almacenaje de productos sobrantes reutilizables, de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos, sino que se proceda a su aprovechamiento posterior por parte del Constructor.

##### Punto limpio en obra

- El depósito temporal de los residuos valorizables que se realice en contenedores o en acopios, se debe señalizar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
- Los contenedores o envases que almacenen residuos deberán señalizarse correctamente, indicando el tipo de residuo, la peligrosidad, y los datos del poseedor.
- El responsable de la obra al que presta servicio un contenedor de residuos adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Igualmente, deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.
- El poseedor de los residuos establecerá los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de residuo generado.
- Los contenedores de los residuos deberán estar pintados en colores que destaquen y contar con una banda de material reflectante. En los mismos deberá figurar, en forma visible y legible, la siguiente información del titular del contenedor: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el

- Registro de Transportistas de Residuos o autorización del gestor correspondiente.
- Cuando se utilicen sacos industriales y otros elementos de contención o recipientes, se dotarán de sistemas (adhesivos, placas, etcétera) que detallen la siguiente información del titular del saco: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas o Gestores de Residuos.
  - Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tales según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en la ubicación de la obra.
  - Los contenedores estarán situados en las proximidades de la balsa y quedarán distribuidos de la siguiente manera:
    - 3 contenedores de 7 m<sup>3</sup>
      - 2 contenedor de mezclas inertes (1 reposición)
      - 1 contenedor de madera
    - 6 Big Bags 1 m<sup>3</sup>
      - 1 Big bag Plástico
      - 1 Big bag de papel y cartón
      - 3 Big bag bolsa cemento (recogida cada 6 meses)
      - 1 Big bag de hierro y acero
    - 6 Bidones 220 L.
      - 6 Bidones para envases contaminados (retirada de 2 ud cada 6 meses)
    - Contenedor 800 litros
      - 1 contenedor para Residuos Sólidos Urbanos (R.S.U.) (Retirada mensual)

#### Etiquetado de residuos

- El etiquetado estará previsto según el Reglamento 1272/2008 sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y mezclas que se actualizó el 1 de junio de 2015 por el Reglamento 1357/2014 de 18 de diciembre.
- Normalmente son etiquetas que suministra el propio gestor de residuos, no obstante, deberá quedar constatado de cara a la ejecución del Plan de Gestión de Residuos la presencia de un etiquetado identificativo

## 2.2. OBRA CIVIL

### 2.2.1 Encofrados y desencofrado

#### Definición

Se define como encofrado el elemento destinado al modelado "in situ" de hormigones, morteros o similares.

Los materiales a emplear serán metálicos o de madera. Los encofrados se ajustarán a lo dispuesto en la Orden FOM/3818/2007, de 10 de diciembre y 286 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3) excepto en aquellos aspectos modificados por el presente Pliego de Prescripciones Técnicas, así como lo que, al respecto, se preceptúa en los artículos referentes de la norma de hormigón estructural EHE-08.

En ningún caso se tolerarán resaltes etc., mayores de dos (2) milímetros.

Las juntas no superarán los dos (2) milímetros, pero deberán dejar el hueco necesario para evitar que por efecto de la humedad se compriman los elementos de los tableros al verter el hormigón.

El Contratista presentará antes del comienzo de su labor el proyecto y cálculo del encofrado que deberá ser aprobado por el Ingeniero Director de las Obras.

En esta unidad de obra quedan incluidos:

- Los cálculos de proyecto de los encofrados.
- Los materiales que constituyen los encofrados, incluso berenjenas.
- El montaje de los encofrados, incluso soleras.
- Los productos de desencofrado.
- El desencofrado.
- Cualquier trabajo, maquinaria, material o elemento auxiliar necesario para la correcta y rápida ejecución de esta unidad de obra.

#### Clasificación de los encofrados

Los encofrados se dividen en los tipos siguientes:

E1.	Encofrado no visto: Es el que se emplea en cimientos y paramentos no vistos de alzados de muros y estribos, etc.
E2.	Encofrado visto en paramentos planos: Es el que se emplea en paramentos planos, como alzados, losas, dinteles, voladizos e impostas, aceras, etc.
E3.	Encofrado visto en paramentos curvos: Es el que se utiliza en paramentos de pilas y alzados curvos, que han de quedar vistos.

Sobre esta estructura metálica de soporte se dispondrán los correspondientes andamiajes de trabajo.

#### Condiciones generales

Se ajustará a lo especificado en los artículos 65 y 75 de la Instrucción EHE-08 y a los planos y demás documentos del Proyecto.

Las cimbras, encofrados y moldes serán lo suficientemente resistentes para garantizar el cumplimiento de las condiciones para las que han sido diseñados. La Dirección Facultativa dará instrucciones sobre el sentido y dimensiones de las tablas, juntas, clavado, etc.

La superficie interior del encofrado estará limpia y será lisa, uniforme y sin rebabas. Los encofrados de madera se humedecerán antes de la colocación del hormigón, para evitar que absorban el agua contenida en éste.

Los encofrados y moldes serán lo suficientemente estancos para que se impidan pérdidas apreciables de lechada o mortero.

La Dirección Facultativa podrá rechazar aquél que no cumpla las condiciones requeridas.

El encofrado de madera no podrá emplearse más de ocho veces, ni más de dos si no se cepilla tras su utilización.

Se limpiará concienzudamente entre uso y uso.

La forma de sujeción de las paredes será decidida por la Dirección Facultativa

No se tolerarán alambres que tengan que cortarse en la superficie del hormigón.

En vigas horizontales llevará contraflecha.

Se prohíbe expresamente el empleo de aluminio en moldes que hayan de estar en contacto con el hormigón.

El suministrador de los puntales justificará y garantizará las características de los mismos, precisando las condiciones de uso.

La utilización de desencofrantes habrá de contar con la aprobación expresa de la Dirección Facultativa. Dichos productos no deberán dejar rastros ni tener efectos dañinos sobre la superficie del hormigón, ni deslizarse por las superficies del hormigón y, ni impedir la posterior aplicación de revestimientos o la posible construcción de juntas de hormigonado.

Los desencofrados aprobados se aplicarán en capas continuas y uniformes sobre la superficie interna del encofrado o molde.

#### Materiales:

Los encofrados podrán ser metálicos, de madera, productos de aglomerados, etc., que en todo caso, deberán cumplir lo prescrito en el presente Pliego sobre Materiales Básicos y ser aprobados por el Ingeniero Director.

Los materiales según el tipo de encofrado, serán:

Tipo E1.	Podrán utilizarse tablas o tablones sin cepillar y de largos y anchos no necesariamente uniformes.
Tipos E2 y E-3.	Podrán utilizarse tablas, placas de madera o acero y chapas, siguiendo las indicaciones del Ingeniero Director. Las tablas deberán estar cepilladas y machiembradas con un espesor de veinticuatro milímetros (24 mm) y con un ancho que oscilará entre diez y catorce centímetros (10-14 cm). Las placas deberán ser de viruta de madera prensada, plástico o madera contrachapada o similar.

Los encofrados trepantes, en cada cara, estarán constituidos por unas tablas o placas metálicas sujetas con las correspondientes riostras. El correspondiente panel de encofrado se apoyará en una o varias consolas metálicas de las que saldrá el correspondiente tirante con un sistema de alargamiento y acortamiento que permite inclinar el panel de encofrado. Las consolas de soporte irán sujetas al correspondiente anclaje dejado con el hormigón, del cual se recuperará la barra roscada y el anclaje de sujeción.

Ejecución de las obras:

Para facilitar el desencofrado, la Dirección de Obra podrá autorizar u ordenar el empleo de un producto desencofrante, que no deje mancha en la superficie del hormigón visto.

El desencofrado no se realizará hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar con suficiente margen de seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido como consecuencia del desencofrado o descimbramiento.

Se pondrá especial atención en retirar, oportunamente, todo elemento de encofrado que pueda impedir el libre juego de las juntas de retracción o dilatación, así como de las articulaciones si las hay.

No se permitirá el empleo de cabillas o alambre para la sujeción de los encofrados. Si excepcionalmente se emplean, las puntas de alambre se dejarán cortadas a ras de paramento.

En los encofrados trepantes serán de aplicación las prescripciones indicadas. En las distintas fases de ejecución se cuidará que los encofrados de las caras principales presionen sobre los laterales para impedir las fugas de lechada. En los cambios de sección se adoptará en el panel de encofrado el correspondiente elemento para dar la forma requerida.

El montaje y desmontaje de cada panel de encofrado trepante se realizará con una grúa.

Para encofrados de vigas, la separación de puntales será  $\leq 1$  metro. En elementos de gran luz se dispondrá la oportuna contraflecha.

Para vigas de anchura > 0,50 m o canto > 1,20 m, cada sopanda del fondo del encofrado se sustentará sobre dos puntales unidos por riostras.

Los distintos elementos que constituyen los moldes, encofrados, apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni choques en la estructura.

No se llevará a cabo el desencofrado hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos a los que va a estar sometido durante y después del mismo.

Antes de retirar un puntal en zona no endurecida, se colocarán varios en su proximidad.

El plazo mínimo de descimbrado dependerá, entre otros, de la evolución de la resistencia y módulo de deformación del hormigón, de las condiciones de curado, de las características de la estructura, etc. En caso de hormigón armado fabricado con cemento Portland y condiciones de curado normales, para el cálculo de este plazo se puede emplear la fórmula especificada en el art. 75 de la EHE. Si no se dispone de datos suficientes y, en caso de haber utilizado cemento de endurecimiento normal, se pueden tomar como referencia los periodos mínimos de desencofrado de elementos de hormigón armado recogidos en la tabla 75 de la EHE.

Normativa de obligado cumplimiento:

- EHE-08. "Instrucción de Hormigón Estructural".
- NTE-EME. "Estructuras de Madera: Encofrados".

Criterio de medición y abono:

Se abonará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie en contacto con el correspondiente elemento estructural.

No se abonarán los excesos de encofrado, apeos, apuntalamientos, operaciones y elementos auxiliares.

Se considerará incluido en el abono la recogida, limpieza y acondicionamiento de los elementos empleados.

Para hormigón visto se consideran incluidos, en la partida, los verdugillos para achaflanar o redondear las esquinas.

Conforme al Cuadro de Precios esta unidad podrá estar incluido en el precio correspondiente al m<sup>3</sup> de hormigón.

## 2.2.2 Agua a emplear en morteros y hormigones

### Definición

Cumplirá lo prescrito por la "Instrucción de Hormigón Estructural", EHE-08, siendo, asimismo, obligatorio el cumplimiento del contenido de sus comentarios en la medida en que sean aplicables.

Como norma general, podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de lechadas, morteros y hormigones, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica, es decir, las que no produzcan o hayan producido en ocasiones anteriores eflorescencias, agrietamientos, corrosiones o perturbaciones en el fraguado y endurecimiento de las masas.

## Características

Salvo justificación especial demostrativa de que no alteran perjudicialmente las propiedades exigidas a la lechada, mortero u hormigón, se rechazarán las aguas que no cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- Acidez medida por el pH, igual o superior a cinco (5).
- Sustancias disueltas en cantidad igual o inferior a quince gramos por litro (15 gr/l) equivalente a quince mil partes por millón (15.000 p.p.m.).
- Contenido en sulfatos, expresados en SO<sub>4</sub>, igual o inferior a un gramo por litro (1 gr/l) equivalente a mil partes por millón (1.000 p.p.m.).
- Ión cloro en proporción igual o inferior a una décima de gramo por litro (0,1 gr/l) equivalente a cien partes por millón (100 p.p.m.) para los hormigones pretensados, a seis gramos por litro (6 gr/l) equivalentes a seis mil partes por millón (6.000 p.p.m.) para los hormigones en masa y morteros que no hayan de estar en contacto con armaduras o elementos metálicos.
- Estar exentas de hidratos de carbono.
- Sustancias orgánicas solubles en éter en cantidad inferior a quince gramos por litro (15 gr/l) equivalente a quince mil partes por millón (15.000 p.p.m.).
- Si el ambiente de las obras es muy seco, lo que favorece la presencia de fenómenos expansivos de cristalización, la limitación relativa a las sustancias disueltas podrá hacerse aún más severa, a juicio del Director de Obra, especialmente en los casos y zonas en que no sean admisibles las eflorescencias.

### 2.2.3 Cementos

#### Definición y clasificación

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

#### Condiciones generales

El cemento deberá cumplir las condiciones exigidas por las Normas UNE-EN 197, UNE 80 de la serie 300 a partir de la 303, la Instrucción para la Recepción de Cementos RC-16 concordante con la Norma europea EN 197, y la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08, junto con sus comentarios.

#### Transporte y almacenamiento

El cemento se transportará y almacenará en sacos o a granel.

Solamente se permitirá el transporte y almacenamiento de los conglomerados hidráulicos en sacos, cuando expresamente lo autorice el Director de Obra.

El cemento transportado en cisternas se almacenará en uno o varios silos, adecuadamente aislados contra la humedad, en los que se deberá disponer de un sistema de aforo con una aproximación mínima de diez por ciento (10%).

Los almacenes de cemento serán completamente cerrados y libres de humedad en su interior. Los sacos o envases de papel serán cuidadosamente apilados sobre planchas de tableros de madera separados del suelo mediante rastreles de tablón o perfiles metálicos. Las pilas de sacos deberán quedar suficientemente separadas de las paredes para permitir el paso de personas. El Contratista deberá tomar las medidas necesarias para que las partidas de cemento sean empleadas en el orden de su llegada. Asimismo, el Contratista está obligado a separar y mantener separadas las partidas de cemento que sean de calidad anormal según el resultado de los ensayos del Laboratorio.

El Director de Obra podrá imponer el vaciado total periódico de los silos y almacenes de cemento con el fin de evitar la permanencia excesiva de cemento en los mismos.

En todo aquello que no contradiga lo indicado en el presente Pliego será de aplicación lo indicado en el apartado 26 de la Instrucción EHE-08 y sus comentarios y, en su defecto, en los apartados 202.7 y 202.8 del PG-3.

#### Características químicas

El cemento utilizado cumplirá lo señalado en la Instrucción para la Recepción de Cementos RC-16.

En este apartado se trata de establecer las condiciones mínimas deseables en los cementos a emplear en aguas, superestructuras y espaldones de hormigón armado para obras marítimas.

Las características en el cemento a utilizar son:

- Contenido discreto de aluminato tricálcico (C3A) en el clinker. Se fija un máximo del 1%, medida sobre la muestra correspondiente al clinker utilizado en la fabricación del cemento.
- Finura del molido moderada. Se establecen como límites inferior y superior de finura BLAINE 3000 y 3400 g/cm<sup>2</sup>, respectivamente.
- Tiempo de iniciación del fraguado dilatado. El tiempo mínimo para la iniciación del fraguado puede prescribirse en tres horas.
- Con el fin de asegurar la durabilidad del hormigón en ambiente marino sería deseable limitar el contenido conjunto de aluminato tricálcico (C3A) y ferrito aluminato tetracálcico (C4AF) a un 25%.

#### Control de recepción

Las partidas de cemento deberán llevar el Certificado del Fabricante que deberá comprender todos los ensayos necesarios para demostrar el cumplimiento de lo especificado en el punto anterior, Características Técnicas.

A la recepción de obra de cada partida, y siempre que el sistema de transporte y la instalación de almacenamiento cuenten con la aprobación del Director de Obra, se llevará a cabo una toma de muestras, sobre las que se procederá a efectuar ensayos de recepción que indique el Programa de Control de Calidad, siguiendo los métodos especificados en el Pliego General de Prescripciones Técnicas para la Recepción de Cementos y los señalados en el presente Pliego. Las partidas que no cumplan alguna de las condiciones exigidas en dichos Documentos, serán rechazadas.

Cuando el cemento haya estado almacenado en condiciones atmosféricas normales, durante un plazo igual o superior a tres (3) semanas, se procederá a comprobar que las condiciones de almacenamiento han sido adecuadas. Para ello se repetirán los ensayos de recepción. En ambientes muy húmedos, o en el caso de condiciones atmosféricas especiales, el Director de Obra podrá variar, a su criterio, el indicado plazo de tres (3) semanas.

En todo aquello que no contradiga lo indicado en el presente Pliego será de aplicación lo indicado en el apartado 202.9 del PG-3.

#### Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de los cementos para que sus características se ajusten a lo indicado en el presente Pliego y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos (RC-16).

Los ensayos se realizarán con la periodicidad mínima siguiente:

- A la recepción de cada partida en obra se efectuarán los siguientes ensayos e inspecciones
- Un ensayo de principio y fin de fraguado
- Una inspección ocular de acuerdo con lo establecido en el apartado de transporte y almacenamiento.
- Una inspección del Certificado del Fabricante, que deberá comprender todos los ensayos necesarios para demostrar el cumplimiento de lo especificado en el apartado de recepción.
- Cada quinientas (500) toneladas o cantidad mayor si la Dirección de Obra lo estima oportuno, los siguientes ensayos:
  - o Un ensayo de finura de molido
  - o Un ensayo de peso específico real
  - o Una determinación de principio y fin de fraguado
  - o Un ensayo de expansión en autoclave
  - o Un ensayo de resistencia mecánica de los cementos
  - o Un ensayo del índice de puzolanicidad en caso de utilizar cementos puzolánicos.
- En todo aquello que no contradiga lo indicado en el presente Pliego será de aplicación lo indicado los artículos 71 y 85 de la Instrucción EHE-08 y sus comentarios.

Para todos los hormigones y morteros definidos en los planos, que no posean ninguna nota referente a características especiales requeridas para el hormigón, se

utilizará como conglomerante hidráulico cementos tipos CEM II/B-S, CEMIII/A, CEM/B, CEMII/B-P, CEMII/B-V IV/A del tipo MR y de las clases 32.5, 32.5R, 42.5 y 42.5R.

Podrán ser utilizados cementos de cualquiera de estas clases o categorías siempre y cuando los resultados de los ensayos previos den las características exigidas para el hormigón y sean aprobados por la Dirección de Obra. En cualquier caso cumplirán las condiciones señaladas en el artículo 26 de la EHE-08 y en el apartado 202 del PG-3.

Se utilizarán siempre cementos definidos en el RC-16 ó en la UNE-EN 197. En ningún caso podrá ser variado el tipo, clase o categoría del cemento asignado a cada unidad de obra sin la autorización expresa de la Dirección de Obra. Antes de su empleo se comprobará lo que indica el artículo 85 de la EHE-08.

Asimismo cumplirán los requisitos fijados en el "Código de la buena práctica para hormigón resistente a sulfatos" del Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento.

En principio se prohíbe el empleo de mezclas de cementos, debiendo adoptarse precauciones especiales que impidan la utilización por error en una unidad de obra de un conglomerante hidráulico diferente del especificado, debido a un almacenamiento simultáneo en obra de cementos de tipo diferentes.

## 2.2.4 Hormigones

### Definición

Hormigón con o sin adiciones (cenizas volantes o humo de sílice), elaborado en una central hormigonera legalmente autorizada de acuerdo con el título 4º de la ley 21/1992 de Industria y el Real Decreto 559/2010, de 7 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento del Registro Integrado Industrial.

Se han considerado los tipos de hormigones siguientes:

- Hormigones designados por la resistencia característica estimada a compresión a los 28 días o por la dosificación de cemento, de uso estructural o no.
- Hormigones designados por la resistencia a flexotracción al cabo de 28 días, de uso para pavimentos de carreteras.

A efectos de aplicación de esta unidad, se contemplan todo tipo de hormigones, incluidos, aquellos que formen parte de otras unidades de obra.

### Características generales

Los componentes del hormigón, su dosificación, el proceso de fabricación y el transporte deben cumplir las prescripciones de la EHE-08 y el PG 3/75 y las modificaciones posteriores aprobadas.

La designación del hormigón fabricado en central se puede hacer por propiedades o por dosificación y se expresará, como mínimo, la siguiente información:

- Tipificación del hormigón.

- Granulometría de cada fracción de árido y de la mezcla.
- Tamaño máximo del árido.
- Proporción por metro cúbico de hormigón fresco de cada árido (Kg/m<sup>3</sup>).
- Proporción por metro cúbico de hormigón fresco de agua.
- Dosificación de adiciones.
- Dosificación de aditivos.
- Tipo y clase de cemento.
- Consistencia de la mezcla.
- Proceso de mezclado y amasado
- Consistencia.
- Tipo de ambiente al que se expondrá el hormigón.
- Resistencia característica a compresión para los hormigones designados por propiedades.
- Contenido de cemento expresado en kg/m<sup>3</sup>, para los hormigones designados por dosificación.

La indicación del uso estructural que tendrá el hormigón: en masa, armado o pretensado.

La designación por propiedades se realizará de acuerdo con el formato: T-R/C/TM/A

T: Indicativo que será HM para el hormigón en masa, HA para el hormigón armado, y HP para el hormigón pretensado

R: Resistencia característica especificada, en N/mm<sup>2</sup>

C: Letra indicativa del tipo de consistencia: F fluida, B blanda, P plástica y S seca.

TM: Tamaño máximo del árido en mm.

A: Designación del ambiente al que se expondrá el hormigón

En los hormigones designados por propiedades, el suministrador debe establecer la composición de la mezcla del hormigón, garantizando al peticionario las características especificadas de tamaño máximo del árido, consistencia y resistencia característica, así como las limitaciones derivadas del tipo de ambiente especificado (contenido de cemento y relación agua/cemento).

En los hormigones designados por dosificación, el peticionario es responsable de la congruencia de las características especificadas de tamaño máximo del árido, consistencia y contenido en cemento por metro cúbico de hormigón, y el suministrador las deberá garantizar, indicando también, la relación agua/cemento que ha utilizado.

En los hormigones con características especiales u otras de las especificadas en la designación, las garantías y los datos que el suministrador deba aportar serán especificados antes del inicio del suministro.

El hormigón debe cumplir con las exigencias de calidad que establece la norma EHE-08-Capítulo 6.

Si el hormigón está destinado a una obra con armaduras pretensadas, no puede contener cenizas volantes ni adiciones de ningún otro tipo, excepto humo de sílice.

Si el hormigón está destinado a obras de hormigón en masa o armado, la D.F. puede autorizar el uso de cenizas volantes o humo de sílice para su confección. En estructuras de edificación, si se utilizan cenizas volantes no deben superar el 35% del peso del cemento. Si se utiliza humo de sílice no debe superar el 10% del peso del cemento.

La central que suministre hormigón con cenizas volantes realizará un control sobre la producción según art. 30.1. de la EHE -08 y debe poner los resultados del análisis al alcance de la D.F., o dispondrá de un sello o marca de conformidad oficialmente homologado a nivel nacional o de un país miembro de la CE.

Las cenizas deben cumplir en cualquier caso las especificaciones de la norma UNE-EN 450.

Tipo de cemento:

- Hormigón en masa: Cementos comunes(UNE 80-301), RC-16  
Cementos para usos especiales(UNE 80-307), RC-16
- Hormigón armado: Cementos comunes(UNE 80-301), RC-16
- Hormigón pretensado: Cementos comunes tipo CEM I,II/A-D(UNE 80-307), RC-16
- Se considera incluido en los cementos comunes los cementos blancos (UNE 80-305)
- Se consideran incluidos los cementos de características adicionales como los resistentes a los sulfatos y/o al agua de mar (UNE 80-303), y los de bajo calor de hidratación (UNE 80-306)
- Clase de cemento: / 32,5

El contenido mínimo de cemento debe estar de acuerdo con las prescripciones de la norma EHE-08, en función de la clase de exposición (tabla 37.3.2.a). La cantidad mínima de cemento considerando el tipo de exposición más favorable debe ser:

- Obras de hormigón en masa: / 200 kg/m<sup>3</sup>
- Obras de hormigón armado: / 250 kg/m<sup>3</sup>
- Obras de hormigón pretensado: / 275 kg/m<sup>3</sup>
- En todas las obras: [ 350 kg/m<sup>3</sup>

La relación agua/cemento debe estar de acuerdo con las prescripciones de la norma EHE-08, en función de la clase de exposición (tabla 37.3.2.a). La relación agua/cemento considerando el tipo de exposición más favorable debe ser:

- Hormigón en masa: [ 0,65
- Hormigón armado: [ 0,65
- Hormigón pretensado: [ 0,60

La relación agua/cemento para la clase de exposición IIIa debe ser:

- Hormigón en masa: -
- Hormigón armado: [ 0,50
- Hormigón pretensado: [ 0,45

Asiento en el cono de Abrams (UNE EN-12350-2):

- Consistencia seca: 0 - 2 cm
- Consistencia plástica: 3 - 5 cm
- Consistencia blanda: 6 - 9 cm
- Consistencia fluida: 10-15 cm
- Consistencia líquida: 16-20

El ión cloro total aportado por los componentes de un hormigón no puede exceder:

- Pretensado: [ 0,03% masa de árido
- Armado: [ 0,05% masa de árido, aunque es recomendable limitarlo a [ 0,05% masa de árido para evitar eflorescencias
- En masa con armadura de fisuración: [ 0,05% peso del cemento

Tolerancias en asiento en el cono de Abrams:

- Consistencia seca: Nulo
- Consistencia plástica o blanda:  $\pm 1$  cm
- Consistencia fluida:  $\pm 2$  cm

#### Fabricación y transporte del hormigón

La fabricación y transporte del hormigón se realizará de acuerdo con las indicaciones del artículo 71 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08" o normativa que la sustituya.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua del amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media, salvo que se utilicen aditivos retardadores de fraguado. Dicho tiempo límite podrá disminuirse, en su caso, cuando el Fabricante del hormigón considere necesario establecer en su hoja de suministro un plazo inferior para su puesta en obra. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.

En el caso de hormigonado en tiempo caluroso, se pondrá especial cuidado en que no se produzca desecación de las amasadas durante el transporte. A tal efecto, si éste dura más de treinta minutos (30 min) se adoptarán las medidas oportunas, tales como reducir el soleamiento de los elementos de transporte (pintándolos de blanco, etc.) o amasar con agua fría, para conseguir una consistencia adecuada en obra.

Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80% del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a

la homogeneidad del hormigón e impedir que se cumpla lo estipulado en 71.2.4 de la EHE-08.

Si se prevé la posibilidad de lluvia, el Contratista dispondrá, toldos u otros medios que protejan al hormigón fresco. Como norma general, el hormigonado se suspenderá en caso de lluvia, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada del agua a las masas de hormigón fresco.

El Director de las Obras aprobará, en su caso, las medidas a adoptar en caso de tiempo lluvioso. Asimismo, ordenará la suspensión del hormigonado cuando estime que no existe garantía de que el proceso se realice correctamente.

### Condiciones generales suministro

La entrega del hormigón deberá regularse de manera que su puesta en obra se efectúe de manera continua. El tiempo transcurrido entre entregas no podrá rebasar, en ningún caso, los treinta minutos (30 min), cuando el hormigón pertenezca a un mismo elemento estructural o fase de un elemento estructural.

Se cumplirán las prescripciones indicadas en "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), artículo 71.4.2. Cada carga de hormigón fabricado en central, tanto si ésta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro cuyo contenido mínimo se indica en el Anejo nº 21 de la EH-08.

El suministro se realizará en camiones hormigonera.

El hormigón llegará a la obra sin alteraciones en sus características, formando una mezcla homogénea y sin haber iniciado el fraguado.

Queda expresamente prohibido la adición al hormigón de cualquier cantidad de agua u otras sustancias de que puedan alterar la composición original.

El suministrador debe entregar con cada carga una hoja donde figuren, como mínimo, los siguientes datos:

- Nombre de la central que ha elaborado el hormigón.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Fecha de entrega.
- \* Nombre del peticionario y del responsable de la recepción
- Especificaciones del hormigón:
  - \* Resistencia característica
  - \* Hormigones designados por propiedades:
    - Designación de acuerdo con el art. 39.2 de la EHE
    - Contenido de cemento en kg/m<sup>3</sup> (con 15 kg de tolerancia)
  - \* Hormigones designados por dosificación:
    - Contenido de cemento por m<sup>3</sup>
    - Tipo de ambiente según la tabla 8.2.2 de la EHE
  - \* Relación agua/cemento (con 0,02 de tolerancia)
  - \* Tipo, clase y marca del cemento
  - \* Tamaño máximo del árido
  - \* Consistencia

- \* Tipo de aditivos según UNE-EN 934-2, si los hay
- \* Procedencia y cantidad de las adiciones o indicación de que no hay
  - Designación específica del lugar de suministro
- \* Cantidad de hormigón que compone la carga, en m<sup>3</sup> de hormigón fresco
- \* Identificación del camión y de la persona que realiza la descarga
  - Hora límite de uso del hormigón

#### Condiciones generales de almacenaje

No se puede almacenar.

#### Vertido del hormigón

Se cumplirán las prescripciones del artículo 71.5 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)" o normativa que la sustituya.

El Director de las Obras podrá modificar el tiempo de puesta en obra del hormigón fijado por la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural EHE -08" o normativa que la sustituya, si se emplean productos retardadores de fraguado; pudiendo aumentarlo además cuando se adopten las medidas necesarias para impedir la evaporación del agua, o cuando concurren condiciones favorables de humedad y temperatura.

El Director de las Obras dará la autorización para comenzar el hormigonado, una vez verificado que las armaduras están correctamente colocadas en su posición definitiva.

Asimismo, los medios de puesta en obra del hormigón propuestos por el Contratista deberán ser aprobados por el Director de las Obras antes de su utilización.

En el vertido y colocación de las masas, incluso cuando estas operaciones se realicen de un modo continuo mediante conducciones apropiadas, se adoptarán las debidas precauciones para evitar la segregación de la mezcla.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a dos metros (2 m) quedando prohibido verterlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillos, o hacerlo avanzar más de un metro (1 m) dentro de los encofrados. Se procurará siempre que la distribución del hormigón se realice en vertical, evitando proyectar el chorro de vertido sobre armaduras o encofrados.

Al verter el hormigón, se vibrará para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente las zonas en que exista gran cantidad de ellas, y manteniendo siempre los recubrimientos y separaciones de las armaduras especificados en los planos.

Cuando se coloque en obra hormigón proyectado mediante métodos neumáticos, se tendrá la precaución de que el extremo de la manguera no esté situado a más de tres metros (3 m) del punto de aplicación, que el volumen del hormigón lanzado en cada descarga sea superior aun quinto de metro cúbico (0,2 m<sup>3</sup>), que se elimine todo rebote excesivo del material y que el chorro no se dirija directamente sobre las armaduras.

En el caso de hormigón pretensado, no se verterá el hormigón directamente sobre las vainas para evitar su posible desplazamiento. Si se trata de hormigonar una dovela

sobre un carro de avance o un tramo continuo sobre una cimbra autoportante, se seguirá un proceso de vertido tal que se inicie el hormigonado por el extremo más alejado del elemento previamente hormigonado, y de este modo se hayan producido la mayor parte de las deformaciones del carro o autocimbra en el momento en que se hormigone la junta.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará por tongadas, dependiendo del espesor de la losa, de forma que el avance se realice en todo el frente del hormigonado.

En vigas, el hormigonado se efectuará avanzando desde los extremos, llenándolas en toda su altura, y procurando que el frente vaya recogido para que no se produzcan segregaciones ni la lechada escurra a lo largo del encofrado.

Cuando esté previsto ejecutar de un modo continuo las pilas y los elementos horizontales apoyados en ellas, se dejarán transcurrir por lo menos dos horas (2 h) antes de proceder a construir dichos elementos horizontales, a fin de que el hormigón de los elementos verticales haya asentado definitivamente.

En el hormigón ciclópeo se cuidará que éste envuelva los mampuestos, quedando entre ellos separaciones superiores a tres (3) veces el tamaño máximo del árido empleado, sin contar los mampuestos.

#### Compactación del hormigón

La compactación del hormigón se realizará de acuerdo con las indicaciones del apartado 71.5.2 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08" o normativa que la sustituya.

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

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

El Director de las Obras aprobará, a propuesta del Contratista, el espesor de las tongadas de hormigón, así como la secuencia, distancia y forma de introducción y retirada de los vibradores.

Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones locales ni fugas importantes de lechada por las juntas de los encofrados. La compactación será más cuidadosa e intensa junto a los paramentos y rincones del encofrado y en las zonas de fuerte densidad de armaduras, hasta conseguir que la pasta refluya a la superficie.

Si se emplean vibradores de superficie, se aplicarán moviéndolos lentamente, de modo que la superficie del hormigón quede totalmente humedecida.

Si se emplean vibradores sujetos a los encofrados, se cuidará especialmente la rigidez de los encofrados y los dispositivos de anclaje a ellos de los vibradores.

Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse verticalmente en la tongada, de forma que su punta penetre en la tongada adyacente ya vibrada, y se retirarán de forma inclinada. La aguja se introducirá y retirará lentamente y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los diez centímetros por segundo (10 cm/s).

La distancia entre puntos de inmersión será la adecuada para dar a toda la superficie de la masa vibrada un aspecto brillante; como norma general será preferible vibrar en muchos puntos por poco tiempo a vibrar en pocos puntos prolongadamente.

Cuando se empleen vibradores de inmersión deberá darse la última pasada de forma que la aguja no toque las armaduras.

Antes de comenzar el hormigonado, se comprobará que existe un número de vibradores suficiente para que, en caso de que se averíe alguno de ellos, pueda continuarse el hormigonado hasta la próxima junta prevista.

En el caso del hormigón pretensado la compactación se efectuará siempre mediante vibrado. Se pondrá el máximo cuidado en que los vibradores no toquen las vainas para evitar su desplazamiento o su rotura y consiguiente obstrucción. Durante el vertido y compactado del hormigón alrededor de los anclajes, deberá cuidarse de que la compactación sea eficaz, para que no se formen huecos ni coqueras y todos los elementos del anclaje queden bien recubiertos y protegidos.

## Juntas

Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción y/o dilatación. Las de dilatación deberán venir definidas en los Planos del Proyecto. Las de contracción y hormigonado se fijarán de acuerdo con el plan de obra y las condiciones climatológicas, pero siempre con antelación al hormigonado.

El Director de las Obras aprobará, previamente a su ejecución, la localización de las juntas que no aparezcan en los Planos.

Se cumplirán las prescripciones del artículo 71.5.4 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08" o normativa que la sustituya.

Las juntas creadas por las interrupciones del hormigonado deberán ser perpendiculares a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión, y deberán estar situadas donde sus efectos sean menos perjudiciales. Se situarán en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión, y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas, con dicho fin, de las zonas en las que la armadura esté sometida a fuertes tracciones. Se les dará la forma apropiada que asegure una unión lo más íntima posible entre el antiguo y el nuevo hormigón. Si son muy tendidas se vigilará especialmente la segregación de la masa durante el vibrado de las zonas próximas, y si resulta necesario, se encofrarán. Si el plano de la junta presenta una mala orientación, se demolerá la parte de hormigón que sea necesario para dar a la superficie la dirección apropiada.

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

producir alteraciones apreciables en la adherencia entre la pasta y el árido grueso. Expresamente se prohíbe el empleo de productos corrosivos en la limpieza de juntas.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán las juntas abiertas durante algún tiempo, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. La apertura de tales juntas será la necesaria para que, en su día, se puedan hormigonar correctamente.

En el caso de elementos de hormigón pretensado, no se dejarán más juntas que las previstas expresamente en los Planos y solamente podrá interrumpirse el hormigonado cuando por razones imprevistas sea absolutamente necesario. En ese caso, las juntas deberán hacerse perpendiculares a la resultante del trazado de las armaduras activas. No podrá reanudarse el hormigonado sin el previo examen de las juntas y autorización del Director de las Obras, que fijará las disposiciones que estime necesarias sobre el tratamiento de las mismas.

### Curado del hormigón

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento, se someterá al hormigón a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo que, al efecto, fije el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto, el que resulte de aplicar las indicaciones del artículo 71.6 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08" o normativa que la sustituya.

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del hormigón, para lo cual deberá curarse mediante procedimientos que no produzcan ningún tipo de daño en superficie, cuando esta haya de quedar vista, ni suponga la aportación de sustancias perjudiciales para el hormigón.

Podrán utilizarse como procedimientos de curado, el riego directo con agua (evitando que se produzca el deslavado del hormigón), la disposición de arpilleras, esterillas de paja u otros tejidos análogos de alto poder de retención de humedad, láminas de plástico y productos filmógenos de curado, de forma que la velocidad de evaporación no supere en ningún caso el medio litro por metro cuadrado y hora (0,50 l/m<sup>2</sup>/h).

Cuando el hormigonado se efectúe a temperatura superior a cuarenta grados Celsius (40 °C), deberá curarse el hormigón por vía húmeda. El proceso de curado deberá prolongarse sin interrupción durante al menos diez días (10 d).

Las superficies de hormigón cubiertas por encofrados de madera o de metal expuestos al soleamiento se mantendrán húmedas hasta que puedan ser desmontadas, momento en el cual se comenzará a curar el hormigón.

En el caso de utilizar el calor como agente de curado para acelerar el endurecimiento, se vigilará que la temperatura no sobrepase los setenta y cinco grados Celsius (75 °C), y que la velocidad de calentamiento y enfriamiento no exceda de veinte grados Celsius por hora (20°C/h). Este ciclo deberá ser ajustado experimentalmente de acuerdo con el tipo de cemento utilizado.

Cuando para el curado se utilicen productos filmógenos, las superficies del hormigón se recubrirán, por pulverización, con un producto que cumpla las condiciones

estipuladas en el artículo 285 de este Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, "Productos filmógenos de curado".

La aplicación del producto se efectuará tan pronto como haya quedado acabada la superficie, antes del primer endurecimiento del hormigón. No se utilizará el producto de curado sobre superficies de hormigón sobre las que se vaya a adherir hormigón adicional u otro material, salvo que se demuestre que el producto de curado no perjudica la adherencia, o a menos que se tomen medidas para eliminar el producto de las zonas de adherencia.

El Director de las Obras autorizará en su caso la utilización de técnicas especiales de curado, que se aplicarán de acuerdo a las normas de buena práctica de dichas técnicas.

El Director de las Obras dará la autorización previa para la utilización de curado al vapor, así como el procedimiento que se vaya a seguir, de acuerdo con las prescripciones incluidas en este apartado.

Si el rigor de la temperatura lo requiere, el Director de las Obras podrá exigir la colocación de protecciones suplementarias, que proporcionen el debido aislamiento térmico al hormigón y garanticen un correcto proceso de curado.

#### Desencofrado

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 tendrán también en cuenta las condiciones ambientales (por ejemplo, heladas) y la necesidad de adoptar medidas de protección una vez que el encofrado, o los moldes, hayan sido retirados.

#### Descimbrado

Los distintos elementos que constituyen los moldes o los encofrados (costeros, fondos, etc.), los apeos y 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 descimbrado.

#### Criterios de unidad terminada y aceptación

Deberán cumplirse las tolerancias especificadas en el Proyecto, en este Pliego así como en la normativa vigente aplicable.

Los defectos que hayan podido producirse al hormigonar deberán ser comunicados al Director de las Obras, junto con el método propuesto para su reparación. Una vez aprobado éste, se procederá a efectuar la reparación en el menor tiempo posible.

Las zonas reparadas deberán curarse rápidamente. Si es necesario, se protegerán con lienzos o arpilleras para que el riego no perjudique el acabado superficial de esas zonas.

#### Unidad y criterios de medición

Se abonará por m<sup>3</sup> realmente ejecutado, medido sobre planos conforme a las secciones de proyecto.

El cemento, áridos, agua, aditivos y adiciones, así como la fabricación y transporte y vertido del hormigón, quedan incluidos en el precio unitario del hormigón, así como su compactación, ejecución de juntas, curado y acabado.

No se abonarán las operaciones que sea preciso efectuar para la reparación de defectos.

#### Normativa de obligado cumplimiento

- EHE -08
- PG-3 /75 y posteriores modificaciones aprobadas
- Orden Circular 311/90 C y E del MOPU (D.G.C.) de 23.3.90 sobre pavimentos de hormigón vibrado
- RC-16

### 2.2.5 Morteros

#### Condiciones generales

Se confeccionará a cubierto, siempre que sea posible.

La mezcla podrá realizarse a mano o mecánicamente. De emplearse máquinas, el tiempo de batido será  $\geq 30$  segundos, contados a partir de la adición de agua.

No se modificarán las condiciones de fraguado; se evitará la exposición directa al sol de los ingredientes.

Se humedecerá ligeramente la arena antes de su empleo, para temperaturas en el exterior mayores de 30°.

#### Características

Estará perfectamente mezclado y batido; será homogéneo; su consistencia será de pasta blanda y pegajosa; no presentará grumos ni desprenderá agua.

La dosificación será fijada por la Dirección Facultativa; no será modificada por el Constructor.

Existirán en obra: báscula, cajones y medidas para la arena, que permitan su comprobación.

La dosificación dependerá del coeficiente de trabajo soportado por el material que une el mortero; estará de acuerdo con el siguiente cuadro:

TIPO	Cemento	Cal	Picón	Arena	Agua
	Kg	L	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
1:3	440			0,980	0,260
1:4	350			1,040	0,260
1:5	290			1,070	0,255
1:6	250			1,100	0,255
1:8	190			1,140	0,250
1:10	160			1,150	0,250
1:1:6	220	165		0,980	0,170
1:2:6	180	275		0,830	0,160
1:2:8	155	230		0,920	0,165
1:2:10	133	197		0,990	0,167
1:3:7	200		1,100	0,250	0,260

#### Transporte y almacenamiento

Se construirán cobertizos para contener la maquinaria y materiales a emplear. Sus dimensiones serán suficientes para almacenar el mortero hasta su empleo.

#### Criterio de medición y abono

La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>).

No será de abono directo, a menos que se defina como unidad independiente.

Se medirá y abonará en metros cúbicos realmente colocados.

#### Normativa de obligado cumplimiento

- EHE -08
- PG-3 /75 y posteriores modificaciones aprobadas
- Orden Circular 311/90 C y E del MOPU (D.G.C.) de 23.3.90 sobre pavimentos de hormigón vibrado
- RC-16

#### 2.2.6 Aceros

##### Definición

Aceros para armaduras activas o pasivas utilizadas en estructuras de hormigón.

Se han considerado los siguientes tipos:

- Armaduras pasivas:
  - Barras rectas o rollos de acero corrugado soldable
  - Alambres de acero corrugado o grafilado soldable
  - Alambres lisos de acero soldable
- Armaduras activas:
  - Alambres (UNE 36-094)
  - Barras (UNE 7-474)
  - Cordones (UNE 7-326)
    - Acero en cordones adherentes para tensar.
    - Acero en cordones no adherentes para tensar.

### Características generales

#### Acero en armaduras pasivas

Las barras no presentarán defectos superficiales, fisuras ni soplados.

La armadura estará limpia, sin manchas de grasa, aceite, pintura, polvo o cualquier otra materia perjudicial.

Se prohíbe el uso de alambres lisos o corrugados como armaduras pasivas longitudinales o transversales, con las siguientes excepciones:

- Mallas electrosoldadas
- Armaduras básicas electrosoldadas

En techos unidireccionales armados o pretensados de hormigón, se seguirá sus propias normas. Las características geométricas del corrugado de las barras cumplirán las especificaciones de la norma UNE 36-068.

Deben tener grabadas las marcas de identificación según la UNE 36-068, relativas al tipo de acero (geometría del corrugado), país de origen y marca del fabricante (según informe técnico de la UNE 36-811).

Las secciones nominales y las masas nominales por metro serán las establecidas en la tabla 6 de la UNE EN 10080. La sección equivalente no será inferior al 95,5 por 100 de la sección nominal. Medidas nominales:

Diámetro nominal e (mm)	Área de la sección transversal S (mm <sup>2</sup> )	Masa (kg/m)
6	28,3	0,23
8	50,3	0,41
10	78,5	0,64
12	113	0,92
16	201	1,63
20	314	2,55
25	491	3,98
32	804	6,52

#### Características mecánicas de las barras:

Designación	Clase de acero	Límite elástico $f_y$ en N/mm <sup>2</sup>	Carga unitaria de rotura $f_s$ en N/mm <sup>2</sup>	Alargamiento de rotura en % sobre base de 5 diámetros	Relación $f_s / f_y$ en ensayo
B 400 S	Soldable	/ 400	/ 440	/14	/1,05
B 500 S	Soldable	/ 500	/ 550	/12	/1,05
B 400 SD	Soldable y dúctil	/ 400	/ 480	/20	/1,20 [1,35]
B 500 SD	Soldable y dúctil	/ 500	/ 575	/ 16	/1,15 [1,35]

#### Composición química:

Análisis UNE 36-068	C % máx.	Ceq %máx (UNE 36-068)	P % máx	S % máx	N % máx
Colada	0,22	0,50	0,050	0,050	0,012
Producto	0,24	0,52	0,055	0,055	0,013

Presencia de fisuras después de los ensayos de doblado simple a 180° y de doblado-desdoblado a 90°C (UNE 36-068): Nula

Tensión de adherencia (UNE 36-068):

- Tensión media de adherencia:
- D < 8 mm: / 6,88 N/mm<sup>2</sup>
- 8 mm [ D [ 32 mm: / (7,84-0,12 D) N/mm<sup>2</sup>
- D > 32 mm: / 4,00 N/mm<sup>2</sup>
- Tensión de rotura de adherencia:
- D < 8 mm: / 11,22 N/mm<sup>2</sup>
- 8 mm [ D [ 32 mm: / (12,74-0,19 D) N/mm<sup>2</sup>
- D > 32 mm: / 6,66 N/mm<sup>2</sup>

Tolerancias:

- Sección barra:
- Para D [ 25 mm: / 95% sección nominal
- Para D > 25 mm: / 96% sección nominal
- Masa: ± 4,5% masa nominal
- Ovalidad:

Diámetro nominal e (mm)	Diferencia máxima (mm)
6	1
8	1
10	1,50
12	1,50
16	2,00
20	2,00
25	2,00
32	2,50

**Acero en armaduras activas:**

La armadura estará limpia, sin manchas de grasa, aceite, pintura, polvo o cualquier otra materia perjudicial.

Los fabricantes deben garantizar, como mínimo, las características siguientes:

- Carga unitaria a tracción
- Límite elástico
- Alargamiento en carga máxima
- Aptitud al doblado alternativo (sólo para alambres)
- Relajación

**Acero en alambres para armaduras activas:**

Sección maciza procedente de estirado en frío o trefilado de alambre suministrado normalmente en rollo.

Los valores de diámetro nominal se deben ajustar a la serie (UNE 36-094):

3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 7,5 - 8 - 9,4 - 10

Características mecánicas de los alambres (UNE 7-474):

- Carga unitaria máxima:

Designación	Serie de diámetros nominales	Carga unitaria f máx. (N/mm <sup>2</sup> )
Y 1570 C	9,4 – 10	/ 1570
Y 1670 C	7 – 7,5 – 8	/ 1670
Y 1770 C	3 – 4 – 5 – 6	/ 1770
Y 1860 C	4 – 5	/ 1860

- Límite elástico: 85%  $f_{máx}$  [  $f_y$  ] 95%  $f_{máx}$
- Alargamiento (carga máxima sobre base de longitud / 200 mm): / 3,5%
- Estricción a ruptura:
- Alambres lisos: / 25%
- Alambres grafilados: a simple vista
- Ensayo doblado-desdoblado (UNE 36-461):
- Pérdida de resistencia a tracción en alambres de D 5 mm o sección equivalente:

5%

- Número mínimo de doblados-desdoblados que debe soportar el alambre:
- Para obras hidráulicas o en ambientes corrosivos: 7
- Resto de casos: 3
- Relajación al cabo de 1000h a 20°C (UNE 36-422): [ 2%

Tolerancias:

- Módulo de elasticidad:  $\pm$  7%

Las características geométricas y sus tolerancias deben ser las especificadas en la UNE 36-094.

**Acero en barras para armaduras activas:**

Sección maciza suministrada en forma de elementos rectilíneos.

**Características mecánicas de las barras (UNE 7-474):**

- Carga unitaria máxima ( $f_{m\acute{a}x}$ ):  $\geq 980 \text{ N/mm}^2$   
     Límite elástico  $f_y'$ :  $75\% f_{m\acute{a}x} \leq f_y' \leq 90\% f_{m\acute{a}x}$   
     Alargamiento (carga máxima sobre base de longitud  $\geq 200\text{mm}$ ):  $\geq 3,5\%$
- Relajación al cabo de 1000 h a  $20^\circ\text{C}$  (UNE 36-422):  $\leq 3\%$
- Ensayo doblado-desdoblado (UNE 7-472): Sin roturas ni fisuras

**Tolerancias:**

- Módulo de elasticidad:  $\pm 7\%$

**Acero en cordones adherentes o no adherentes :**

**Tipo de cordones:**

- 2 ó 3 alambres: Conjunto formado por dos o tres alambres del mismo diámetro nominal, enrollados helicoidalmente, con el mismo paso y sentido de torsión, sobre un eje ideal común (UNE 36-094).

- 7 alambres: Conjunto formado por seis alambres del mismo diámetro nominal, enrollados helicoidalmente, con el mismo paso y sentido de torsión, alrededor de un alambre central recto, el diámetro del cual debe estar entre  $1,02 D$  y  $1,05 D$  del diámetro de los que lo rodean.

**Características mecánicas de los alambres (UNE 7-326):**

- Carga unitaria máxima:

**Cordones de 2 ó 3 alambres:**

Designación	Serie de diámetros nominales	Carga unitaria máxima $f_{m\acute{a}x}$ ( $\text{N/mm}^2$ )
Y 1770 C	5,6 – 6	/ 1770
Y 1860 C	6,5 – 6,8 – 7,5	/ 1860
Y 1960 C	5,2	/ 1960
Y 2060 C	5,2	/ 2060

**Cordones de 7 alambres:**

Designación	Serie de diámetros nominales	Carga unitaria máxima $f_{m\acute{a}x}$ ( $\text{N/mm}^2$ )
Y 1770 C	16	/ 1770
Y 1860 C	9,3 – 13 – 15,2 – 16	/ 1860

En relación al doblado-desdoblado, los alambres deben cumplir lo especificado en el apartado 32.3 de la EHE-08:

- Límite elástico  $88\% f_{m\acute{a}x} < f_y < 95\% f_{m\acute{a}x}$
- Alargamiento (carga máxima sobre base de longitud / 500 mm):  $> 3,5\%$
- Estricción a ruptura: a simple vista
- Relajación al cabo de 1000 h a  $20^\circ\text{C}$  (UNE 36-422):  $< 2\%$
- Coeficiente de desviación para cordones  $D / 13 \text{ mm}$  (ensayo de tracción desviada UNE 36-466):  $< 28$

**Tolerancias:**

- Módulo de elasticidad:  $\pm 7\%$

Las características geométricas y sus tolerancias deben ser las especificadas en la UNE 36-094.

#### Condiciones generales de suministro

El fabricante debe facilitar para cada partida de acero marcado CE o certificado según EHE-08:

En el caso de productos certificados:

El distintivo o certificado CCRR de acuerdo con el art. 1 de la norma EHE.

El certificado de adherencia para las barras y alambres corrugados (armaduras pasivas).

El certificado de garantía del fabricante que indique los valores mínimos de las características definidas en los arts. 31.2, 31.3, y 31.4 de la norma EHE.

El fabricante debe facilitar, si se le requiere, copia de los resultados de los ensayos de control de producción correspondientes a la partida servida.

En el caso de productos no certificados (sin distintivo o certificado CCRR):

Resultado del ensayo de las características mecánicas.

Resultado del ensayo de las características geométricas.

Resultado del ensayo de composición química (armaduras pasivas). Certificado específico de adherencia (armaduras pasivas)

#### Condiciones generales de almacenaje

Antes de su utilización y en especial después de periodos largos de almacenamiento en la obra, se debe inspeccionar la superficie para comprobar que no haya alteraciones superficiales.

Armaduras pasivas:

Durante el transporte y el almacenamiento, las armaduras se protegerán adecuadamente de la lluvia, la humedad del suelo y de la agresividad de la atmósfera ambiental.

Se clasificarán según el tipo, calidad, diámetro y procedencia.

La pérdida de peso después de la eliminación de óxido superficial con cepillo de alambres será menor al 1%.

Armaduras activas:

Alambres:

Suministro: En rollos

- Diámetro del bobinado: / 250 diámetro alambre
- Flecha máxima inferior en una base de 1 m: < 300 mm
- Presencia de soldaduras realizadas después del tratamiento térmico anterior al trefilado: Nula.

**Barras:**

Suministro: En tramos rectos

**Cordones de 2 ó 3 alambres:**

Suministro: En rollos

Diámetro interior de rollo: / 600 mm

**Cordones de 7 alambres:**

Suministro: En rollos, bobinas o carretes

Almacenamiento: En locales ventilados sin contacto directo con el suelo ni con las paredes.

Se deben clasificar según los tipos, las clases y los lotes de procedencia.

**Unidad y criterios de medición**

Acero en barras lisas o corrugadas, o cordones adherentes:

Se abonará por kg de acero realmente colocado en obra, medido según planillas conformadas por la Dirección Facultativa, incluyendo despuntes, mermas y solapes. Estará incluido dentro del precio el acero necesario para el montaje.

Acero en cordones no adherentes:

Se abonará por m de longitud medida según las especificaciones de la D.F.

**Normativa de obligado cumplimiento**

Normativa general:

EHE -08

Acero en barras corrugadas:

UNE EN 10080, UNE-EN ISO/IEC 17025

Acero en cordones adherentes o no adherentes:

UNE 36-094-97 "Alambres y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado."

UNE 36094:1997. Alambres y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado.

UNE 36094:1997. Alambres y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado.

## 2.2.7 Zahorras

### Definición

Se define como zahorra el material granular, de granulometría continua, constituido por partículas total o parcialmente trituradas, en la proporción mínima que se especifique en cada caso y que es utilizado como capa de firme.

La ejecución de las capas de firme con zahorra incluye las siguientes operaciones:

- Estudio del material y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie existente.
- Preparación del material, si procede, y transporte al lugar de empleo.
- Extensión, humectación, si procede, y compactación.

### Materiales

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, el Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

Los áridos reciclados de residuos de construcción y demolición deberán aportar documento acreditativo de su origen, de la idoneidad de sus características para el uso propuesto, que han sido debidamente tratados y que no se encuentran mezclados con otros contaminantes.

Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

### Áridos

Para las categorías de tráfico pesado T2 a T4 (categoría de tráfico pesado considerada Proyecto T2), se podrán utilizar materiales granulares reciclados, áridos reciclados de residuos de construcción y demolición —entendiendo por tales a aquellos resultantes del tratamiento de material inorgánico previamente utilizado en la construcción—, áridos siderúrgicos, subproductos y productos inertes de desecho, en cumplimiento del Acuerdo de Consejo de Ministros de 26 de diciembre de 2008, por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015, siempre que cumplan

las prescripciones técnicas exigidas en este artículo, y se declare el origen de los materiales, tal como se establece en la legislación comunitaria sobre estas materias.

Los áridos reciclados de residuos de construcción y demolición se someterán, en centrales fijas o móviles, a un proceso de separación de componentes no deseados, de cribado y de eliminación final de contaminantes. De igual manera, los áridos siderúrgicos, tras un proceso previo de machaqueo, cribado y eliminación de elementos metálicos y otros contaminantes, se envejecerán con riego de agua durante un periodo mínimo de tres (3) meses.

La pérdida en el ensayo de sulfato de magnesio (UNE EN 1367-2) de los áridos reciclados de residuos de construcción y demolición no superará el dieciocho por ciento ( $\leq 18\%$ ).

El árido siderúrgico procedente de horno alto no presentará desintegración por el silicato bicálcico ni por el hierro (norma UNE-EN 1744-1).

El árido siderúrgico de acería deberá presentar una expansividad inferior al cinco por ciento ( $< 5\%$ ) (norma UNE-EN 1744-1). La duración del ensayo será de veinticuatro horas (24 h) cuando el contenido de óxido de magnesio (norma UNE-EN 196-2) sea menor o igual al cinco por ciento ( $MgO \leq 5\%$ ) y de ciento sesenta y ocho horas (168 h) en los demás casos. Además, el Índice Granulométrico de Envejecimiento (IGE) (NLT-361) será inferior al uno por ciento ( $< 1\%$ ) y el contenido de cal libre (UNEEN 1744-1) será inferior al cinco por mil ( $< 5\text{‰}$ ).

El contenido ponderal en azufre total (expresado en S, norma UNE-EN 1744-1), será inferior al cinco por mil ( $S < 5\text{‰}$ ) donde los materiales estén en contacto con capas tratadas con cemento, e inferior al uno por ciento ( $< 1\%$ ) en los demás casos.

En el caso de emplearse materiales reciclados procedentes de demoliciones de hormigón, el contenido de sulfatos solubles en agua del árido reciclado (expresados en  $SO_3$ , norma UNE-EN 1744-1), deberá ser inferior al siete por mil ( $SO_3 < 7\text{‰}$ ).

### Árido grueso

Se define como árido grueso a la parte del árido total retenida en el tamiz 4 mm (norma UNE-EN 933-2).

- Angulosidad: La proporción de partículas total y parcialmente trituradas del árido grueso (norma UNE-EN 933-5) deberá cumplir lo fijado en la siguiente tabla para la categoría de tráfico pesado considerada en Proyecto de T2.

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
T00 a T0	T1 a T2 y ARCENES T00 a T0	T3 a T4 y RESTO de ARCENES
100	$\geq 70$	$\geq 50$

Adicionalmente, la proporción de partículas totalmente redondeadas del árido grueso (norma UNE-EN 933-5) deberá cumplir:

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
T00 a T0	T1 a T2 y ARCENES T00 a T0	T3 a T4 y RESTO de ARCENES
0	≤ 10	≤ 10

- Forma (índice de lajas): L El índice de lajas (FI) de las distintas fracciones del árido grueso (norma UNE-EN 933-3) deberá ser inferior a treinta y cinco ( $FI < 35$ ).
- Resistencia a la fragmentación (coeficiente de Los Ángeles): El coeficiente de Los Ángeles (LA) (norma UNE-EN 1097-2) de los áridos para la zahorra no deberá ser superior a los valores indicados en la siguiente tabla para la categoría de tráfico pesado T2:

CATEGORÍA TRÁFICO PESADO	
T00 a T2	T3, T4 y ARCENES
30	35

Para materiales reciclados procedentes de capas de firme de carretera, así como para áridos siderúrgicos, el valor del coeficiente de Los Ángeles podrá ser superior en cinco (5) unidades a los valores que se exigen en la tabla 510.3, siempre y cuando su composición granulométrica esté adaptada al huso ZAD20.

- Limpieza (contenido de impurezas): Los materiales deberán estar exentos de todo tipo de materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa. El contenido de finos del árido grueso (norma UNE-EN 933-1), expresado como porcentaje que pasa por el tamiz 0,063 mm, será inferior al uno por ciento ( $< 1\%$ ) en masa.

#### Árido fino

Se define como árido fino a la parte del árido total cernida por el tamiz 4 mm de la norma UNE-EN 933-2.

- Calidad de finos: El equivalente de arena (SE4) (Anexo A de la norma UNE-EN 933-8), para la fracción 0/4 del material, deberá cumplir lo indicado en la siguiente tabla. De no cumplirse esta condición, su valor de azul de metileno (Anexo A de la norma UNE-EN 933-9), para la fracción 0/0,125 deberá ser inferior a diez gramos por kilogramo ( $MBf < 10 \text{ g/kg}$ ) y, simultáneamente, el equivalente de arena (SE4) no deberá ser inferior en más de cinco (5) unidades a los valores indicados en la tabla 510.3.

00 a T1	T2 a T4 y ARCENES T00 a T2	ARCENES de T3 y T4
>40	>35	>30

De acuerdo al Artículo 510.2.2.4.2 del PG-3, al tratarse de una categoría de tráfico pesado T2, se admite que el índice de plasticidad (normas UNE-EN ISO 17892-12:2019 y UNE-EN ISO 17892-12) sea inferior a diez ( $< 10$ ), y que el límite líquido (norma UNE 103103) sea inferior a treinta ( $< 30$ ).

- Granulometría: La granulometría del material (norma UNE-EN 933-1) deberá estar comprendida dentro de los usos indicados en la siguiente tabla según el tipo de zahorra prevista:

TIPO DE ZAHORRA (*)	APERTURA 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

En todos los casos, el cernido por el tamiz 0,063 mm (norma UNE-EN 933-2) será menor que los dos tercios ( $< 2/3$ ) del cernido por el tamiz 0,250 mm (norma UNE-EN 933-2).

#### Condiciones de suministro y almacenaje

Suministro y almacenamiento: De manera que no se alteren sus características.

#### Normativa de obligado cumplimiento

PG 3/75 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puente, con las modificaciones aprobadas.

#### Unidad y criterios de medición

En el presente proyecto, la zahorra forma parte, como material, de la unidad de obra "Relleno zanjas con suelo cemento", que se utiliza para completar el cierre de las zanjas en zonas asfaltadas. Esta unidad se contempla en el apartado siguiente.

### 2.2.8 Suelo cemento

#### Materiales

- Cemento

La clase resistente del cemento será la 32,5 N. El Director de las obras podrá autorizar en épocas frías el empleo de un cemento de clase resistente 42,5 N. No se emplearán cementos de aluminato de calcio ni mezclas de cemento con adiciones que no hayan sido realizadas en fábrica.

Si el contenido ponderal de sulfatos solubles (SO<sub>3</sub>) en los materiales granulares que se vayan a utilizar, determinado según la UNE 103201, fuera superior al cinco por mil (0,5‰) en masa, deberá emplearse un cemento resistente a los sulfatos y aislar adecuadamente estas capas del firme de las obras de paso de hormigón.

Si el contenido ponderal de sulfatos solubles en ácido (SO<sub>3</sub>) en el árido para gravacemiento que se vaya a utilizar (norma UNE-EN 1744-1) fuera superior al cuatro por mil (> 4 ‰) en masa, deberá emplearse un cemento resistente a los sulfatos (SR) y aislar adecuadamente estas capas del firme de las obras de hormigón.

El fraguado, según la UNE-EN 196-3, no podrá tener lugar antes de las dos horas (2 h). No obstante, si la extensión se realizase con temperatura ambiente superior a treinta grados Celsius (30°C), el principio de fraguado, determinado con dicha norma, pero realizando los ensayos a una temperatura de cuarenta más menos dos grados Celsius (40 +/- 2°C), no podrá tener lugar antes de una hora (1 h).

- **Materiales granulares**

Para el suelocemento se utilizará un suelo granular o material de origen natural, rodado o triturado, o una mezcla de ambos, exento de todo tipo de materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

En la gravacemiento se utilizará un árido natural procedente de la trituración de piedra de cantera o de gravera. El árido se suministrará, al menos, en dos (2) fracciones granulométricas diferenciadas.

En ambos casos podrán utilizarse subproductos, residuos de construcción y demolición —entendiendo por tales aquellos resultantes del tratamiento de material inorgánico previamente utilizado en la construcción— o productos inertes de desecho, en cumplimiento del Acuerdo de Consejo de Ministros de 26 de diciembre de 2008, por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015, siempre que cumplan las prescripciones técnicas exigidas en este artículo, y se declare el origen de los materiales, tal como se establece en la legislación comunitaria sobre estas materias.

Los áridos reciclados de residuos de construcción y demolición se someterán, en centrales fijas o móviles, a un proceso de separación de componentes no deseados, de cribado y de eliminación final de contaminantes.

El material granular del suelocemento o el árido de la gravacemiento, no serán susceptibles a ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo. Se deberá garantizar tanto la durabilidad a largo plazo, como que no originen, con el agua, disoluciones que provoquen daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar el suelo o corrientes de agua. Por ello, en materiales en los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento, deberá hacerse un estudio especial sobre su aptitud para ser empleado, que deberá ser aprobado por el Director de las Obras.

♣ **Composición química.**

El contenido ponderal en azufre total (expresado en S) y de sulfatos solubles en ácido (SO<sub>3</sub>), del árido de la gravacemiento (norma UNE-EN 1744-1) no será superior al uno por ciento ( $S > 1\%$ ) ni a ocho décimas porcentuales (SO<sub>3</sub> 0,8%), respectivamente.

Si en la descripción petrográfica (norma UNE-EN 932-3) se apreciara presencia de pirrotina en el árido para la gravacemiento, el contenido ponderal en azufre total (S) deberá limitarse a cuatro décimas porcentuales ( $\leq 0,4\%$ ).

Los materiales granulares no deberán presentar materia orgánica en cantidades perjudiciales, por lo que dicha proporción en el material granular para suelocemento no deberá ser superior al uno por ciento ( $> 1\%$ ) (norma UNE 103204).

Si en el árido para gravacemiento se detectara la presencia de sustancias orgánicas, de acuerdo con el apartado 15.1 de la norma UNE-EN 1744-1, se determinará su efecto sobre el tiempo de fraguado y la resistencia a compresión, de conformidad con el apartado 15.3 de esa norma. El mortero preparado con estos áridos deberá cumplir simultáneamente que:

- El aumento de tiempo de fraguado de las muestras de ensayo de mortero sea inferior a ciento veinte minutos ( $< 120$  min).
- La disminución de resistencia a la compresión de las muestras de ensayo de mortero a los veintiocho días (28 d) sea inferior al veinte por ciento ( $< 20\%$ ).

El material granular del suelocemento o el árido de la gravacemiento no presentarán reactividad potencial con los álcalis del cemento. Con materiales sobre los que no exista suficiente experiencia en su comportamiento en mezclas con cemento y que por su naturaleza petrográfica puedan tener constitutivos reactivos con los álcalis, el Director de las Obras podrá exigir que se lleve a cabo un estudio específico sobre la reactividad potencial de los áridos, que definirá su aptitud de uso, siguiendo los criterios establecidos a estos efectos en el apartado 28.7.6 de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

#### ♣ Plasticidad

El límite líquido del material granular del suelocemento (norma UNE 103103) deberá ser inferior a treinta ( $< 30$ ), y su índice de plasticidad (normas UNE 103103 y UNE 103104) deberá ser inferior a doce ( $< 12$ ).

El Director de las Obras podrá exigir en carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T2, que el árido fino para capas de gravacemiento sea no plástico, y para los restantes casos que se cumplan las condiciones siguientes:

- Límite líquido inferior a veinticinco (LL  $< 25$ ) (norma UNE 103103).
- Índice de plasticidad inferior a seis (IP  $< 6$ ), (normas UNE 103103 y UNE 103104).

#### ♣ Agua

El agua ha de cumplir las prescripciones de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08

#### ♣ Aditivos

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará los aditivos que puedan utilizarse para obtener la trabajabilidad adecuada o mejorar las características de la mezcla, los cuales deberán ser especificados en la fórmula de trabajo y aprobados por el Director de las Obras. Éste podrá autorizar el empleo de un retardador de fraguado para ampliar el periodo de trabajabilidad del material, según las condiciones meteorológicas, así como establecer el método que se vaya a emplear para su incorporación, las especificaciones que debe cumplir dicho aditivo y las propiedades de la mezcla tras su incorporación.

El empleo de retardadores de fraguado será obligatorio cuando la temperatura ambiente durante la extensión de la mezcla supere los treinta grados ( $> 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), salvo que el Director de las Obras ordene lo contrario.

Únicamente se autorizará el uso de los aditivos cuyas características, y especialmente su comportamiento y los efectos sobre la mezcla al emplearlos en las proporciones previstas, vengan garantizados por el fabricante, siendo obligatorio realizar ensayos previos para comprobar que cumplen su función con los materiales y dosificaciones previstos

### **Preparación de la superficie existente**

Se comprobarán la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender el material tratado con cemento. El Director de las Obras indicará las medidas necesarias para obtener una regularidad superficial aceptable y, en su caso, para reparar las zonas defectuosas.

En época seca y calurosa, y siempre que sea previsible una pérdida de humedad del material extendido, el Director de las Obras podrá ordenar que la superficie de apoyo se riegue ligeramente inmediatamente antes de la extensión, de forma que ésta quede húmeda pero no encharcada, eliminándose las acumulaciones de agua en superficie que hubieran podido formarse.

### **Fabricación**

La operación de mezclado se realizará mediante dispositivos capaces de asegurar la completa homogeneización de los componentes. El Director de las Obras fijará, a partir de los ensayos iniciales, el tiempo mínimo de amasado, que en ningún caso será inferior a los treinta segundos ( $< 30\text{ s}$ ).

Se comenzará mezclando los materiales granulares y el cemento, añadiéndose posteriormente el agua y los aditivos, que irán disueltos en aquella. La cantidad de agua añadida a la mezcla será la necesaria para alcanzar la humedad fijada en la fórmula de trabajo, teniendo en cuenta la existente en el material granular, así como la variación del contenido de agua que se pueda producir por evaporación durante la ejecución.

### **Compactación y terminación**

Se compactará mientras el material tratado esté dentro de su periodo de trabajabilidad, hasta alcanzar la densidad especificada en el epígrafe 513.7.1 del PG3.

La compactación se realizará de manera continua y sistemática. Si la extensión del material se realiza por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya, al menos, quince centímetros (15 cm) de la anterior.

En una sección transversal cualquiera, la compactación de una franja deberá quedar terminada antes de que haya transcurrido el periodo de trabajabilidad de la adyacente ejecutada previamente.

Una vez terminada la compactación de la capa, no se permitirá su recrecimiento. Sin embargo, y siempre dentro del periodo de trabajabilidad de la mezcla, el Director de las Obras podrá autorizar un reperfilado de las zonas que rebasen la superficie teórica, recompactando posteriormente la zona corregida.

Las zonas que, por su reducida extensión, pendiente o proximidad a obras de paso o de desagüe, muros o estructuras, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando, se compactarán con medios adecuados, de forma que las densidades que se alcancen no resulten inferiores, en ningún caso, a las exigidas en el resto de la tongada.

### **Ejecución de juntas de trabajo**

Se dispondrán juntas de trabajo transversales cuando el proceso constructivo se interrumpa más tiempo que el periodo de trabajabilidad y siempre al final de cada jornada.

Si se trabaja por fracciones de la anchura total se dispondrán juntas de trabajo longitudinales siempre que no sea posible compactar el material de una franja dentro del periodo máximo de trabajabilidad del material de la franja adyacente puesto en obra con anterioridad, lo cual debe ser evitado en la medida de lo posible.

Las juntas de trabajo se realizarán de forma que su borde quede perfectamente vertical, aplicando a dicho borde el tratamiento que ordene el Director de las Obras.

### **Curado y protección superficial**

Una vez terminada la capa se procederá a la aplicación de un riego con una emulsión bituminosa, del tipo y en la cantidad que señale el Director de las Obras, de acuerdo con lo indicado en el artículo 532 del PG-3. La extensión se efectuará de manera uniforme en toda la superficie expuesta de la capa, incluyendo los laterales, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo.

Esta operación se efectuará inmediatamente después de acabada la compactación, y en ningún caso después de transcurrir tres horas (3 h) desde la terminación, manteniéndose hasta entonces la superficie en estado húmedo.

Se prohibirá la circulación de todo tipo de vehículos sobre las capas recién ejecutadas, al menos durante los tres días (3 d) siguientes a su terminación, y durante siete días (7 d) a los vehículos pesados.

En el caso de que se vaya a circular por encima de la capa de suelocemento o de gravacemento antes de la ejecución de la capa superior, deberá protegerse el riego de curado extendiendo un árido de cobertura, que cumplirá lo especificado en el artículo 532 del PG-3. Tras su extensión se procederá al apisonado con un compactador de

neumáticos y, previamente a la apertura al tráfico, se barrerá para eliminar el árido sobrante.

El Director de las Obras fijará, dependiendo de los tipos, ritmos y programas de trabajo, el plazo para la extensión de la capa superior, que deberá ser el máximo posible. En ningún caso será inferior a siete días (< 7 d).

## 2.2.9 Riegos de imprimación

### Definición

Se define como riego de imprimación la aplicación de una emulsión bituminosa sobre una capa granular, previa a la colocación sobre ésta de una capa bituminosa.

### Materiales

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, el Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego o en el PG-3, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra. Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

### Emulsión bituminosa

Salvo justificación en contrario, se empleará una emulsión C50BF4 IMP o C60BF4 IMP del artículo 214 del PG-3 siempre que en el tramo de prueba se muestre su idoneidad y compatibilidad con el material granular a imprimir.

### Árido de cobertura

#### Condiciones generales

El árido de cobertura a emplear, eventualmente, en riegos de imprimación será arena natural, arena de machaqueo o una mezcla de ambas.

#### Granulometría

La totalidad del árido deberá pasar por el tamiz 4 mm y no contener más de un quince por ciento (15%) de partículas inferiores al tamiz 0,063 mm (norma UNE-EN933-2), de acuerdo con la norma UNE-EN 933-1.

#### Limpieza

El árido deberá estar exento de todo tipo de materias extrañas. El equivalente de arena (SE4) del árido (Anexo A de la norma UNE-EN 933-8), para la fracción 0/4 del árido deberá ser superior a cuarenta (SE4>40).

#### Plasticidad

El material deberá ser “no plástico” (normas UNE-EN ISO 17892-12:2019 y UNE-EN ISO 17892-12).

#### Dotación de los materiales

La dotación de la emulsión bituminosa quedará definida por la cantidad que sea capaz de absorber la capa que se imprima en un período de veinticuatro horas (24 h). Dicha dotación será en general de 2 kg/m<sup>2</sup>. La dotación del árido de cobertura, en caso de aplicarse, será la mínima necesaria para la absorción de un exceso de ligante que pueda quedar en la superficie, o para garantizar la protección de la imprimación bajo la acción de la eventual circulación, durante la obra, sobre dicha capa. La dotación, en ningún caso, será superior a seis litros por metro cuadrado (6 l/m<sup>2</sup>), ni inferior a cuatro litros por metro cuadrado (4 l/m<sup>2</sup>). No obstante, el Director de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá modificar las dotaciones, a la vista de las pruebas realizadas en obra.

#### Equipo necesario para la ejecución de las obras

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, y de transporte, en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras. No se podrá utilizar en la ejecución de un riego de imprimación ningún equipo que no haya sido previamente aprobado por el Director de las Obras.

#### Equipo para aplicación de la emulsión

El equipo para la aplicación de la emulsión, que dispondrá siempre de rampa de riego, irá montado sobre neumáticos, y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada, a la temperatura prescrita. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente, a juicio del Director de las Obras, y deberá permitir la recirculación en vacío de la emulsión.

#### Equipo para la extensión del árido de cobertura

Para la extensión del árido, se utilizarán extendedoras mecánicas, incorporadas a un camión o autopropulsadas. En cualquier caso, el equipo utilizado deberá proporcionar un reparto homogéneo del árido y ser aprobado por el Director de las Obras.

#### Ejecución de las obras

- Preparación de la superficie existente

Se comprobará que la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego de imprimación cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente, y el material granular tenga la humedad óptima para una correcta imprimación, debiendo estar la superficie húmeda pero no encharcada. En caso contrario, deberá ser corregida de acuerdo con lo indicado en este Pliego, o en su defecto, con las instrucciones del Director de las Obras. Inmediatamente antes de proceder a la aplicación de la emulsión, la superficie a imprimir se limpiará de materiales sueltos o perjudiciales. Para ello se utilizarán barredoras mecánicas o máquinas de aire a presión, u otro método aprobado por el Director de las Obras. Una vez limpia la superficie, si fuera necesario, se regará ligeramente con agua, sin saturarla.

- Aplicación de la emulsión bituminosa

Quando la superficie a imprimir mantenga aún cierta humedad, se aplicará la emulsión con la dotación y la temperatura aprobada por el Director de las Obras. El suministrador de la emulsión deberá aportar información sobre la temperatura de aplicación del ligante. La extensión de la emulsión se efectuará de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo. Donde fuera preciso regar por franjas, se procurará una ligera superposición del riego en la unión de las mismas. Se podrá dividir la dotación total en dos (2) aplicaciones, si así lo requiere la correcta ejecución del riego.

- Extensión del árido de cobertura

La eventual extensión del árido de cobertura se realizará, por orden del Director de las Obras, cuando sea preciso hacer circular vehículos sobre el riego de imprimación o donde se detecte que parte de ella está sin absorber, veinticuatro horas (24 h) después de su aplicación.

La extensión del árido de cobertura se realizará por medios mecánicos de manera uniforme y con la dotación aprobada por el Director de las Obras. Se evitará el contacto de las ruedas del equipo de extensión con el riego no protegido. En el momento de su extensión, el árido no deberá tener una humedad excesiva. Tras la extensión del árido de cobertura se procederá al apisonado con un compactador de neumáticos y, previamente a la extensión de la capa bituminosa, se barrerá para eliminar el árido sobrante, cuidando de no dañar el riego. Si hubiera que extender árido sobre una franja imprimada, sin que lo hubiera sido la adyacente, se dejará sin proteger una zona de aquélla de unos veinte centímetros (20 cm) de anchura, junto a la superficie que todavía no haya sido tratada.

- Limitaciones de la ejecución

El riego de imprimación se podrá aplicar sólo cuando la temperatura ambiente sea superior a los diez grados Celsius (>10 °C), y no exista riesgo de precipitaciones atmosféricas. Dicho límite se podrá rebajar a juicio del Director de las Obras a cinco grados Celsius (5 °C), si la temperatura ambiente tiende a aumentar. La aplicación del riego de imprimación se coordinará con la puesta en obra de la capa bituminosa superpuesta, de manera que la emulsión no haya perdido su efectividad como elemento de unión. Cuando el Director de las Obras lo estime necesario, se efectuará un riego de adherencia, el cual no será de abono si la pérdida de efectividad del riego anterior fuese

imputable al Contratista. Se prohibirá todo tipo de circulación sobre el riego de imprimación mientras no se haya absorbido todo el ligante o, si se hubiese extendido árido de cobertura, al menos durante las cuatro horas (4 h) siguientes a la extensión de dicho árido.

#### Control de calidad

- Control de procedencia de los materiales

En el caso de productos que deban tener el marcado CE, según el Reglamento 305/2011, para el control de procedencia de los materiales, se llevará a cabo la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este Pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas el marcado CE, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, el Director de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento, la realización de comprobaciones y ensayos sobre los materiales suministrados a la obra, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo. En el caso de productos que no tengan la obligación de disponer de marcado CE por no estar incluidos en normas armonizadas, o corresponder con alguna de las excepciones establecidas en el artículo 5 del Reglamento 305/2011, se deberá llevar a cabo obligatoriamente los ensayos de identificación y caracterización para el control de procedencia que se indican en los epígrafes siguientes.

- Emulsión bituminosa

La emulsión deberá cumplir las especificaciones establecidas en el artículo 214 del PG-3 sobre recepción e identificación.

#### Árido de cobertura

Los áridos deberán disponer del marcado CE con un sistema de evaluación de la conformidad 2+, salvo en el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra (artículo 5.b del Reglamento 305/2011). En el primer caso, el control de procedencia se podrá llevar a cabo mediante la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones establecidas en este Pliego o en su defecto en el artículo correspondiente del PG-3. En el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra, de cada procedencia y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán dos (2) muestras (norma UNE-EN 932-1) y sobre ellas se determinará la granulometría (norma UNE-EN 933-2), el equivalente de arena (SE4) (anexo A de la norma UNE-EN 933-8), y la plasticidad (normas UNE-EN ISO 17892-12:2019 y UNE-EN ISO 17892-12).

- Control de calidad de los materiales

La emulsión bituminosa deberá cumplir las especificaciones establecidas sobre el control de calidad, en el artículo 214 del PG-3. El control de calidad del árido de cobertura se basará en lo especificado en el epígrafe 530.7.1.2.

- Control de ejecución

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al de menor tamaño de entre los resultantes de aplicar los tres (3) criterios siguientes:

- Quinientos metros (500 m) de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3 500 m<sup>2</sup>) de calzada.
- La superficie imprimada diariamente.

En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrán fijar otro tamaño de lote. En cada lote, se comprobarán las dotaciones medias de ligante residual y, eventualmente, de árido de cobertura, disponiendo durante la aplicación del riego, bandejas metálicas, de silicona o de otro material apropiado, en no menos de tres (3) puntos de la superficie a tratar. En cada uno de estos elementos de recogida se determinará la dotación, mediante el secado en estufa y pesaje.

- Criterios de aceptación o rechazo

La dotación media en cada lote, tanto del ligante residual como en su caso de los áridos, no deberá diferir de la prevista en más de un quince por ciento ( $\pm 15\%$ ). Adicionalmente, no se admitirá que más de un (1) individuo de la muestra ensayada presente resultados que excedan de los límites fijados. El Director de las Obras determinará las medidas a adoptar con los lotes que no cumplan los criterios anteriores.

- Medición y abono

El riego de imprimación se incluye en el presupuesto como unidad "Riego de imprimación o adherencia realizado con emulsión C60B3 ADH/CUR (ECR-1)". Dicha unidad se contempla del mismo modo, por tanto, para riegos de imprimación y riegos de adherencia.

La medición abono se hará en metros cuadrados. El abono incluirá el de la preparación de la superficie existente y la aplicación de la emulsión.

## 2.2.10 Riego de adherencia

### Definición y alcance

Se define como riego de adherencia la aplicación de una emulsión bituminosa sobre una capa tratada con ligantes hidrocarbonados o conglomerantes hidráulicos, previa a la colocación sobre ésta de cualquier tipo de capa bituminosa que no sea un tratamiento superficial con gravilla, o una lechada bituminosa.

A efectos de aplicación de este artículo, no se considerarán como riego de adherencia los definidos en el artículo 532 del PG-3/75 como riegos de curado.

### Materiales

Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.

Independientemente de lo anterior, se estará, en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de la construcción.

- Emulsión bituminosa

El tipo de emulsión a emplear será tipo C60B4 TER

- Dotación del ligante

La dotación del ligante será de dos kilos por metro cuadrado (2 kg/m<sup>2</sup>)

No obstante, el Director de las Obras podrá modificar tal dotación, a la vista de las pruebas realizadas en obra.

- Equipo necesario para la ejecución de las obras

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

Equipo para la aplicación de la emulsión bituminosa

El equipo para la aplicación del ligante irá montado sobre neumáticos, y deberá ser capaz de aplicar la dotación de emulsión especificada, a la temperatura prescrita. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente, a juicio del Director de las Obras, y deberá permitir la recirculación en vacío de la emulsión.

Cuando el riego de adherencia se aplique antes de la extensión de una mezcla bituminosa discontinua en caliente (artículo 543 del PG-3/75), en obras de carreteras con intensidades medias diarias superiores a diez mil (10.000) vehículos/día o cuando la extensión de la aplicación sea superior a setenta mil metros cuadrados (70.000 m<sup>2</sup>), en las categorías de tráfico pesado T00 a T1, el sistema de aplicación del riego deberá ir incorporado al de la extensión de la mezcla, de tal manera que de ambos simultáneamente se garantice una dotación continua y uniforme. Análogamente serán preceptivos los requisitos anteriores en capas de rodadura de espesor igual o inferior a cuatro centímetros ( $\leq 4$  cm), en especial en las mezclas bituminosas drenantes (artículo 542 del PG-3/75), cuando se trate de aplicaciones para rehabilitación superficial de carreteras en servicio.

El resto de aplicaciones para categorías de tráfico pesado superiores a T2 y en obras de más de setenta mil metros cuadrados (70.000 m<sup>2</sup>) de superficie para categorías de tráfico pesado T3 y T4, el equipo para la aplicación de la emulsión deberá disponer de rampa de riego.

En puntos inaccesibles a los equipos descritos anteriormente, y para completar la aplicación, se podrá emplear un equipo portátil, provisto de una lanza de mano.

Si fuese necesario calentar la emulsión, el equipo deberá estar dotado de un sistema de calefacción por serpentines sumergidos en la cisterna, la cual deberá ser calorífuga. En todo caso, la bomba de impulsión de la emulsión deberá ser accionada por un motor, y estar provista de un indicador de presión. El equipo también deberá estar dotado de un termómetro para la emulsión, cuyo elemento sensor no podrá estar situado en las proximidades de un elemento calefactor.

#### Ejecución de las obras

##### Preparación de la superficie existente

Se comprobará que la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego de adherencia cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente. En caso contrario, deberá ser corregida de acuerdo con las instrucciones del Director de las Obras, o lo que al respecto indique el PG-3/75.

Inmediatamente antes de proceder a la aplicación de la emulsión bituminosa, la superficie a tratar se limpiará de polvo, suciedad, barro y materiales sueltos o perjudiciales. Para ello se utilizarán barredoras mecánicas o máquinas de aire a presión; en los lugares inaccesibles a estos equipos se podrán emplear escobas de mano. Se cuidará especialmente de limpiar los bordes de la zona a tratar.

Si la superficie fuera un pavimento bituminoso en servicio, se eliminarán, mediante fresado, los excesos de emulsión bituminosa que hubiese, y se repararán los desperfectos que pudieran impedir una correcta adherencia.

Si la superficie tuviera un riego de curado de los definidos en el artículo 532 del PG-3/75, transcurrido el plazo de curado, se eliminará éste por barrido enérgico, seguido de sopleo con aire comprimido u otro método aprobado por el Director de las Obras.

##### Aplicación de la emulsión bituminosa

La emulsión bituminosa se aplicará con la dotación y temperatura aprobadas por el Director de las Obras. Su extensión se efectuará de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo. Para ello, se colocarán, bajo los difusores, tiras de papel u otro material en las zonas donde se comience o interrumpa el riego. Donde fuera preciso regar por franjas, se procurará una ligera superposición del riego en la unión de dos contiguas.

La temperatura de aplicación de la emulsión será tal que su viscosidad esté comprendida entre diez y cuarenta segundos Saybolt Furol (10 a 40 sSF), según la NLT-138.

Se protegerán, para evitar mancharlos de ligante, cuantos elementos, tales como bordillos, vallas, señales, balizas, etc., estén expuestos a ello.

##### Limitaciones de la ejecución

El riego de adherencia se podrá aplicar sólo cuando la temperatura ambiente sea superior a los diez grados Celsius (10<sup>o</sup> C), y no exista fundado temor de precipitaciones

atmosféricas. Dicho límite se podrá rebajar a juicio del Director de las Obras a cinco grados Celsius (5° C), si la temperatura ambiente tiende a aumentar.

La aplicación del riego de adherencia se coordinará con la puesta en obra de la capa bituminosa a aquél superpuesta, de manera que la emulsión bituminosa haya curado o roto, pero sin que haya perdido su efectividad como elemento de unión. Cuando el Director de las Obras lo estime necesario, se efectuará otro riego de adherencia, el cual no será de abono si la pérdida de efectividad del riego anterior fuese imputable al Contratista.

Se prohibirá todo tipo de circulación sobre el riego de adherencia, hasta que haya terminado la rotura de la emulsión.

#### Control de calidad

##### Control de procedencia de la emulsión bituminosa

La emulsión bituminosa deberá cumplir las especificaciones establecidas en el apartado 213.4 del artículo 213 o 216.4 del artículo 216 del PG-3/75, según el tipo de emulsión a emplear.

##### Control de calidad de la emulsión bituminosa

La emulsión bituminosa deberá cumplir las especificaciones establecidas en el apartado 213.5 del artículo 213 o 216.5 del artículo 216 del PG-3/75, según el tipo de emulsión a emplear.

#### Control de ejecución

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al de menor tamaño de entre los resultantes de aplicar los tres (3) criterios siguientes:

- Quinientos metros (500 m) de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m<sup>2</sup>) de calzada
- La superficie regada diariamente.

La dotación de emulsión bituminosa se comprobará mediante el pesaje de bandejas metálicas u hojas de papel, o de otro material similar, colocadas sobre la superficie durante la aplicación de la emulsión, en no menos de cinco (5) puntos. En cada una de estas bandejas, chapas u hojas se determinará la dotación de ligante residual, según la UNE-EN 12697-3. El Director de las Obras podrá autorizar la comprobación de las dotaciones medias de emulsión bituminosa, por otros medios.

Se comprobarán la temperatura ambiente, la de la superficie a tratar y la de la emulsión, mediante termómetros colocados lejos de cualquier elemento calefactor.

#### Criterios de aceptación o rechazo

La dotación media del ligante residual no deberá diferir de la prevista en más de un quince por ciento (15%). No más de un individuo de la muestra ensayada podrá presentar resultados que excedan los límites fijados.

El Director de las Obras determinará las medidas a adoptar con los lotes que no cumplan los criterios anteriores.

#### Medición y abono

El riego de adherencia se incluye en el presupuesto como unidad “Riego de imprimación o adherencia realizado con emulsión C60B3 ADH/CUR (ECR-1)”. Dicha unidad se contempla del mismo modo, por tanto, para riegos de imprimación y riegos de adherencia.

La medición abono se hará en metros cuadrados. El abono incluirá el de la preparación de la superficie existente y la aplicación de la emulsión.

### 2.2.11 Mezclas bituminosas en caliente tipo hormigón bituminoso

#### Definición y alcance

Se define como mezcla bituminosa en caliente tipo hormigón bituminoso la combinación de un ligante hidrocarbonado, áridos (incluido el polvo mineral) con granulometría continua y, eventualmente, aditivos, de manera que todas las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante. Su proceso de fabricación implica calentar el ligante y los áridos, excepto, eventualmente, el polvo mineral de aportación, y su puesta en obra debe realizarse a una temperatura muy superior a la ambiente.

La ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo
- Fabricación de la mezcla de acuerdo a la fórmula de trabajo
- Transporte de la mezcla al lugar de empleo
- Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla
- Extensión y compactación de la mezcla

#### Materiales

##### Ligante hidrocarbonado

El ligante hidrocarbonado a emplear será el B50/70.

##### Áridos

#### Características generales

Los áridos a emplear en las mezclas bituminosas en caliente podrán ser naturales o artificiales siempre que cumplan las especificaciones recogidas en éste artículo.

Podrán emplearse como áridos para capas de base e intermedias, incluidas las de alto módulo, el material procedente del fresado de mezclas bituminosas en caliente en proporciones inferiores al 10 % de la masa total de mezcla.

Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío.

Los áridos no serán susceptibles a ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar corrientes de agua.

Antes de pasar por el secador de la central de fabricación, el equivalente de arena, según la Norma NLT-113/72, del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos (incluido el polvo mineral) según las proporciones fijadas en la fórmula de trabajo, deberá ser superior a cincuenta (50). De no cumplirse esta condición, su índice azul de metileno, según la Norma NLT-171/86, deberá ser inferior a uno (1).

El árido procedente del fresado de mezclas bituminosas se obtendrá de la disgregación por fresado o trituración de capas de mezcla bituminosa. En ningún caso se admitirán áridos procedentes del fresado de mezclas bituminosas que presenten deformaciones plásticas. Se determinará la granulometría del árido recuperado, según la UNE NE 12697-2, que se empleará en el estudio de la fórmula de trabajo. El árido así obtenido por este método deberá pasar en su totalidad por el tamiz 40 mm de la UNE EN 933-2 y cumplirá las especificaciones de los apartados 542.2.2, 542.2.3 o 542.2.4 del PG-3 en función de su granulometría obtenida según UNE EN 12697-2.

#### Árido grueso

Se define como árido grueso a la parte del árido total retenida en el tamiz 2 mm de la Norma UNE EN 933-2.

Para capas de rodadura de la categoría de tráfico pesado T2, en el caso de que se emplee árido grueso procedente de la trituración de grava natural, el tamaño de las partículas, antes de su trituración, deberá ser superior a 6 veces el tamaño máximo del árido final.

La proporción de partículas total y parcialmente trituradas del árido grueso, según la UNE EN 933-5, deberá cumplir lo fijado en la tabla 542.2.a.

Tabla 542.2.a. Proporción de partículas total y parcialmente trituradas del árido grueso (% en masa)

TIPO DE CAPA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00	T0 y T1	T2	T3 y arcenes	T4
RODADURA	100			≥ 90	≥ 75
INTERMEDIA					≥ 75 (*)
BASE	100		≥ 90	≥ 75	

(\*) En vías de servicio

Adicionalmente, la proporción de partículas totalmente redondeadas del árido grueso, según la UNE EN 933-5, deberá cumplir lo fijado en la tabla 542.2.b.

Tabla 542.2.b. Proporción de partículas totalmente redondeadas del árido grueso (% en masa)

TIPO DE CAPA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00	T0 y T1	T2	T3 y arcenes	T4
RODADURA	0			≤ 1	≤ 10
INTERMEDIA	0			≤ 1	≤ 10 (*)
BASE	0		≤ 1	≤ 10	

(\*) En vías de servicio

El índice de lajas de las distintas fracciones del árido grueso, según la UNE EN 933-3, deberá cumplir lo fijado en la tabla 542.3.

Tabla 542.3. Índice de lajas del árido grueso

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
T00	T0 a T31	T32 arcenes	y T4
≤ 20	≤ 25	≤ 30	

El coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según UNE EN 1097-2, cumplirá con la tabla 542.4.

Tabla 542.4. Coeficiente de los ángeles del árido grueso

TIPO DE CAPA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00 y T0	T1	T2	T3 arcenes	y T4
RODADURA	≤ 20			≤ 25	
INTERMEDI A	≤ 25				≤ 25 (*)
BASE	≤ 25		≤ 30		

(\*) En vías de servicio

El coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso a emplear en capas de rodadura, según la UNE NE 1097-8, deberá cumplir lo fijado en la tabla 542.5.

Tabla 542.5. Coeficiente de pulimento del árido grueso para capas de rodadura

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
T00 y T00	T1 a T31	T32, T4 y arcenes
≥ 56	≥ 50	≥ 44

El árido grueso deberá estar exento de terrones de arcilla, material vegetal, marga y otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

El contenido de finos del árido grueso, determinado conforme a la UNE NE 933-1 como el porcentaje que pasa por el tamiz 0,063 mm, será inferior al 0,5 % en masa.

### Árido fino

Se define como árido fino a la parte del árido total cernida por el tamiz 2 mm y retenida por el tamiz 0,063 mm de la norma UNE NE 933-2.

El árido fino procederá de la trituración de piedra de cantera o grava natural en su totalidad, o en parte de yacimientos naturales.

La proporción de árido fino no triturado a emplear en la mezcla deberá cumplir lo fijado en la tabla 542.6.

Tabla 542.6. Proporción de árido fino no triturado (\*) a emplear en la mezcla (% en masa del total de áridos, incluido el polvo mineral)

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	
T00 a T2	T32, T4 y arcenes
0	≤ 10

El árido fino deberá estar exento de terrones de arcilla, material vegetal, marga y otra materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

El material que se triture para obtener árido fino deberá cumplir las condiciones exigidas al árido grueso sobre el coeficiente de Los Ángeles.

Se podrá emplear árido fino de otra naturaleza que mejore alguna característica, en especial la adhesividad, pero en cualquier caso procederá de árido grueso con coeficiente de Los Ángeles inferior a 25 para capas de rodadura e intermedias, y a 30 para capas de base.

### Polvo mineral

Se define como polvo mineral a la parte del árido total cernida por el tamiz 0,063 mm según la norma UNE EN 933-2.

El polvo mineral procederá de los áridos, separado de ellos por medio los ciclones de la central de fabricación, o aportándose a la mezcla por separado de aquellos como un producto comercial o especialmente preparado.

La proporción del polvo mineral de aportación a emplear en la mezcla deberá cumplir lo fijado en la tabla 542.7.

Tabla 542.7. Proporción de polvo mineral de aportación (% en masa del resto del polvo mineral, excluido el adherido a los áridos)

TIPO DE CAPA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00	T0 y T1	T2	T3 y arcenes	T4
RODADURA	100			≥ 50	--
INTERMEDIA	100		≥ 50		--
BASE	100	≥ 50		---	

El polvo mineral que quede inevitablemente adherido a los áridos tras su paso por el secador, en ningún caso podrá rebasar el 2 % de la masa de la mezcla. Sólo si se asegurase que el polvo mineral procedente de los áridos cumple las condiciones exigidas al de aportación, podrá el Director de las Obras rebajar la proporción mínima de éste.

La granulometría del polvo mineral se determinará según la norma UNE EN 933-10. El 100 % de los resultados de análisis granulométrico deben quedar dentro del huso granulométrico general definido en la tabla 542.8.

Adicionalmente, el 90 % de los resultados de análisis granulométrico basado en los últimos 20 valores obtenidos deben quedar incluidos dentro de un huso granulométrico más estrecho, cuyo ancho máximo en los tamices correspondientes a 0,125 y 0,063 mm no supere el 10 %.

Tabla 542.8. Especificaciones para la granulometría del polvo mineral

ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	HUSO GENERAL PARA RESULTADOS INDIVIDUALES Cernido acumulado (% en masa)	ANCHO MÁXIMO DEL HUSO RESTRINGIDO (% en masa)
2	100	---
0,125	85 ÷ 100	10
0,063	70 ÷ 100	10

La densidad aparente del polvo mineral, según el anexo A de la norma UNE EN 1097-3, deberá estar comprendida entre 0,5 a 0,8 gr/cm<sup>3</sup>.

#### Aditivos

El director de las obras fijará los aditivos que pueden utilizarse, estableciendo las especificaciones que tendrán que cumplir tanto el aditivo como las mezclas bituminosas resultantes y aprobará la dosificación y dispersión homogénea del mismo.

#### Tipo y composición de la mezcla

La designación de las mezclas bituminosas tipo hormigón bituminoso se hará según la nomenclatura establecida en la UNE EN 13108-1.

Las mezclas a emplear, de acuerdo con dicha norma, serán las siguientes:

- AC 16 surf 50/70 D

La granulometría del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos (incluido el polvo mineral), según la unidad de obra o empleo, deberá estar comprendida dentro de alguno de los husos fijados en la tabla 542.9.

El análisis granulométrico se hará según la UNE EN 933-1

Tabla 542.9. Husos granulométricos. cernido acumulado (% en masa)

TIPO DE MEZCLA (*)	ABERTURA DE LOS TAMICES UNE EN 933-2 (mm)									
	45	32	22	16	8	4	2	0,500	0,250	0,063

Densa	AC16 D	--	--	100	90-100	64-79	44-59	31-46	16-27	11-20	4-8
Semidensa	AC32 S	100	90-100		58-76	35-54		18-32	7-15	4-12	2-5

El Director de las Obras fijará la dotación mínima de ligante hidrocarbonado de la mezcla bituminosa en caliente que, en cualquier caso, deberá cumplir lo indicado en la tabla 542.11, según el tipo de mezcla y de capa.

Tabla 542.11. Dotación mínima (\*) de ligante hidrocarbonado (% en masa sobre el total de mezcla bituminosa, incluido polvo mineral)

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	DOTACIÓN MÍNIMA (%)
RODADURA	Densa	4,50
BASE	Semidensa	3,65

(\*) Incluidas las tolerancias específicas en el apartado 542.9.3.1 del PG-3.

Tabla 542.12. Relación ponderal recomendable de polvo mineral-ligante en mezclas bituminosas tipo densas y gruesas para las categorías de tráfico pesado t00 a r2

TIPO DE CAPA	ZONA TÉRMICA ESTIVAL MEDIA
RODADURA	1,2
BASE	1,0

Ejecución de la unidad

Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La ejecución de la mezcla no deberá iniciarse hasta que se haya aprobado por el Director de las Obras la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en laboratorio y verificada en la central de fabricación. Dicha fórmula señalará:

- La identificación y proporción de cada fracción del árido en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente.
- La granulometría de los áridos combinados, incluido el polvo mineral, por los tamices UNE EN 933-2 45 mm; 32 mm; 22 mm; 16 mm; 8 mm; 4 mm; 2 mm; 0,500 mm; 0,250 mm y 0,063 mm.
- La dosificación de ligante hidrocarbonado y, en su caso, la de polvo mineral de aportación, referida a la masa del total de áridos (incluido dicho polvo mineral), y la de aditivos, referida a la masa del ligante hidrocarbonado.
- La densidad mínima a alcanzar.  
También deberán señalarse:
- Los tiempos a exigir para la mezcla de los áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el ligante.

- Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de áridos y ligante. En ningún caso se introducirá en el mezclador árido a una temperatura superior a la del ligante en más de quince grados Centígrados (15° C).
- Las temperaturas máxima y mínima de la mezcla al salir del mezclador. La temperatura máxima no deberá exceder de ciento ochenta grados Centígrados (180° C), salvo en las centrales de tambor secador - mezclador, en las que no deberá exceder de ciento sesenta y cinco grados Centígrados (165° C).
- La temperatura mínima de la mezcla en la descarga de los elementos de transporte.
- La temperatura mínima de la mezcla al iniciarse y terminarse la compactación.

La dosificación de ligante hidrocarbonado en las mezclas se proyectará en laboratorio de forma que cumpla las especificaciones siguientes en capas de rodadura.

En el caso de categoría de tráfico T2, se comprobará asimismo la sensibilidad de las propiedades de la mezcla a variaciones de granulometría y dosificación de ligante hidrocarbonado que no excedan de las admitidas en el apartado 542.9.3.1 del PG-3.

En todo caso, la dosificación mínima de ligante hidrocarbonado no será inferior al tres y medio por ciento (3,65 %) de la masa total de áridos (incluido el polvo mineral) en capas de base, ni al cuatro por ciento (4 %) en capas intermedias, ni al cuatro y medio por ciento (4,5 %) en capas de rodadura.

Para capas de rodadura, la fórmula de trabajo de la mezcla bituminosa en caliente deberá asegurar el cumplimiento de las características de la unidad terminada en lo referente a la macrotextura superficial y a la resistencia al deslizamiento, según lo indicado en el apartado 542.7.4. del PG-3.

La temperatura de fabricación de la mezcla deberá corresponder, en principio, a una viscosidad del ligante hidrocarbonado comprendida entre 150 y 190 cSt. En mezclas abiertas deberá comprobarse que no se produce escurrimiento del ligante a esa temperatura.

Si la marcha de las obras lo aconsejase, su Director podrá corregir la fórmula de trabajo, justificándolo mediante los ensayos oportunos. Se estudiará y aprobará una nueva en el caso de que varíe la procedencia de alguno de los componentes, o si durante la producción se rebasasen las tolerancias granulométricas establecidas en el presente Artículo.

#### Preparación de la superficie existente

Se comprobarán la regularidad superficial y estado de la superficie sobre la que vaya a extenderse la mezcla bituminosa en caliente. El Director de las Obras deberá indicar las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, reparar las zonas dañadas.

La regularidad superficial de la superficie existente deberá cumplir lo indicado en las tablas 510.6, 513.8, 542.15 o 542.16 del PG-3 y sobre ella se ejecutará un riego de imprimación o un riego de adherencia, según corresponda dependiendo de su naturaleza, de acuerdo con los artículos correspondientes del presente pliego, o en su defecto del PG-3

Si la superficie estuviese constituida por un pavimento hidrocarbonado, y dicho pavimento fuere heterogéneo se deberán, además, eliminar mediante fresado los excesos de ligante y sellar las zonas demasiado permeables, según las instrucciones del Director de las Obras.

Se comprobará que haya transcurrido el plazo de rotura o de curado de estos riegos, no debiendo quedar restos de fluidificante ni de agua en la superficie; asimismo, si hubiera transcurrido mucho tiempo desde su aplicación, se comprobará que su capacidad de unión con la mezcla bituminosa no haya disminuido en forma perjudicial; en caso contrario, el Director de las Obras podrá ordenar la ejecución de un riego adicional de adherencia.

#### Transporte de la mezcla

La mezcla bituminosa en caliente se transportará de la central de fabricación a la extendedora en camiones. Para evitar su enfriamiento superficial, deberá protegerse durante el transporte mediante lonas u otros cobertores adecuados. En el momento de descargarla en la extendedora, su temperatura no deberá ser inferior a la especificada en la fórmula de trabajo.

#### Extensión de la mezcla

A menos que el Director de las Obras ordene otra cosa, la extensión comenzará por el borde inferior, y se realizará por franjas longitudinales. La anchura de estas franjas se fijará de manera que se realice el menor número de juntas posible y se consiga la mayor continuidad de la extensión, teniendo en cuenta la anchura de la sección, el eventual mantenimiento de la circulación, las características de la extendedora y la producción de la central.

En obras sin mantenimiento de la circulación, para categorías de tráfico pesado T00 a T2 o con superficies a extender en calzada superiores a setenta mil metros cuadrados (70.000 m<sup>2</sup>), se realizará la extensión en toda su anchura, trabajando si fuera necesario con dos (2) o más extendedoras ligeramente desfasadas, evitando juntas longitudinales. En los demás casos, después de haber extendido y compactado una franja, se extenderá la siguiente mientras el borde de la primera se encuentre aún caliente y en condiciones de ser compactado; en caso contrario, se ejecutará una junta longitudinal.

La extendedora se regulará de forma que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres, y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los planos, con las tolerancias establecidas en el presente Artículo.

La extensión se realizará con la mayor continuidad posible, acordando la velocidad de la extendedora a la producción de la central de fabricación de modo que aquella no se detenga. En caso de detención, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender, en la tolva de la extendedora y debajo de ésta, no baje de la prescrita en la fórmula de trabajo para la iniciación de la compactación; de lo contrario, se ejecutará una junta transversal.

Donde resulte imposible, a juicio del Director de las Obras, el empleo de máquinas extendedoras, la mezcla bituminosa en caliente podrá ponerse en obra por otros

procedimientos aprobados por aquél. Para ello se descargará fuera de la zona en que se vaya a extender, y se distribuirá en una capa uniforme y de un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Artículo.

#### Compactación de la mezcla

La compactación se realizará según un plan aprobado por el Director de las Obras en función de los resultados del tramo de prueba; deberá hacerse a la mayor temperatura posible, sin rebasar la máxima prescrita en la fórmula de trabajo y sin que se produzca desplazamiento de la mezcla extendida; y se continuará mientras la temperatura de la mezcla no baje de la mínima prescrita en la fórmula de trabajo y la mezcla se halle en condiciones de ser compactada, hasta que se alcance la densidad especificada.

La compactación deberá realizarse longitudinalmente, de manera continua y sistemática. Si la extensión de la mezcla bituminosa se realizase por franjas, al compactar una de ellas se deberá ampliar la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15 cm) de la anterior.

Los rodillos deberán llevar su rueda motriz del lado más cercano a la extendedora; los cambios de dirección se harán sobre mezcla ya apisonada, y los cambios de sentido se efectuarán con suavidad. Se cuidará de que los elementos de compactación estén siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos.

#### Juntas transversales y longitudinales

Se procurará que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5 m) las transversales, y quince centímetros (15 cm) las longitudinales.

Al extender franjas longitudinales contiguas, si la temperatura de la extendida en primer lugar no fuera inferior al mínimo fijado en la fórmula de trabajo para terminar la compactación, el borde de esta franja deberá cortarse verticalmente, dejando al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor. Se le aplicará una capa uniforme y ligera de riego de adherencia, según el Artículo 531 del PG-3, dejándolo romper suficientemente. A continuación, se calentará la junta y se extenderá la siguiente franja contra ella.

Las juntas transversales en capas de rodadura deberán compactarse transversalmente, disponiendo los apoyos precisos para el rodillo.

#### Tramo de prueba

Antes de iniciarse la puesta en obra de cada tipo de mezcla bituminosa en caliente será preceptiva la realización del correspondiente tramo de prueba, para comprobar la fórmula, la forma de actuación de los equipos de extensión y compactación, y, especialmente, el plan de compactación.

A efectos de verificar que la fórmula de trabajo puede cumplir después de la puesta en obra, las prescripciones relativas a la textura superficial y al coeficiente de rozamiento transversal, en capas de rodadura se comprobará expresamente la macrotextura

superficial obtenida mediante el método del círculo de arena, según la UNE EN 13036-1, que deberá cumplir los valores establecidos en 542.7.4 del PG-3.

El tramo de prueba tendrá una longitud dada por el Director de las Obras, quien determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción.

A la vista de los resultados, el Director de las Obras definirá:

- Si es aceptable o no la fórmula de trabajo. En el primer caso, se podrá iniciar la fabricación de la mezcla bituminosa. En el segundo, el Contratista deberá proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, correcciones de la central de fabricación o sistemas de extensión, etc.)
- Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista. En el primer caso, definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, el Contratista deberá proponer nuevos equipos o incorporar equipos suplementarios.
- Asimismo, durante la ejecución del tramo de prueba se analizará la correspondencia, en su caso, entre los métodos de control de la dosificación del ligante hidrocarbonado y de la densidad in situ establecidos en el presente pliego, o en su defecto en el artículo correspondiente del PG-3, y otros métodos rápidos de control.

No se podrá proceder a la producción sin que el Director de las Obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

Especificaciones de la unidad terminada

Densidad

La densidad no deberá ser inferior a la siguiente fracción de la densidad de referencia, obtenida aplicando la norma UNE EN 12697-6

- Capas de espesor  $\geq 6$  cm: 98 %
- Capas de espesor  $< 6$  cm: 97 %

Rasante, espesor y anchura

La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de 10 mm en capas de rodadura e intermedias, ni de 15 mm en las de base, y su espesor no deberá ser nunca inferior al previsto para ella en la sección-tipo de los planos del proyecto.

En todos los semiperfiles de comprobará la anchura extendida, que en ningún caso deberá ser inferior a la teórica deducida de la sección-tipo de los planos de proyecto.

Regularidad superficial

El Índice de Regularidad Internacional IRI, según la NLT-330, y obtenido de acuerdo a lo indicado en 542.9.4 del PG-3, deberá cumplir los valores de la tabla 542.15.

Tabla 542.15. IRI para firmes de nueva construcción

PORCENTÁJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE CAPA			OTRAS CAPAS BITUMINOSAS
	RODADURA E INTERMEDIA		Y	
	TIPO DE VÍA			
AUTOPISTAS AUTOVÍAS	RESTO DE VÍAS			
50	< 1,5	< 1,5		< 2,0
80	< 1,8	< 2,0		< 2,5
100	< 2,0	< 2,5		< 3,0

#### Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento

La superficie de la capa deberá presentar una textura uniforme y exenta de segregaciones.

Únicamente a efectos de recepción de capa de rodadura, la macrotextura superficial, según la Norma UNE EN 13036-1, no deberá ser inferior a 0,7 mm, y la resistencia al deslizamiento, según la Norma NLT-336, no deberá ser inferior a sesenta y cinco centésimas (0,65).

#### Limitaciones de la ejecución

Salvo autorización expresa del Director de las Obras, no se permitirá la puesta en obra de mezclas bituminosas en caliente, en los siguientes casos:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a cinco grados Centígrados (5º C), salvo si el espesor de la capa a extender fuera inferior a cinco centímetros (5 cm), en cuyo caso el límite será de ocho grados Centígrados (8º C). Con viento intenso, después de heladas o en tableros de estructuras, el Director de las Obras podrá aumentar estos límites, a la vista de los resultados de compactación obtenidos.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas intensas.

Terminada su compactación podrá abrirse a la circulación la capa ejecutada, tan pronto como haya alcanzado la temperatura ambiente en todo su espesor o bien, previa autorización expresa del Director de las Obras, cuando alcance una temperatura de 60 ºC, evitando las paradas y cambios de dirección sobre la mezcla recién extendida hasta que ésta alcance la temperatura ambiente.

#### Control de calidad

#### Control de procedencia de los materiales

En el caso de productos que deban tener el marcado CE según la Directiva 89/106/CEE, para el control de procedencia de los materiales, se llevará a cabo la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este pliego o en su defecto en el artículo correspondiente del PG-3. No obstante, el Director de las Obras, podrá disponer la realización de comprobaciones o ensayos adicionales sobre los materiales que considere oportunos, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

En el caso de productos que no dispongan de marcado CE, se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos para el control de procedencia en los apartados siguientes.

#### Control de procedencia del ligante hidrocarbonado

El ligante hidrocarbonado deberá cumplir las especificaciones establecidas en el apartado 211.4 o 215.4 del PG-3, según el tipo empleado. En el caso de betunes mejorados con caucho, el control de procedencia se llevará a cabo mediante un procedimiento análogo al indicado en el apartado 215.4 del PG-3 en cuanto a la documentación que debe acompañar al betún y su contenido.

#### Control de procedencia de los áridos

Si los áridos a emplear disponen de marcado CE, los criterios descritos a continuación para realizar el control de procedencia de los áridos no será de aplicación obligatoria, sin perjuicio de las facultades que corresponden al Director de las Obras.

En el supuesto de no cumplirse las condiciones indicadas en el párrafo anterior, de cada procedencia del árido, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán 4 muestras, según la UNE EN 932-1, y de cada fracción de ellas se determinará:

- Coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según la UNE EN 1097-2.
- Coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso para capas de rodadura, según UNE EN 1097-8.
- Densidad relativa y absorción del árido grueso y del árido fino, según la UNE EN 1097-6.
- Granulometría de cada fracción, según UNE EN 933-1.
- Equivalente de arena, según UNE EN 933-8, y, en su caso, el índice de azul de metileno, según el anexo A de la UNE EN 933-9.
- Proporción de caras de fractura de las partículas del árido grueso, según UNE EN 933-5.
- Proporción de impurezas del árido grueso, según el anexo C de la UNE-EN 13043:2003.
- Índice de lajas del árido grueso, según la UNE EN 933-3.

#### Control de procedencia del polvo mineral de aportación

Si el polvo mineral a emplear dispone de marcado CE, los criterios descritos a continuación para realizar el control de procedencia de los áridos no será de aplicación obligatoria, sin perjuicio de las facultades que corresponden al Director de las Obras.

En el supuesto de no cumplirse las condiciones indicadas en el párrafo anterior, de cada procedencia del polvo mineral de aportación, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán 4 muestras, y con ellas se determinará la densidad aparente, según el Anexo A de la UNE EN 1097-3, y la granulometría, según la UNE EN 933-10.

#### Control de calidad de los materiales

#### Control de calidad de los ligantes hidrocarbonados

El ligante hidrocarbonado deberá cumplir las especificaciones establecidas en el apartado 211.5 o 215.5 del PG-3, según el tipo a emplear. Para el control de calidad de

los betunes mejorados con caucho se seguirá un procedimiento análogo al establecido en el apartado 215.5 del PG-3.

#### Control de calidad de los áridos

Se examinará la descarga al acopio o alimentación de tolvas en frío, desechando los áridos que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, material orgánica o tamaños superiores al máximo. Se acopiarán aparte aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, lascas, plasticidad, etc. y se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus elementos separadores y los accesos.

Con cada fracción de árido que se produzca o reciba, se realizarán los siguientes ensayos:

Con la misma frecuencia de ensayo que la indicada en la tabla 542.18:

- Análisis granulométrico de cada fracción, según la UNE EN 933-1.
- Según lo que establezca el Director de las Obras, equivalente de arena, según la UNE EN 933-8 y, en su caso, el índice de azul de metileno, según el anexo A de la UNE EN 933-9.

Al menos 1 vez a la semana, o cuando se cambie de procedencia:

- Índice de lascas del árido grueso, según la UNE EN 933-3
- Proporción de caras de fractura de las partículas del árido grueso, según la UNE EN 933-5
- Proporción de impurezas del árido grueso, según el anexo C de la UNE-EN 13043:2003

Al menos 1 vez al mes, o cuando se cambie de procedencia:

- Coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según la UNE EN 1097-2
- Coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso para capas de rodadura, según la UNE EN 1097-8
- Densidad relativa y absorción del árido grueso y del árido fino, según la UNE EN 1097-6

Para los áridos que tengan marcado CE, la comprobación de estas cuatro últimas propiedades podrá llevarse a cabo mediante la verificación documental de los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE. No obstante, el P.P.T.P. o el Director de las Obras, podrá disponer la realización de comprobaciones o ensayos adicionales sobre estas propiedades si lo considera oportuno.

#### Control de calidad del polvo mineral

En el caso del polvo mineral de aportación, sobre cada partida que se reciba se realizarán los siguientes ensayos:

- Densidad aparente, según el anexo A de la UNE EN 1097-3
- Análisis granulométrico del polvo mineral, según la UNE EN 933-10

Para el polvo mineral que no sea de aportación se realizarán los siguientes ensayos:

Al menos 1 vez al día, o cuando se cambie de procedencia:

- Densidad aparente, según el Anexo A de la UNE EN 1097-3

Al menos 1 vez al semana, o cuando se cambie de procedencia:

- Análisis granulométrico del polvo mineral, según la UNE EN 933-10

Control de ejecución

Fabricación

En el caso de que el producto disponga de marcado CE según la Directiva 89/106/CEE, se llevará a cabo la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este o en su defecto en el artículo correspondiente del PG-3. No obstante, el Director de las Obras, podrá disponer la realización de comprobaciones o ensayos adicionales que considere oportunos, al objeto de asegurar determinadas propiedades específicas.

Se tomará diariamente un mínimo de 2 muestras, según la UNE EN 932-1, una por la mañana y otra por la tarde, de la mezcla de áridos en frío antes de su entrada en el secador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico del árido combinado, según UNE EN 933-1
- 
- Equivalente de arena, según la UNE EN 933-8 y, en su caso, el índice de azul de metileno, según el anexo A de la UNE EN 933-9, del árido combinado

En centrales de mezcla continua se calibrará diariamente el flujo de la cinta suministradora de áridos, deteniéndola cargada de áridos y recogiendo y pesando el material existente en una longitud elegida.

Se tomará diariamente al menos 1 muestra de la mezcla de áridos en caliente y se determinará su granulometría, según la UNE EN 933-1, que cumplirá las tolerancias indicadas en este apartado. Al menos, semanalmente, se verificará la precisión de las básculas de dosificación y el correcto funcionamiento de los indicadores de temperatura de los áridos y del ligante hidrocarbonado.

Si la mezcla bituminosa dispone de marcado CE, los criterios establecidos en los párrafos precedentes sobre el control de fabricación no serán de aplicación obligatoria, sin perjuicio de lo que establezcan las facultades que corresponden al Director de las Obras.

Para todas las mezclas, se tomarán muestras a la descarga del mezclador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

A la salida del mezclador o silo de almacenamiento, sobre cada elemento de transporte:

- Control de aspecto de la mezcla y medición de su temperatura. Se rechazarán todas las mezclas segregadas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma y aquellas cuya envuelta no sea homogénea; en centrales cuyo tambor no sea a la vez

mezclador, también las mezclas que presenten indicios de humedad; y en las demás centrales, las mezclas cuya humedad sea superior al 1 % en masa del total. En estos casos de presencia de humedad excesiva, se retirarán los áridos de los correspondientes silos en caliente.

- Se tomarán muestras de la mezcla fabricada y se determinará sobre ellas la dosificación del ligante, según UNE EN 12697-1 y la granulometría de los áridos extraídos, según UNE EN 12697-2, con la frecuencia de ensayo indicada en la tabla 542.18, correspondiente al nivel de control X definido en el anexo A de UNE EN 13108 -21 y al nivel de conformidad NFC determinado por el método del valor medio de 4 resultados definido en ese mismo anexo.

Tabla 542.18. Frecuencia mínima de ensayo para determinación de granulometría de áridos extraídos y contenido de ligante (toneladas/ensayo)

NVEL DE FRECUENCIA	NCF A	NCF B	NCF C
X	600	300	150

Las tolerancias admisibles respecto de la granulometría de la fórmula de trabajo serán, referidas a la masa total de áridos (incluido el polvo mineral), las siguientes:

- Tamices superiores al 2 mm:  $\pm 4 \%$
- Tamiz 2 mm:  $\pm 3 \%$
- Tamices comprendidos en entre 2 y 0,063 mm:  $\pm 2 \%$
- Tamiz 0,063 mm:  $\pm 1 \%$

La tolerancia admisible respecto a la dotación de ligante hidrocarbonado de la fórmula de trabajo será del  $\pm 0,3 \%$  en masa del total de mezcla bituminosa, incluido polvo mineral, sin bajar del mínimo especificado en la tabla 542.11 para el tipo de capa y de mezcla que se trate.

En el caso de mezclas que dispongan de marcado CE, se llevará a cabo la comprobación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este pliego o en su defecto en el artículo correspondiente del PG-3. No obstante el Directo de las Obras podrá disponer la realización de las comprobaciones o de los ensayos adicionales que considere oportunos. En ese supuesto, deberá seguirse lo indicado en los párrafos siguientes.

En el caso de mezclas que no dispongan de marcado Ce, para las categorías de tráfico pesado T00 a T31 se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos adicionales de las características de la mezcla que se indican a continuación, con las mismas probetas y condiciones de ensayos establecidas en el apartado 542.5.1 del PG-3 y con la frecuencia de ensayo que se indica en la tabla 542.19:

- Resistencia a las deformaciones plásticas mediante el ensayo de pista de laboratorio, según UNE EN 12697-22
- 
- En mezclas de alto módulo, el valor del módulo dinámico a 20 °C, según el anexo C de UNE EN 12697-26.

Tabla 542.19. Frecuencia mínima de ensayo para ensayos adicionales de características de la mezcla

NIVEL DE CONFORMIDAD	FRECUENCIA DE ENSAYO	DE
NCF A	Cada 12.000 tn	
NCF B	Cada 6.000 tn	
NCF C	Cada 3.000 tn	

Cuando se cambien el suministro o la procedencia, o cuando el Director de las Obras lo considere oportuno para asegurar alguna característica relacionada con la adhesividad y cohesión de la mezcla, se determinará la resistencia conservada a tracción indirecta tras inmersión, según la norma UNE EN 12697-12, y en mezclas de alto módulo además la resistencia a fatiga, según Anexo D de la UNE EN 12697-24.

Puesta en obra

Extensión

Antes de verte la mezcla del elemento de transporte a la tolva de la extendedora o al equipo de transferencia, se comprobará su aspecto y se medirá su temperatura, así como la temperatura ambiente para tener en cuenta las limitaciones que se fijan en el apartado Limitaciones de la ejecución el artículo correspondiente del PG-3,.

Al menos una vez al día y una vez por lote, se tomarán muestras y se prepararán probetas, según UNE EN 12697-30 aplicando 75 golpes por cada si el tamaño máximo del árido es inferior o igual a 22 mm, o mediante UNE EN 12697-32 para tamaño máximo del árido superior a dicho valor. Sobre esas probetas se determinará el contenido de huecos, según UNE EN 12697-8, y la densidad aparente, según UNE EN 12697-6 con el método de ensayo indicado en el anexo B de la 123108-20.

Se considera como lote el volumen de material que resulte de aplicar los criterios del apartado 542.9.4 del PG-3.

Para cada uno de los lotes, se determinará la densidad de referencia para la compactación, definida por el valor medio de los últimos 4 valores de densidad aparente obtenidos en las probetas mencionadas anteriormente.

A juicio del Director de las Obras se podrán llevar a cabo sobre algunas de estas muestras, ensayos de comprobación de la dosificación de ligante, según UNE EN 12697-1, y de la granulometría de los áridos extraídos, según UNE EN 12697-2.

Se comprobará, con la frecuencia que establezca el Director de las Obras, el espesor extendido, mediante punzón graduado.

Compactación

Se comprobará la composición y forma de actuación del equipo de compactación, verificando:

- Que el número y tipo de compactadores es el aprobado.
- El funcionamiento de los dispositivos de humectación, limpieza protección.
- El lastre, peso total y, en su caso, presión de inflado de los compactadores.
- La frecuencia y la amplitud en los compactadores vibratorios.
- El número de pasadas de cada compactador.

Al terminar la compactación se medirá la temperatura en la superficie de la capa.

#### Control de recepción de la unidad terminada

Se considerará como "lote", que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres (3) criterios siguientes a una (1) sola capa de mezcla bituminosa en caliente:

- Quinientos metros (500 m).
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m<sup>2</sup>).
- La fracción construida diariamente.

Se extraerán testigos en puntos aleatoriamente situados, en número no inferior a cinco (5), y se determinarán su densidad y espesor, según la Norma UNE EN 12697-6.

Se comprobará la regularidad de la superficie del lote con una regla de tres metros (3 m) según la Norma NLT-334/88, y con viágrafo según la Norma NLT-332/87.

Se controlará la regularidad superficial del lote a partir de las 24 h de su ejecución y siempre antes de la extensión de la siguiente capa mediante la determinación del IRI según la NLT-330, calculando un solo valor del IRI para cada hectómetro del perfil auscultado, que asignará a dicho hectómetro, y así sucesivamente hasta completar el tramo medido que deberá cumplir lo especificado en el apartado 542.7.3 del PG-3. La comprobación de la regularidad superficial de toda la longitud de la obra, en capas de rodadura, tendrá lugar además antes de la recepción definitiva de las obras.

En capas de rodadura, se realizarán los ensayos siguientes, que deberán cumplir lo establecido en la tabla 542.17:

- Medida de la macrotextura superficial, según la UNE EN 13036-1, antes de la puesta en servicio de la capa, en 5 puntos del lote aleatoriamente elegidos de forma que haya al menos uno por hectómetro.
- Determinación de la resistencia al deslizamiento, según la NLT-336, una vez transcurridos 2 meses de la puesta en servicio de la capa, en toda la longitud del lote.

#### Criterios de aceptación o rechazo

##### Densidad

La densidad media obtenida no deberá ser inferior a la especificada en el apartado 542.7.1 del PG-3; no más de 3 individuos de la muestra podrán presentar resultados individuales que bajen de la prescrita en más de 2 punto porcentuales.

Si la densidad media obtenida es inferior a la especificada en dicho apartado, se procederá de la siguiente manera:

- Si la densidad media obtenida es inferior al 95 % de la densidad de referencia, se levantará la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado mediante fresado y se repondrá por cuenta del Contratista.

- Si la densidad media obtenida no es inferior al 95 % de la densidad de referencia, se aplicará una penalización económica del 10 % a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado.

#### Espesor

El espesor medio obtenido no deberá ser inferior al especificado en el apartado 542.7.2 del PG-3; no más de 3 individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales que bajen del especificado en más de un 10 %.

Si el espesor medio obtenido en una capa fuera inferior al especificado en el referido apartado, se procederá de la siguiente manera:

#### Para capas de base:

- Si el espesor medio obtenido en una capa de base fuera inferior al 80 % del especificado en el apartado 542.7.2. del PG-3, se rechazará la capa debiendo el Contratista levantar la capa mediante fresado y reponerla o extender de nuevo otra capa sobre la rechazada si no existieran problemas de gálibo.
- 
- Si el espesor medio obtenido en una capa de base fuera superior al 80 % del especificado en el apartado 542.7.2. del PG-3 y no existieran problemas de encharcamiento, se compensará la merma de la capa con el espesor adicional correspondiente en la capa superior por cuenta del Contratista.

#### Para capas de rodadura

- Si el espesor medio obtenido en una capa de rodadura fuera inferior al especificado en el apartado 542.7.2. del PG-3, se rechazará la capa debiendo el Contratista levantar la capa mediante fresado y reponerla o extender de nuevo otra capa sobre la rechazada si no existieran problemas de gálibo.

#### Regularidad superficial

Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en el apartado 542.7.3 del PG-3 se procederá de la siguiente manera:

- Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en más del 10 % de la longitud del tramo controlado, o de la longitud total de la obra para capas de rodadura, se extenderá una nueva capa de mezcla bituminosa con el espesor que determine el Director de las Obras por cuenta del Contratista.
- Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en menos del 10 % de la longitud del tramo controlado, o de la longitud total de la obra para capas de rodadura, se corregirán los defectos de regularidad superficial mediante fresado por cuenta del Contratista. La localización de dichos defectos se hará sobre los perfiles longitudinales obtenidos en la auscultación para la determinación de la regularidad superficial.

Si los resultados de la regularidad superficial de capa de rodadura en tramos uniformes y continuos, con longitudes superiores a 2 Km mejoran los límites establecidos en el apartado 542.7.3, y cumplen los valores de la tabla 542.20a o 542.20b, según

corresponda, se podrá incrementar el abono de mezcla bituminosa según lo indicado en el apartado 542.11 del PG-3.

Tabla 542.2a. IRI para firmes de nueva construcción con posibilidad de abono adicional

PORCENTÁJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE VÍA	
	AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS	RESTO DE VÍAS
50	< 1,0	< 1,0
80	< 1,2	< 1,5
100	< 1,5	< 2,0

Tabla 542.2b. IRI para firmes rehabilitados estructuralmente con posibilidad de abono adicional

PORCENTÁJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE VÍA		
	AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS		RESTO DE VÍAS
	ESESOR DE RECRECIMIENTO (cm)		
	> 10	≤ 10	
50	< 1,0	< 1,0	< 1,0
80	< 1,2	< 1,5	< 1,5
100	< 1,5	< 1,8	< 2,0

#### Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento

En capas de rodadura, el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial no deberá resultar inferior al valor previsto en la tabla 542.17. No más de 1 individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más del 25 % del mismo.

Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al valor previsto, se procederá de la siguiente manera:

- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al 90 % del valor previsto, se extenderá una nueva capa de rodadura por cuenta del Contratista.
- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta superior al 90 % del valor previsto, se aplicará una penalización económica del 10 %.

En capas de rodadura, el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento no deberá ser inferior al valor previsto en la tabla 542.17. No más de un 5 % de la longitud total medida de cada lote podrá presentar un resultado inferior a dicho valor en más de 5 unidades.

Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al valor previsto, se procederá de la siguiente manera:

- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al 90 % del valor previsto, se extenderá una nueva capa de rodadura por cuenta del Contratista.

- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta superior al 90 % del valor previsto, se aplicará una penalización económica del 10 %.

#### Medición y abono

La fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas en caliente tipo hormigón bituminoso se abonará por toneladas (tn), según su tipo, medidas multiplicando las anchuras señaladas por cada capa en los planos de proyecto, por los espesores y densidades medias deducidas de los ensayos de control de cada lote. En dicho abono se considerará incluido el de los áridos, el procedente de fresado de mezclas bituminosas, si lo hubiere, y el del polvo mineral. No serán de abono las creces laterales, ni los aumentos de espesor por corrección de mermas en capas subyacentes.

### 2.2.12 Impermeabilización

#### Condiciones de los materiales

#### Lámina de impermeabilización

La lámina para impermeabilización será de las siguientes características:

Lámina de PVC de 1,5 mm, armada con fibras de poliéster

El fabricante deberá acreditar:

- 1.- Certificación del sistema de gestión de la calidad de acuerdo a la norma ISO 9001
- 2.- Certificación del sistema de gestión ambiental de acuerdo a la norma ISO 14001
- 3.- Certificación EMAS (Eco-Management and Audit Scheme): Programa Europeo del Ecogestión y Ecoauditoría, cumpliendo lo estipulado en el Tratado.
- 4.- Certificación Recovynyl (EUCERTPLAST): El objetivo de la Certificación europea EUCERTPLAST es fomentar buenas prácticas de reciclaje respetuosas con el medioambiente y procedimientos estandarizados y centrados en la trazabilidad y evaluación de la conformidad del polímero reciclado

Características	Normas	Valores nominales
Espesor membrana	EN 1849-2	1.5±5% (-5%/+10%)
Masa	EN 1849-2	1,80 kg/m <sup>2</sup> (-5%/+10%)
Resistencia a la tracción/ Alargamiento	EN 12311-2	L,T≥ 1100 N/5cm L,T≥15%
Resistencia al pelado de juntas	EN 12316-2	LT≥ 200 N/5cm

Resistencia al cizallado de juntas	EN 12317-2	LT $\geq$ 600 N/5cm
Resistencia a la presión hidroestática 6h a 0,5 MPa	EN 1928 (B)	Impermeable
Resistencia al desgarro	EN 12310-2	LT $\geq$ 200 N
Resistencia al impacto	EN 12691 (A)	$\geq$ 800 mm
Plegado a bajas temperaturas	EN 495-5	$\leq$ - 25 °C
Resistencia a carga estática	EN 12730	$\geq$ 20 kg
Estabilidad dimensional	EN 1107-2	$\leq$ 0,5%
Reacción al fuego	EN 13501-1	Clase E
Resistencia a las raíces	EN 13948	No penetración
Resistencia al granizo	EN 13583	$\geq$ 25 mm
Exposición a rayos UV, elevada temperatura y agua (5000 h)	En 1297	Cumple grado 0

El producto será flexible, durable, impermeable y estará libre de poros, grietas, agujeros o contaminantes y no se delaminará al contacto con el agua.

Para reducir el número de uniones en obra y por tanto minimizar los posibles riesgos de rotura, las láminas deberán tener un ancho mínimo de 5 m. Manufacturada previamente en tiras de aproximadamente 2,15 m. de anchura, se prefabricarán en factoría mantas, soldando estas tiras mediante soldadura exclusivamente por calor, solapándolas en una anchura de 10 cm y en la longitud necesaria para acomodar el despiece reflejado en los planos. El solape mínimo entre mallas de refuerzo en piezas adyacentes será de 1,60 cm.

Las uniones de las láminas durante el proceso de su instalación, deberán hacerse mecánicamente por el método de doble soldadura en paralelo, por termofusión, con canal intermedio de comprobación.

El método de soldadura por extrusión con aporte del mismo material, se emplearán en las penetraciones, interconexiones y separaciones.

Tras la fabricación en factoría, las mantas se doblarán en forma de acordeón en ambos sentidos y se empaquetarán para minimizar el manejo en el lugar de instalación. Cada manta llevará una identificación única e indeleble señalando la dirección de despliegue para facilitar la colocación en obra, y que servirá de referencia ante posibles anomalías de fabricación.

Las cajas para el transporte serán resistentes al agua, con resistencia suficiente para prevenir cualquier daño al contenido, e irán apoyadas en pallets rígidos de madera.

Las mantas se almacenarán en obra en los contenedores originales cerrados, en una zona segura y seca protegidos de la radiación directa del sol, dejando un espacio mínimo entre pallets de 15 cm, y sin apilarlos.

Los materiales empleados en la ejecución de las soldaduras de obra serán los indicados por el fabricante suministrador de la membrana, y de acuerdo con la experiencia del instalador en obras similares.

El material base constituyente de la membrana, así como todos los demás elementos del sistema que puedan entrar en contacto con el agua almacenada, no afectará a la calidad de ésta, lo que demostrará mediante los correspondientes certificados sanitarios.

#### Elementos metálicos

Los elementos metálicos en la impermeabilización, esté o no previsto su contacto directo con el agua almacenada, tales como fijaciones mecánicas con pletinas y tornillos, aireadores, etc, será de acero inoxidable auténtico de calidad 316 de la serie AISI.

#### Tiras de neopreno en sellados de impermeabilización

La dureza de las tiras de neopreno a usar en los sellados de los puntos de discontinuidad de la impermeabilización (salidas, entradas) será 40 en la Escala Durometer de la ASTM D2240-84, aproximadamente igual a la dada por la ASTM D1415-83 que da la dureza en grados Internacionales.

Se admitirá una tolerancia en la anterior medida de +/- 5%.

El factor de forma que las tiras de neopreno se define como la relación entre el área de la superficie ortogonal a la dirección de la compresión y el área de las superficies laterales cuya expansión no está restringida.

$$FF = a \times b / 2 t (a+b)$$

donde,

FF = Factor de forma  
a = Longitud de la tira de neopreno  
b = Longitud de la tira de neopreno  
t = espesor

El factor de forma es una característica clave de estos elementos para garantizar una adecuada estanqueidad y una correcta ejecución. Este valor debe ser bajo (1,0 – 1,50), para valores normales de espesor de 2 – 3 cm.

#### Filtro de material sintético

Bajo la lámina se colocará un fieltro geotextil no tejido de filamento continuo de 100% materia virgen de propileno agujado y estabilizado frente rayos UV. La densidad mínima será de 385 gr/m<sup>2</sup>.

Deberá cumplir las condiciones mínimas siguientes:

PROPIEDAD	NORMA	VALOR
Resistencia a tracción L - T	EN ISO 10319	30 kN/m - 30 kN/m
Alargamiento en rotura L - T	EN ISO 10319	80 % - 70 %
Resistencia a la perforación CBR	EN ISO 12236	4250 N
Resistencia a perforación dinámica (caída de cono)	EN ISO 13433	13 mm
Abertura eficaz de poros O <sub>90,w</sub>	EN ISO 12956	0,085 mm
Permeabilidad vertical	EN ISO 11058	50 l/m <sup>2</sup> s
Permeabilidad en el plano (20 kPa)	EN ISO 12958	37x10 <sup>-7</sup> m <sup>2</sup> /s
Espesor (2 kPa)	EN ISO 9863-1	3.4 mm
Masa por unidad de superficie	EN ISO 9864	385 g/m <sup>2</sup>

Estas características mínimas serán garantizadas por el fabricante del material.

El geotextil se recibirá obligatoriamente marcado y empaquetado, bien identificado siguiendo la norma EN ISO 10320: 1999 Identificación in situ para geotextiles. Se controlará que el nombre y tipo de producto estén impresos y fácilmente legibles sobre el geotextil en intervalos máximos de 5 m.

El geotextil deberá tener el obligatorio Marcado CE según Directiva Europea de Productos de la Construcción. Se exigirá un Certificado ISO 9001 y un certificado IQNET del productor que aseguren la trazabilidad del proceso del fabricante así como un certificado firmado por una institución o laboratorio independientes, de reconocido prestigio en el sector de los geosintéticos, acreditando que el geotextil ha sido producido con filamentos continuos de 100% polipropileno virgen.

Podrá el Contratista presentar soluciones alternativas, de mayor gramaje y calidad, sin que ello conlleve aumento del precio.

Instalación

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, los paneles se anclarán en zanja convenientemente 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 general no se realizarán uniones horizontales continuas en taludes salvo en parches u otros casos excepcionales autorizados.

En zonas planas, los paneles deberán conectarse con las capas granulares de drenaje para dar continuidad al sistema de drenaje.

En presencia de viento excesivo, según progrese la instalación el material será provisionalmente lastrado convenientemente, 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.

Las uniones entre paños adyacentes se realizarán por solape de 50cm mínimo en el ancho del rollo del geotextil, salvo que las condiciones del terreno de apoyo requieran la unión por cosido. En caso de tener que solapar en la dirección longitudinal o largo del rollo, el solape deberá ser al menos de 2m.

El Contratista propondrá al Ingeniero Director el material comercial que vaya a emplear, del cual podrá exigir todas las certificaciones, ensayos y pruebas que estime oportunos.

#### Juntas para impermeabilización

El material de las bandas elásticas de impermeabilización, será de cloruro de polivinilo. Las bandas de cloruro de polivinilo, deberán tener un orificio en su parte central, formando el lóbulo extensible. Las condiciones que deben cumplir son:

- La resistencia a rotura a tracción, será como mínimo igual a ciento veinte kilogramos por centímetro cuadrado (120 Kg/cm<sup>2</sup>)
- El alargamiento mínimo en rotura será de doscientos cincuenta por ciento (250%)
- La banda deberá resistir una temperatura de doscientos grados centígrados (200°C) durante cuatro horas (4 h), sin que varíen sus características anteriores y sin que dé muestras de agrietamiento.

Las bandas se almacenarán convenientemente protegidas contra cualquier acción que pueda dañarlas.

### Condiciones del proceso de ejecución

Los taludes una vez refinados y compactados, recibirán el fieltro geotextil cosido de 385 gr/m<sup>2</sup> con 2 Kg/m<sup>2</sup> de ligante y sobre este una lámina de PVC-P de 1,5 mm con geotextil de polipropileno, reforzado con armadura interna de malla de poliéster.

En el fondo, una vez refinado y compactado, se colocará una capa de relleno granular de 0,50 m., y el mismo geotextil cosido de 385 gr/m<sup>2</sup>, y sobre éste una lámina de PVC 1,5 mm sin reforzar.

En relación a la lámina se tendrá en cuenta lo dispuesto en los siguientes puntos.

#### Planos de fabricación

Previamente al comienzo de la fabricación de cualquier pieza de las membranas, el instalador deberá remitir al Director de Obra los planos de fabricación, indicando la localización y descripción del trabajo.

Los planos reflejarán la situación de las soldaduras de campo, los detalles de los anclajes de coronación, etc., espesor, color, nombre y descripción técnica de la membrana, detalles de las soldaduras de campo y de factoría, así como la situación de todos los elementos necesarios para el correcto funcionamiento de la impermeabilización.

El Director de Obra deberá devolver al instalador copia aprobada de esos planos.

#### Unidad y criterios de medición

El fieltro de material sintético no tejido se abonará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados, según el precio del Cuadro de Precios N<sup>o</sup> 1, incluida la parte proporcional de solapes y pérdidas.

El precio incluye el material y los elementos auxiliares necesarios para la perfecta colocación y cosido.

La medición y abono de las membranas sintéticas flexibles colocadas en impermeabilización, se realizará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) realmente colocado en verdadera magnitud, incluyendo extensión, colocación y soldaduras así como los detalles necesarios que garanticen una completa impermeabilidad, incluida la parte proporcional de solapes y pérdidas.

#### Normativa de obligado cumplimiento

DIN:16730 (Sin armar), 16734 (Con armadura de tejido de poliéster), 16735 (Con armadura de fibra de vidrio)

UNE 54412

UNE-EN 13956:2013

UNE-EN 13361:2019

### 2.2.13 Pozos de registro

#### Definición

Parte variable de pozo de registro, i/pates de 25x31 cm de polipropileno, totalmente terminado.

Parte fija (0,60 m cono y 0,50 parte inferior) de pozo de registro tipo A, i/cerco y tapa de fundición, totalmente terminado.

Atendiendo al artículo 410 del PG-3, un pozo de registro es una arqueta visitable de más de metro y medio de profundidad.

#### Características generales

Con carácter general todos los materiales utilizados en la construcción de los pozos de registro cumplirán con lo especificado en las instrucciones y normas vigentes que les afecten, así como los artículos correspondientes de este pliego. En todo caso, se estará a lo establecido en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.

Habrán de cumplirse además las siguientes prescripciones específicas:

Hormigón:

Instrucción del hormigón estructural (EHE-08).

- Instrucción para la recepción de cementos.
- Artículo 610 “Hormigones” y 630 “Obras de hormigón en masa o armado” del PG-3.
- Los hormigones de limpieza y relleno deberán tener una resistencia característica mínima a compresión de doce megapascales y medio (12,5 MPa) a veintiocho días.

Piezas prefabricadas de hormigón:

- Instrucción del Hormigón Estructural (EHE-08).
- Resistencia característica mínima a compresión: 25 MPa a veintiocho días.
- El transporte, descarga y almacenamiento se realizarán cuidadosamente, siendo rechazadas aquellas piezas que presenten defectos.

Fundición para tapas y cercos:

- Cargas y características según UNE 1561 y UNE EN 1563.
- Cierre antirrobo o elemento de bloqueo que lo evite.

- Certificado AENOR o AFNOR o de similar grado de exigencia a juicio de la Dirección de Obra.

En cualquier caso deberá contar con la aprobación expresa de la Dirección de Obra, siendo exigibles las siguientes características y marcados:

- Peso mínimo de tapa: 31 kg.
- Peso mínimo conjunto 52 kg.
- Logo de la administración correspondiente y/o del gestor del servicio.
- Certificado AENOR o AFNOR o de similar grado de exigencia a juicio de la Dirección de Obra.

#### Condiciones del proceso de ejecución

Se estará a lo dispuesto en la legislación vigente, en materia medioambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

El contratista empleará un equipo formado por un peón, un oficial de primera y un camión grúa que se encargará de situar los módulos prefabricados del pozo en su correcta ubicación. El módulo de base se debe situar en una superficie lo más plana y horizontal posible que permita continuar con la ejecución del pozo hasta la superficie con una desviación mínima respecto a la vertical. El buen asentamiento de esta pieza es clave para una correcta construcción del pozo.

Una vez situado el módulo de base, cuando no sea necesario ejecutar in situ una parte variable de pozo, se procederá a colocar los módulos intermedios o el módulo cónico final, introduciendo el macho o enchufe de la pieza inferior (fija) en la hembra o campana de la superior (móvil).

Previo a este paso, se procederá a colocar la junta de goma en el enchufe de la pieza inferior y lubricarla generosamente. Es muy importante realizar un cuidadoso descenso de la pieza para evitar pinzar la junta e goma y sacarla de su posición de trabajo.

Una vez ejecutado el pozo, se procederá a realizar la unión de las tuberías del colector y albañales del pozo, debiendo lubricar bien los tubos para el correcto encuentro con la junta de goma de estanqueidad del pozo.

Finalmente, se procederá a la disposición de las tapas de registro en la coronación del módulo cónico.

#### Unidad y criterios de medición

Se abonará por unidad realmente ejecutada, que deberá corresponder a la geometría y características descritas en el presente pliego, así como el documento nº2 "Planos".

#### Normativa de obligado cumplimiento

- EHE-08
- PG-3
- Normas UNE

#### 2.2.14 Depósito de poliéster reforzado con fibra de vidrio

## Definición

Depósito prefabricado en PRFV, disposición vertical de 50 m<sup>3</sup> de capacidad total, fondo plano y superior cóncavo cerrado con “boca hombre” para acceso a interior. Entrada por parte alta y salida por el fondo con resguardo de 20 cm, todo ello con tubería en PRFV de  $\Phi 300$  mm, terminada en brida para conexiones. Totalmente instalado.

## Materiales

El depósito está formado por placas verticales rectangulares de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) nervados con una base y coronación que les confiere estabilidad.

Los tanques de grandes capacidades para obtener mayor resistencia se dotan de unos tensores de acero.

Los depósitos deben incorporar boca hombre de toma en PRFV lateral, visor de nivel, escalera de acceso, tratamiento interior para productos químicos, conexiones y equipamiento mecánico.

El proceso de fabricación de los módulos de poliéster reforzado con fibra de vidrio, están basados en la técnica de proyección y laminado manual por moldeo, que consisten en proyectar o laminar la resina de poliéster junto con la fibra de vidrio sobre un molde metálico.

Los depósitos están fabricados con una barrera interior de resinas isoftálicas sanitarias.

## Características del PRFV

CARACTERÍSTICAS	NORMAS ASTM	VALORES
Peso específico (g/cm <sup>3</sup> ) a 23 °C	D-792	1,8
Resistencia tracción, kg/cm <sup>2</sup>	D-638	630
Resistencia flexión, kg/cm <sup>2</sup> a 25°C	D-790	1300
Resistencia flexión, kg/cm <sup>2</sup> a 130°C		750
Resistencia compresión kg/cm <sup>2</sup>	D-965	2100
Impacto izq.cm kg/cm <sup>2</sup> con entalla	D-256	42,8
Absorción de agua 24 h %	D-570	0,6
Resistencia dieléctrica, perpendicular volts/0,025 mm	D-257	400

El depósito se dotará de acabado exterior top coat con color a definir por la Dirección Facultativa.

## Condiciones de ejecución

La instalación se realizará sobre losa de hormigón armado HA-25 perfectamente plana y nivelada, que tenga la suficiente consistencia para soportar el peso del depósito.

Sobre la losa comienza el levantamiento de los paneles laterales, amarrándolos entre sí con tornillería hasta cerrarlo completamente. A continuación se colocan las placas de fondo del depósito.

Una vez unidos todos los módulos y cerrado, se sellan interiormente las juntas con resina de poliéster y se acaba pintando con el gel coat.

Seguidamente una vez instalado y libre de movimientos procede a instalar las conexiones y llenado total del depósito.

Finalmente se realizará un anillo perimetral de hormigón armado de dimensiones 500x300 mm (ancho x alto).

#### Unidad y criterios de medición y abono

Se abonará por unidad de depósito modular de almacenamiento perfectamente instalado, una vez se haya llenado y sometido a las cargas hidráulicas derivadas de su funcionamiento y se haya comprobado su estabilidad y estanqueidad.

### 2.2.15 Arqueta prefabricada de polipropileno

#### Definición

Arqueta prefabricada de polipropileno de dimensiones 55x55x55 cm, con tapa y marco.

#### Materiales

#### Propiedades mecánicas

Propiedad	PP homopolímero	PP copolímero
Módulo elástico (GPa)	1,1 a 1,6	0,7 a 1,4
Alargamiento de rotura en tracción (%)	100 a 600	450 a 900
Carga de rotura en tracción (MPa)	31 a 42	28 a 38
Módulo de flexión (GPa)	1,19 a 1,75	0,42 a 1,40
Resistencia al impacto Charpy (kJ/m <sup>2</sup> )	4 a 20	9 a 40
Dureza Shore D	72 a 74	67 a 73

#### Propiedades térmicas

Propiedad	PP homopolímero	PP copolímero
Temperatura de fusión (°C)	160 a 170	130 a 168

Temperatura máxima de uso continuo (°C)	-10	-20
---	-----	-----

#### Condiciones de ejecución

#### Fases de ejecución:

1. Replanteo de la arqueta.
2. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación.
3. Colocación de la arqueta prefabricada.
4. Formación de agujeros para conexionado de tubos.
5. Emplame y rejuntado de colectores a la arqueta.
6. Colocación de la tapas y accesorios.
7. Eliminación de restos, limpieza final y retirada de escombros.
8. Carga de escombros sobre camion o contenedor.
9. Realización de pruebas de servicio.

#### Unidad y criterios de medición

Se abonará por unidad de arqueta realmente ejecutada.

## 2.2.16 Tubería de polietileno de alta densidad

### Definición

Canalizaciones con tubo extruido de polietileno para transporte y distribución de fluidos a presión.

Se han considerado los siguientes tipos de material:

- Polietileno de alta densidad para el transporte de agua a presión con una temperatura de servicio hasta 45°C
- Polietileno de baja densidad para el transporte de agua a presión con una temperatura de servicio hasta 45°C
- Polietileno de media densidad para el transporte de combustibles gaseosos a temperaturas hasta 40°C

Se han considerado los siguientes grados de dificultad de montaje:

- Grado medio, que corresponde a una red equilibrada en tramos lineales y con accesorios (distribuciones de agua, gas, calefacción, etc.)

- Sin especificación del grado de dificultad: corresponde a redes donde pueden darse indistintamente a lo largo de su recorrido, tramos lineales, equilibrados o con predominio de accesorios (instalaciones de obras de ingeniería civil)

Se han considerado los siguientes tipos de unión:

- Soldada (para tubos de polietileno de alta y media densidad)

- Conectada a presión (para tubos de polietileno de alta y baja densidad)

Se han considerado los siguientes tipos de colocación:

- Colocado superficialmente
- Colocado en el fondo de la zanja para enterrar

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

Instalaciones con grado de dificultad medio:

- Replanteo de la conducción
- Colocación de los tubos y accesorios en su posición definitiva
- Ejecución de todas las uniones necesarias
- Limpieza de la conducción

Instalaciones para enterrar, sin especificación del grado de dificultad:

- Comprobación y preparación del plano de soporte
- Colocación de los tubos en su posición definitiva
- Ejecución de todas las uniones necesarias
- Limpieza de la conducción

En las instalaciones sin especificación del grado de dificultad, no se incluye la colocación de los accesorios. La variación del grado de dificultad en los diferentes tramos de la red no permite fijar la repercusión de accesorios, por lo que su colocación se considera una unidad de obra diferente.

#### Condiciones generales

La posición será la reflejada en el Proyecto. o, en su defecto, la indicada por la Dirección Facultativa.

Las juntas serán estancas a la presión de prueba, resistirán los esfuerzos mecánicos y no producirán alteraciones apreciables en el régimen hidráulico de la tubería.

Todas las uniones, cambios de dirección y salidas de ramales se harán únicamente mediante accesorios normalizados. Las uniones se harán con accesorios que presionen la cara exterior del tubo o bien soldados por testa, según sea el tipo de unión definido para la canalización.

En caso de coincidencia de tuberías de agua potable y de saneamiento, las de agua potable pasarán por un plano superior a las de saneamiento e irán separadas tangencialmente al menos un metro.

Se garantizará que la tubería no supere una temperatura de 40°C.

El tubo se puede curvar en frío con los siguientes radios de curvatura:

	Polietileno alta densidad	Polietileno baja y media densidad
A 0° C	⌈ 50 x Dn	⌈ 40 x Dn
A 20° C	⌈ 20 x Dn	⌈ 15 x Dn

Entre 0°C y 20°C el radio de curvatura puede determinarse por interpolación lineal.

Colocación:

El paso por elementos estructurales se hará con. Los pasamuros sobresaldrán / 3 mm del paramento. Dentro del pasamuros no quedará ningún accesorio.

Distancia entre soportes:

DN (mm)	Poliétileno alta densidad		Poliétileno baja densidad	
	Tramos verticales (mm)	Tramos horizontales (mm)	Tramos verticales (mm)	Tramos horizontales (mm)
10	200	150	---	---
16	---	---	310	240
20	400	300	390	300
25	500	375	490	375
32	640	480	630	480
40	800	600	730	570
50	1000	750	820	630
63	1260	945	910	700
75	1500	1125	---	---
90	1800	1350	---	---
110	2200	1650	---	---
125	2500	1875	---	---
140	2800	2100	---	---
160	3200	2400	---	---
180	3600	2700	---	---
200	4000	3000	---	---
225	4500	3375	---	---
250	5000	3750	---	---
315	6300	4725	---	---
400	8000	6000	---	---

Debido al elevado coeficiente de dilatación lineal es necesario que los puntos singulares (soportes, cambios de dirección, ramales, tramos largos, etc.), permitan al tubo efectuar los movimientos axiales de dilatación.

La profundidad de la zanja permitirá que el tubo descansa sobre una cama de espesor / 5 cm. Por encima habrá un relleno / 60 cm bien compactado, si no pasa tráfico rodado y / 80 cm en caso contrario.

Condiciones del proceso de ejecución

La descarga y manipulación de los tubos se hará de forma que no sufran golpes.

Cada vez que se interrumpa el montaje, se tapanán los extremos abiertos.

El tendido del tubo se hará desenrollándolo tangencialmente y haciéndolo rodar verticalmente sobre el terreno.

El extremo liso del tubo se limpiará y lubricará con un lubricante autorizado por el fabricante de los tubos, antes de hacer la conexión.

El extremo del tubo se achaflanará.

Al cortar un tubo, es preciso hacerlo perpendicularmente al eje y eliminar las rebabas. En caso de aplicarse un accesorio de compresión hay que achaflanar la arista exterior.

Para realizar la unión de los tubos no se forzarán ni deformarán sus extremos.

Se utilizará un equipo de soldadura que garantice la alineación de los tubos y la aplicación de la presión adecuada para hacer la unión.

La unión entre los tubos y otros elementos de obra se realizará garantizando la no transmisión de cargas, la impermeabilidad y la adherencia con las paredes.

Una vez terminada la instalación se limpiará interiormente haciendo pasar agua para arrastrar residuos.

Si la tubería es para abastecimiento de agua, se procederá a un tratamiento de depuración bacteriológica después de limpiarla.

Colocación en el fondo de la zanja

Antes de bajar los tubos a la zanja la Dirección Facultativa podrá examinarlos, rechazando los que presenten algún defecto.

Antes de la colocación de los tubos se comprobará que la rasante, la anchura, la profundidad y el nivel freático de la zanja corresponden a los especificados en el proyecto. En caso contrario se avisará a la D.F.

El fondo de la zanja estará limpio antes de bajar los tubos.

Si la tubería tiene una pendiente > 10%, la colocación de los tubos se realizará en sentido ascendente. De no ser posible, habrá que fijarla provisionalmente para evitar el deslizamiento de los tubos.

Las tuberías y las zanjas se mantendrán libres de agua, achicando con bomba o dejando desagües en la excavación.

No se montarán tramos de más de 100 m de largo sin hacer un relleno parcial de la zanja dejando las juntas descubiertas. Este relleno cumplirá las especificaciones técnicas del relleno de la zanja.

Una vez situada la tubería en la zanja, parcialmente rellena excepto en las uniones, se realizarán las pruebas de presión interior y de estanqueidad según la normativa vigente.

No se puede proceder al relleno de la zanja sin autorización expresa de la D.F.

Unidad y criterios de medición

Se abonará por metro lineal (ml) realmente instalado, medido según las especificaciones de la D.T., entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.

Este criterio incluye las pérdidas de material por recortes y los empalmes que se hayan efectuado, así como codos para los cambios de dirección.

Asimismo se incluyen los gastos asociados a la realización de las pruebas a llevar a cabo a la tubería instalada.

Normativa de obligado cumplimiento

UNE-EN 12201-1:2012.

UNE 53.133 Plásticos. Tubos de polietileno para conducción de agua a presión.

R.S. 39.206/M apta para uso alimentario

## 2.2.17 Tubería y piezas especiales de fundición dúctil

Los tubos de fundición dúctil unidos mediante junta flexible (la disposición más habitual) se clasificarán por su diámetro nominal (DN) y su clase de presión (C). Si excepcionalmente, los tubos de fundición se unen mediante bridas, entonces se clasificarán por su diámetro nominal (DN) y su presión nominal (PN).

Normativa aplicable

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

- UNE-EN 545: Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.
- UNE-EN 681-1/A3: Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.
- UNE-EN 1092-2: Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 2: Bridas de fundición.
- UNE-EN 14901-1: Tuberías, racores y accesorios de fundición dúctil. Requisitos y métodos de ensayo para revestimientos orgánicos de racores y accesorios de fundición dúctil. Parte 1: Revestimiento epoxi (alta resistencia).
- DIRECTIVA 98/83/CE relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano.
- R.D. 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- UNE-EN 197-1: Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.

- UNE-EN 13139: Áridos para morteros.
- UNE-EN ISO 9001: Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos (ISO 9001:2015).
- UNE-EN ISO 14001: Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso (ISO 14001).
- ISO 2531: Tubos, racores y accesorios en fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua.

*(Nota: en julio de 2021, fecha de redacción del presente pliego, las ediciones vigentes de las normas principales son: UNE-EN 545:2011, UNE-EN 681-1:1996/A3:2006, UNE-EN 1092-2:1998, UNE-EN 14901-1:2015+A1:2021 e ISO 2531:2009.)*

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

El sistema de canalización objeto de este pliego deberá poderse utilizar para el suministro de agua para uso alimentario. El producto cumplirá con la DIRECTIVA 98/83/CE y el RD 140/2003, relativo a los criterios sanitarios de la calidad del agua para consumo humano.

#### Términos y definiciones

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

**Fundición dúctil:** Fundición utilizada para los tubos, racores y accesorios, en los que el grafito está presente esencialmente bajo forma esferoidal.

**Tubo:** Pieza moldeada de sección interior uniforme, de eje rectilíneo, que posee extremos de enchufe, lisos o a bridas, exceptuándose las piezas brida-enchufe, brida-liso y los manguitos que se clasifican como racores.

**Racor:** Pieza moldeada diferente de un tubo, que permite una derivación (ramal) de la tubería, un cambio de dirección o de sección interior. Además, las piezas brida-enchufe, brida-liso y los manguitos también se clasifican como racores.

**Accesorio:** Cualquier pieza moldeada/fabricada diferente de un tubo o un racor con destino a su empleo en una tubería de fundición dúctil y que incluye:

- Prensaestopas y bulones para uniones mecánicas flexibles.
- Prensaestopas, bulones y anillos de acerojado (retención) para uniones flexibles acerojadas (auto-retenidas).
- Collarines de tuberías para conexiones de servicio.
- Bridas orientables y bridas incorporadas por soldeo o roscado.
- Adaptadores de bridas para su uso con tubos y accesorios de fundición dúctil.
- Manguitos para su uso con tubos y accesorios de fundición dúctil.

**Brida:** Extremo de un tubo, racor o accesorio perpendicular al eje, con orificios para tornillos distribuidos uniformemente en círculo.

**Caña:** Extremo macho de un tubo o racor.

Extremo liso: Máxima profundidad de enchufado de la caña más 50 mm.

Enchufe: Extremo abocardado (hembra) de un componente que permite la unión con la caña del componente contiguo.

Junta de estanquidad: Elemento de estanquidad de una unión.

Unión: Ensamblaje de los extremos de dos componentes en los que se utiliza una junta para asegurar la estanquidad.

Unión flexible: Unión que permite una desviación angular significativa, tanto durante como después de la instalación, y que admite una ligera excentricidad del eje.

Unión flexible automática: Unión flexible que se monta empujando la caña de un componente a través de la junta de estanquidad situada en el enchufe del componente contiguo.

Unión flexible mecánica: Unión flexible en la cual se obtiene la estanqueidad mediante la aplicación de una presión sobre la junta por medios mecánicos, por ejemplo, mediante un prensaestopas.

Unión flexible acerrojada: Unión flexible en la cual se incluye un medio para evitar la separación de la unión ensamblada.

Unión embridada: Unión de dos extremos con bridas.

Diámetro nominal (DN): Designación dimensional alfanumérica para los elementos de un sistema de canalización, que se utiliza como referencia y que se compone de las letras DN seguidas por un número entero adimensional que está ligado indirectamente a las dimensiones reales, en milímetros, del diámetro interior o del diámetro exterior de los extremos.

Presión nominal (PN): Designación alfanumérica relativa a una combinación de características mecánicas y dimensionales de un elemento de un sistema de canalización que se utiliza como referencia y que se compone de las letras PN seguidas por un número adimensional.

Presión de ensayo de estanquidad: Presión aplicada a un componente en curso de fabricación para asegurar su estanquidad.

Presión de funcionamiento admisible (PFA): Presión hidrostática máxima que un componente puede resistir de forma permanente en servicio.

Clase de presión C: Designación alfanumérica de la familia de componentes, incluyendo sus uniones, relativa a sus presiones de operación verificadas por todos los ensayos de prestaciones descritos en la norma UNE-EN 545 vigente, que incluye la letra C seguida de un número adimensional igual a la PFA máxima en bares de la familia de componentes.

Presión máxima admisible (PMA): Presión máxima que se da ocasionalmente, incluido el golpe de ariete, que un componente puede soportar en servicio.

Presión de ensayo admisible (PEA): Presión hidrostática máxima que un componente recién instalado es capaz de soportar durante un periodo de tiempo relativamente corto, con objeto de asegurar la integridad y la estanquidad de la conducción. Esta presión de ensayo es diferente de la presión de ensayo en red (STP), ligada a la presión de diseño de la canalización y cuyo objeto es asegurar su integridad y estanqueidad.

Rigidez diametral de un tubo: Característica de un tubo que le permite resistir la ovalización bajo carga después de la instalación.

Ensayo de prestaciones: Ensayo de verificación del diseño, que se realiza una vez y que debe repetirse tras un cambio en el diseño.

Longitud útil: Longitud en la que aumenta una canalización cuando se instala un tubo o racor adicional. Para los tubos y racores con enchufe, la longitud útil LE es igual a la longitud total (OL) menos la profundidad máxima de enchufado de la caña (X) tal como se indica en los catálogos de fabricantes. Para los tubos y racores con bridas, la longitud útil es igual a la longitud total.

Longitud normalizada: Longitud del tubo y del cuerpo del racor o derivación, tal como se especifica en la norma UNE-EN 545 vigente.

Para los tubos y racores con enchufe, la longitud normalizada LU (IU para derivaciones) es igual a la longitud total (OL) menos la profundidad de enchufado de la caña (X) tal como se indica en los catálogos de los fabricantes. Para los tubos y racores con bridas, la longitud normalizada L (I para derivaciones) es igual a la longitud total.

Desviación: Tolerancia entre la longitud de diseño y la longitud normalizada de un tubo o de un racor.

Ovalidad: Defecto de redondez de la sección de un tubo; es igual a:

$$100 \left( \frac{A_1 - A_2}{A_1 + A_2} \right)$$

donde:

A1 = Diámetro mayor de la sección, en milímetros;

A2 = Diámetro menor de la sección, en milímetros;

Espesor mínimo de un tubo: Espesor mínimo en cualquier punto de un tubo usado en el cálculo de su PFA y clase de presión.

Espesor para el cálculo de la rigidez de un tubo: Espesor basado en el espesor mínimo de un tubo y el DN usado en el cálculo de la rigidez diametral del tubo.

#### Características técnicas generales y obligatorias

En general, se cumplirán las condiciones especificadas en la norma UNE-EN 545 vigente: Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.

Las tuberías de fundición dúctil serán aptas para transporte de agua no tratada, tratada (potable) o regenerada.

## Procedimiento de fabricación

Los tubos serán fabricados por centrifugación.

Las características mecánicas mínimas exigidas en los tubos, racores y accesorios de fundición dúctil son las siguientes:

Resistencia mínima a la tracción (Rm)	Alargamiento mínimo a la rotura (A)		Dureza Brinell (HBW)		
	TUBOS		ACCESORIOS	TUBOS	ACCESORIOS
<b>DN 40 a 2.000</b>	<b>DN 40 a 1.000</b>	<b>DN 1.100 a 2.000</b>	<b>DN 40 a 2.000</b>	<b>DN 40 a 2.000</b>	<b>DN 40 a 2.000</b>
420 MPa	10 %	7 %	5 %	≤ 230	≤ 250

Estas características deben ser sistemáticamente comprobadas durante el proceso de fabricación, según las especificaciones de la norma UNE-EN 545 vigente.

Los tubos han de poder ser cortados, taladrados y mecanizados con facilidad. El material no ha de presentar poros, solapamientos, burbujas, grietas, ni ningún otro defecto que pueda perjudicar su resistencia, continuidad y buen aspecto. Su fractura tiene que ser de grano fino y homogéneo.

## Aspecto superficial

Los tubos, racores y accesorios deben estar exentos de defectos e imperfecciones superficiales que puedan impedir su conformidad de acuerdo con las condiciones especificadas en la norma UNE-EN 545: vigente.

Marcado

## De los tubos:

Todos los tubos deben marcarse de forma legible y duradera, y llevar como mínimo la siguiente información:

- Diámetro nominal.
- Identificación de fundición dúctil.
- Identificación del fabricante.
- PN si tiene bridas.
- Año de fabricación.
- Referencia a la norma UNE-EN 545
- Clase de presión.
- Marcas de profundidad de enchufado.

Las indicaciones de diámetro nominal, identificación de fundición dúctil, identificación del fabricante, presión nominal y año de fabricación, deben ser de molde o estampadas en frío, las otras indicaciones pueden aplicarse mediante otro Sistema.

De los accesorios:

Todos los tubos deben marcarse de forma legible y duradera, y llevar como mínimo la siguiente información:

- Diámetro nominal.
- Identificación de fundición dúctil.
- PN si tiene bridas.
- Año de fabricación.
- Referencia a la norma UNE-EN 545.
- PFA para manguitos y abrazaderas.

Revestimientos

Revestimiento interno

Todos los tubos deben ser revestidos internamente con una capa de mortero de cemento, aplicada por vibro-centrifugación del tubo, en conformidad con la norma UNE-EN 545 vigente.

El agua utilizada para el mortero debe cumplir la Directiva de Agua Potable 98/83/CE y el Decreto R.D. 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano (Artículo 14).

El cemento utilizado para el mortero debe ser uno de los indicados en la norma UNE-EN 197-1 vigente, con marcado CE.

La arena utilizada para el mortero debe ser conforme a la norma UNE-EN 13139 vigente.

Antes de aplicar el revestimiento, la superficie metálica debe estar libre de material no adherente y de aceite o de grasa.

Los espesores de la capa de mortero, sus tolerancias y las fisuras máximas permitidas una vez fraguado son:

DN (mm)	Espesor (mm)		Anchura de fisura (mm)
	Valor nominal	Tolerancia	
40 - 300	4	-1,5	0,4
350 - 600	5	- 2,0	0,5
700 – 1.200	6	- 2,5	0,6
1.200 – 2.000	9	- 3,0	0,8

La resistencia a compresión del mortero de cemento tras 28 días de fraguado no debe ser inferior a 50 MPa. Con el revestimiento interno especificado en este apartado, la tubería será capaz de transportar también agua regenerada, sin producir daños mecánicos y químicos en el tubo.

Recubrimiento externo

Los tubos se recubrirán externamente en dos capas:

- a) Una primera capa con una de las siguientes opciones:
- Cinc metálico: metalización por arco eléctrico de hilo de cinc de 99,99% de pureza. La cantidad mínima depositada debe ser, como mínimo de 200 g/m<sup>2</sup>.
  - Aleación cinc aluminio: metalización por arco eléctrico de aleación cinc-aluminio en proporción 85% - 15%, respectivamente, y a partir de un hilo único de aleación. La cantidad mínima depositada debe ser como mínimo 400 g/m<sup>2</sup>.
- b) Una segunda de acabado de producto bituminoso o de resina sintética compatible con el cinc: pulverización de una capa de espesor medio no inferior a 70 µm y de espesor mínimo local no inferior a 50 µm

Antes de la aplicación del cinc la superficie de los tubos estará seca y exenta de partículas no adherentes como aceite, grasas, etc. La instalación de recubrimiento exterior debe ser tal que el tubo pueda manipularse sin riesgo de deterioro de la protección, por ejemplo, proporcionando un secado en estufa.

La capa de acabado recubrirá uniformemente la totalidad de la capa de cinc o cinc-aluminio y estará exenta de defectos tales como carencias o desprendimientos.

Recubrimientos de racores y accesorios

Todos los racores y accesorios se recubrirán interiormente y exteriormente con revestimiento de barniz epoxi azul según la norma UNE-EN 14901-1 vigente, depositado por electro-deposición, previo granallado y tratamiento químico de fosfatado al cinc, de forma que el espesor mínimo medio de la capa no sea inferior a 70 µm y el espesor mínimo local no sea inferior a 50 µm. Ver D.1.2, pág. 85, UNE-EN 545 vigente.

Serán también válidos otros recubrimientos especificados en los apartados 4.6 y D.1.2 de la norma UNE-EN 545 vigente.

### Características geométricas

Para las tuberías y racores se cumplirán las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 545 vigente. El fabricante especificará al menos el diámetro exterior, interior, tolerancias y dimensiones de la campana.

Longitudes de tubos con enchufe y caña

DN (mm)	LONGITUD (m)
40 y 50	3
60 a 600	5 o 5,5 o 6
700 y 800	5,5 o 6 o 7
900 a 1400	5,5 o 6 o 7 o 8,15
1500 a 2000	8,15

Diámetros de tubos con enchufe y caña

Se cumplirán las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 545 vigente:

DN (mm)	Clase	DE (mm)	e (mm)
40	C40	56	3,0
50	C40	66	3,0
60	C40	77	3,0
65	C40	82	3,0
80	C40	98	3,0
100	C40	118	3,0
125	C40	144	3,0
150	C40	170	3,0
200	C40	222	3,1
250	C40	274	3,9
300	C40	326	4,6
350	C30	378	4,7
400	C30	429	4,8
450	C30	480	5,1

DN (mm)	Clase	DE (mm)	e (mm)
500	C30	5,6	532
600	C30	6,7	635
700	C25	6,8	738
800	C25	7,5	842
900	C25	8,4	945
1000	C25	9,3	1048
1100	C25	10,2	1152
1200	C25	11,1	1255
1400	C25	12,9	1462
1500	C25	13,9	1565
1600	C25	14,8	1668
1800	C25	16,6	1875
2000	C25	18,4	2082

e: espesor mínimo de pared.  
DE: diámetro exterior.

Las desviaciones límite admisibles en el diámetro exterior de los tubos (DE) con enchufe y caña serán las indicadas en la tabla siguiente:

DN (mm)	Clase	DE (mm)	Tolerancia DE (mm)
40	C40	56	+1/-1,2
50	C40	66	+1/-1,2
60	C40	77	+1/-1,2
65	C40	82	+1/-1,2
80	C40	98	+1/-2,7
100	C40	118	+1/-2,8
125	C40	144	+1/-2,8
150	C40	170	+1/-2,9
200	C40	222	+1/-3,0
250	C40	274	+1/-3,1
300	C40	326	+1/-3,3
350	C30	378	+1/-3,4
400	C30	429	+1/-3,5
450	C30	480	+1/-3,6

DN (mm)	Clase	DE (mm)	Tolerancia DE (mm)
500	C30	5,6	+1/-3,8
600	C30	6,7	+1/-4,0
700	C25	6,8	+1/-4,3
800	C25	7,5	+1/-4,5
900	C25	8,4	+1/-4,8
1000	C25	9,3	+1/-5,0
1100	C25	10,2	+1/-6,0
1200	C25	11,1	+1/-5,8
1400	C25	12,9	+1/-6,6
1500	C25	13,9	+1/-7,0
1600	C25	14,8	+1/-7,4
1800	C25	16,6	+1/-8,2
2000	C25	18,4	+1/-9,0

Los valores de diámetro exterior DE y sus tolerancias se aplican a los extremos lisos de tubos y racores.

El Promotor podrá exigir sin sobrecoste el suministro por cada diámetro de un 5% de tubos de ajuste (sobre el número total de tubos de cada diámetro) de DN>300 mm adecuados para corte en obra, permitiendo el montaje de la unión sobre una distancia de, al menos, dos tercios de la longitud del tubo medida desde el extremo liso. Estos tubos deberán marcarse.

La ovalidad del extremo liso de los tubos y racores debe:

- Permanecer dentro de las tolerancias del diámetro exterior DE de la table anterior para  $DN \leq 200$  mm.
- No sobrepasar el 1% para DN 250 a DN 600 o el 2% para  $DN > 600$  mm.

Los tubos deberán ser rectos, con una desviación máxima de 0,125% de su longitud.

#### Tubos con bridas y racores

Las dimensiones de los siguientes componentes: tubos con bridas, racores para uniones con enchufe y racores para uniones con brida, serán las indicadas en los apartados 8.2, 8.3 y 8.4 de la norma UNE-EN 545 vigente.

Las desviaciones límite del espesor de la pared nominal de los racores serán las siguientes:

- Para espesor nominal de la pared de fundición  $\leq 7$  mm: -2,3 mm
- Para espesor nominal de la pared de fundición  $> 7$  mm:  $-(2,3+0,001 \times DN)$  mm

#### Sistemas de unión

##### Generalidades

Los sistemas de unión de los tubos de fundición podrán ser alguno de los que se indican a continuación:

- a) Uniones flexibles. Pueden, a su vez, ser de los siguientes tipos:
  - Unión de enchufe y extremo liso: obtiene la estanquidad por la simple compresión de un anillo elastomérico.
  - Unión mecánica: los tubos a unir también están provistos de enchufe y extremo liso, si bien, en este caso la estanquidad se logra por la compresión del anillo elastomérico mediante una contrabrida apretada con bulones que se apoyan en el collarín externo del enchufe.
  - Unión acerrojada: similar a la anterior, para los casos en los que se prevea que el tubo deba trabajar a tracción.
- b) Uniones rígidas: unión de bridas. Los dos tubos a unir estarán acabados brida. Las bridas pueden ser móviles (soldadas o roscadas) o fijas (incorporadas).

Las uniones, sea cual sea su tipología, deben ser conformes con lo especificado para las mismas en la norma UNE-EN 545 vigente.

Los materiales de las juntas de estanqueidad elastoméricas deben ser conformes con los requisitos de la norma UNE-EN 681-1/A3 vigente, tipo WA.

Los componentes con uniones flexibles deben ser conformes con el Apartado 2.9.2 en lo relativo a los diámetros exteriores DE de sus cañas y sus desviaciones límite para garantizar la interconexión entre los distintos componentes.

##### Tubos junta automática flexible

La unión de los tubos con enchufe y caña se realizará por la simple

introducción de la caña en el enchufe, garantizando la estanquidad la junta elastomérica. Dicha junta será de densidad y dureza homogénea en todo el perfil. El tipo de elastómero de la junta será EPDM conforme al Apartado 2.10.6. La estanqueidad se conseguirá por la compresión radial del anillo de elastómero ubicado en el alojamiento del interior del enchufe.

La desviación angular admisible en la unión no debe ser inferior a:

- 3°30' para los diámetros DN 40 a DN 300.
- 2°30' para los diámetros DN 350 a DN 600.
- 1°30' para los diámetros DN 700 a DN 2000.

Todas las uniones deben diseñarse para permitir el movimiento axial; el fabricante debe declarar el juego axial admisible. Esto permite a la tubería instalada acomodar movimientos del terreno y/o efectos térmicos sin incurrir en esfuerzos adicionales.

#### Accesorios junta mecánica

La contra-brida y los bulones serán de fundición dúctil conforme a la norma UNE-EN 545 vigente. La contra-brida y los bulones estarán revestidos mediante aplicación de resina epoxi depositada por electro-deposición con espesor mínimo de 70 µm.

El tipo de elastómero de la junta será EPDM conforme al Apartado 2.10.6.

#### Juntas acerrojadas

Para instalaciones donde se requiera que la conducción trabaje a tracción, el tipo de junta para los tubos y accesorios será acerrojada. Por lo tanto, en pendientes fuertes se usará preferentemente este tipo de junta en cuantos tubos sea necesario según el cálculo; en codos se podrá utilizar sustituyendo a los macizos de anclaje de hormigón armado, siendo el Promotor el que podrá modificar este tipo de unión a su juicio. La junta estará adaptada a las condiciones de trabajo de la tubería en el punto de uso de esta junta. El sistema de junta será tal que evite macizos de anclaje en cambios de dirección y en pendientes pronunciadas. Será el fabricante el que especifique el número de juntas acerrojadas para un suelo de características estudiadas, en cada situación, y con las condiciones particulares de cada zona, que sea capaz de evitar los macizos de anclaje.

Todas las uniones acerrojadas deben diseñarse para que sean, como mínimo, semiflexibles; la deflexión angular admisible declarada por el fabricante no debe ser inferior a la mitad del valor indicado para las uniones flexibles.

Todos los diseños de uniones acerrojadas deberán someterse a los ensayos de prestaciones recogidos en la norma UNE EN 545 vigente. La desviación angular admisible en la unión acerrojada no debe ser inferior a:

- 1°45' para los diámetros DN 40 a DN 300.
- 1°15' para los diámetros DN 350 a DN 600.
- 45' para los diámetros DN 700 a DN 2000.

## Uniones embridadas

Cuando las piezas lleven unión con bridas, éstas serán conformes con la norma UNE-EN 1092-2 vigente y podrán ser fijas u orientables según sea estipulado por el contratante.

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 vigente.

Cuando fuesen necesarios materiales distintos del caucho (por ejemplo, para uniones embridadas a altas temperaturas), éstos deben ser conformes con las especificaciones técnicas europeas correspondientes o, en su defecto, si no existen especificaciones técnicas europeas, con las normas internacionales correspondientes.

Los tornillos serán de acero cincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1 vigente y de métrica conforme a la norma UNE-EN ISO 4016 vigente. Las tuercas serán de acero cincado de calidad 8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-2 vigente y de métrica conforme a la norma UNE-EN ISO 4034 vigente.

Tanto tornillos como tuercas deberán ir provistos de arandelas de calidad 8 conforme a la norma UNE-EN ISO 887 vigente y conformes a las especificaciones de la norma UNE-EN ISO 7091 vigente.

## Anillos de elastómero

Los anillos de las juntas serán de elastómero EPDM (etileno propileno dieno tipo M) y cumplirán los requisitos de la norma UNE-EN 681-1/A3 vigente.

Las juntas serán de dureza nominal 60 ó 70 IRHD, una u otra para todo el suministro y DN, siendo homogénea en todo el perfil de la junta, realizándose las medidas conforme a la norma UNE-ISO 48 vigente, método M, y poseerán las siguientes características de acuerdo a la norma UNE-EN 681-1/A3 vigente:

Tipo:	WA (agua potable fría hasta 50 °C)
Dureza:	60 ( $\pm 5$ ) IRHD ó 70 ( $\pm 5$ ) IRHD
Diferencia de dureza en una misma junta:	<5 IRHD para ambas durezas nominales
Dureza tras envejecimiento 7 días a 70 °C:	+8/-5 IRHD para ambas durezas nominales
Resistencia mínima a la tracción:	9 MPa para ambas durezas nominales
Alargamiento mínimo a la rotura	300% (para 60 IRHD) y 200% (para 70 IRHD)
Máxima deformación remanente tras la compresión:	
durante 72 horas a 23 °C	12% (para 60 IRHD) y 15% (para 70 IRHD)
durante 24 horas a 70 °C	20% para ambas durezas nominales

Las juntas estarán marcadas de forma visible para su identificación con los siguientes datos:

- Diámetro nominal.
- Identificación del fabricante.
- Número de la norma con el tipo de aplicación y la clase de dureza como sufijo: EN-681/WA/60 o EN-681/WA/70.
- Marca de certificación.
- Trimestre y año de fabricación.
- Abreviatura del tipo de caucho: EPDM.

Deberá garantizarse la trazabilidad de las juntas. Para ello deberá marcarse el lote al que pertenecen de forma durable o, en su defecto, si no se indica en la junta, indicarlo en la información de los suministros de la tubería.

### Presiones

#### Presión máxima de funcionamiento (FPA)

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

$$PFA = \frac{20 \cdot e \cdot R_t}{C \cdot D}$$

Donde:

PFA = Presión de funcionamiento admisible.

e = Espesor mínimo de la pared del tubo.

R<sub>t</sub> = Resistencia mín. a la tracción = 420 MPa.

C = Coeficiente de seguridad = 3.

D = Diámetro medio = D<sub>ext</sub> - e.

D<sub>ext</sub> = Diámetro exterior.

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

#### Presión máxima admisible (PMA)

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

$$PMA = 1,2 \cdot PFA$$

La forma de cálculo de esta presión es igual que la expresión (1), pero utilizando un coeficiente de seguridad C = 2,5.

Presión de ensayo admisible (PEA)

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

$$PEA = PMA + 5 \text{ (bar)}$$

## Tablas de presiones

En las siguientes tablas se muestran las clases de presiones para las tuberías, racores y accesorios, definidos en el presente Pliego:

Tubos con enchufe y caña. Clases preferentes de presión:

DN (mm)	Clase	PFA (bar)	PMA (bar)	PEA (bar)
40 - 300	C40	40	48	53
350 - 600	C30	30	36	41
700 - 2000	C25	25	30	35

Tubos y racores con unión a bridas:

DN	PN 10			PN 16			PN 25		
	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA
	bar			bar			bar		
40 - 50	Ver PN 40			Ver PN 40			Ver PN 40		
60 - 80	Ver PN 16			16	20	25	Ver PN 40		
100 - 150	Ver PN 16			16	20	25	25	30	35
200 - 2000	10	12	17	16	20	25	25	30	35

Las clases de presión para los racores unidos por enchufe serán las indicadas en la Norma UNE-EN 545 vigente.

Se deben tener en cuenta las limitaciones que puedan impedir la utilización de todo el rango de presiones sobre una canalización instalada, según indica la norma UNE-EN 545 vigente.

## Pérdidas de carga cálculo hidráulico

Los revestimientos interiores de mortero de cemento centrifugado tendrán una superficie lisa y regular de coeficiente de rugosidad equivalente de valor  $K = 0,03 \text{ mm}$  ( $K$ , rugosidad absoluta de la fórmula de Colebrook).

La tubería de fundición dúctil instalada, incluyendo codos, tes, reducciones y desviaciones en la alineación, no deberá sobrepasar un coeficiente de rugosidad equivalente de  $K = 0,1 \text{ mm}$  ( $K$ , rugosidad absoluta de la fórmula de Colebrook).

## Características técnicas específicas y elegibles

### Longitud

Para la longitud de las tuberías se cumplirán las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 545 vigente o, excepcionalmente, si las especificaciones del proyecto así lo requirieran, las longitudes normalizadas y tolerancias de la norma ISO 2531 vigente Tubos, racores y accesorios en fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua.

ç

Longitudes normalizadas de tubería en la Norma ISO 2531 vigente:

DN (mm)	LONGITUD (m)
40 y 50	3
60 a 600	4 o 5 o 5,5 o 6 o 9
700 y 800	4 o 5,5 o 6 o 7 o 9
900 a 2000	4 o 5 o 5,5 o 6 o 7 o 8,15 o 9

Para el resto de características geométricas las tuberías cumplirán las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 545 vigente.

#### Clases de presión

Las clases de presiones para las tuberías definidas en el presente Pliego son las clases preferentes que contempla la Norma UNE-EN 545 vigente (apartado 2.9.4 del pliego o tabla 16 de la norma) o, excepcionalmente, si las especificaciones del proyecto así lo requirieran, serían válidas otras clases de presión que contemplan las normas UNE-EN 545 vigente (tabla 17 de la norma) e ISO 2531 vigente.

#### Plan de aseguramiento de la calidad

##### 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 545 vigente para los diámetros, rigideces y presiones objeto del presente Pliego.

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

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

##### Control de materiales

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

## Control de fabricación

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

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

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

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

DN (mm)	150-300	350-600	700-2000
Presión (bar)	40	30	25

Estanquidad en racores y accesorios: la presión neumática interna de ensayo será como mínimo de 1 bar durante 15 segundos. La prueba consiste en mantener la pieza con aire presurizado y comprobar la estanquidad con un producto jabonoso.

- Masa por superficie del revestimiento de zinc.
- Espesor del revestimiento de pintura de tubos, racores y accesorios.
- Espesor del revestimiento de cemento.
- Resistencia a compresión del revestimiento de mortero de cemento.

El sistema de control de producción en fábrica cumplirá lo establecido en la norma UNE-EN 545 vigente respecto a personal, equipos, proceso, materias primas,

componentes y acciones correctivas.

El Promotor 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.

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

#### Ensayo de las conducciones en obra

Las tuberías se probarán conforme a lo especificado en la norma UNE-EN 805 vigente "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.

#### Gestión ambiental en la fabricación

El proceso de fabricación de la tubería, racores y accesorios de fundición dúctil deberá tener implementado y mantener un sistema de gestión ambiental basado en los requisitos de la norma UNE-EN ISO 14001 vigente: Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso (ISO 14001), y estará certificado por organismo autorizado o administración competente.

#### Transporte a obra

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

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

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

#### Suministro

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.

#### Unidad y criterios de medición

Las piezas de fundición dúctil se medirán y abonarán por unidades instaladas en las tuberías en la que se acoplen, listas para un correcto funcionamiento.

Las tuberías de fundición dúctil se medirán y abonarán por metro de tubería instalado y colocado en su ubicación definitiva en la zanja, sin incluir los movimientos de tierra ni los rellenos.

#### 2.2.18 Tuberías de pvc para drenaje

##### Definición

Formación de alcantarilla o colector con tubos de PVC colocados enterrados.

Se han considerado los siguientes tipos de tubos:

- Tubo de PVC alveolado con unión con anillo elastomérico.
- Tubo de PVC inyectado con unión encolada.
- Tubo de PVC inyectado con unión con anillo elastomérico.
- Tubo de PVC inyectado empalmados con junta mecánica.
- Tubo de PVC de formación helicoidal, autoportante, con unión con masilla.
- Tubo de PVC de formación helicoidal, para ir hormigonado, con unión con masilla.

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Comprobación del lecho de apoyo de los tubos.
- Bajada de los tubos al fondo de la zanja.
- Colocación del anillo elastomérico, en su caso.
- Unión de los tubos.
- Realización de pruebas sobre la tubería instalada.

##### Condiciones generales

El tubo seguirá las alineaciones indicadas en el proyecto., quedará a la rasante prevista y con la pendiente definida para cada tramo.

Quedarán centrados y alineados dentro de la zanja.

Los tubos se situarán sobre un lecho de apoyo, cuya composición y espesor cumplirá lo especificado en el proyecto.

La unión entre los tubos con anillo elastomérico se realizará por penetración de un extremo dentro del otro, con la interposición de un anillo de goma colocado previamente en el alojamiento adecuado del extremo de menor diámetro exterior.

La unión entre los tubos encolados o con masilla se realizará por penetración de un extremo dentro del otro, encolando previamente el extremo de menor diámetro exterior.

En los tubos empalmados con junta mecánica, se conseguirá la estanqueidad necesaria por la compresión de las juntas elastoméricas contra la superficie exterior del tubo al apretar los pernos del accesorio de unión.

La junta entre los tubos será correcta si los diámetros interiores quedan alineados. Se acepta un resalte [ 3 mm.

Las juntas serán estancas a la presión de prueba, resistirán los esfuerzos mecánicos y no producirán alteraciones apreciables en el régimen hidráulico de la tubería.

La tubería quedará protegida de los efectos de cargas exteriores, del tráfico (en su caso), inundaciones de la zanja y de las variaciones térmicas.

En caso de coincidencia de tuberías de agua potable y de saneamiento, las de agua potable pasarán por un plano superior a las de saneamiento e irán separadas tangencialmente a al menos un metro.

Una vez instalada la tubería, y antes del relleno de la zanja, quedarán realizadas satisfactoriamente las pruebas de presión interior y de estanqueidad en los tramos que especifique la Dirección Facultativa.

Por encima del tubo habrá un relleno de material compactado, que cumplirá las especificaciones de este pliego.

Distancia de la generatriz superior del tubo a la superficie:

- En zonas de tráfico rodado: /100 cm
- En zonas sin tráfico rodado: / 60 cm

Anchura de la zanja: / diámetro exterior + 50 cm

Presión de la prueba de estanqueidad: [ 1 kg/cm<sup>2</sup>

#### Condiciones del proceso de ejecución

Antes de bajar los tubos a la zanja la Dirección Facultativa podrá examinarla, rechazando los que presenten algún defecto.

Antes de la colocación de los tubos se comprobará que la rasante, la anchura, la profundidad y el nivel freático de la zanja corresponden a los especificados en el proyecto. En caso contrario se avisará a la Dirección Facultativa.

La descarga y manipulación de los tubos se hará de forma que no sufran golpes.

El fondo de la zanja estará limpio antes de bajar los tubos.

En los tubos empalmados con junta mecánica, se realizará un rebaje en el fondo de la zanja, en la zona de unión, con el fin de que el tubo descansa sobre una generatriz de su cuerpo y no sobre sus extremos.

Durante el proceso de colocación no se producirán desperfectos en la superficie del tubo. Se recomienda la suspensión del tubo por medio de bragas de cinta ancha con el recubrimiento adecuado.

Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua; por ello es aconsejable montar los tubos en sentido ascendente, asegurando el desagüe de los puntos bajos.

Los tubos se calzarán y acodarán para impedir su movimiento.

Colocados los tubos dentro de la zanja, se comprobará que su interior esté libre de elementos que puedan impedir el correcto funcionamiento del tubo (tierras, piedras, herramientas de trabajo, etc.).

En caso de interrumpirse la colocación de los tubos se evitará su obstrucción y se asegurará su desagüe. Cuando se reemprendan los trabajos se comprobará que no se haya introducido ningún cuerpo extraño en el interior de los tubos.

Para realizar la unión de los tubos no se forzarán ni deformarán sus extremos.

El lubricante que se utilice para las operaciones de unión de los tubos con anillo elastomérico no será agresivo para el material del tubo ni para el anillo elastomérico, incluso a temperaturas elevadas del efluente.

La unión entre los tubos y otros elementos de obra se realizará garantizando la no transmisión de cargas, la impermeabilidad y la adherencia con las paredes.

No se montarán tramos de más de 100 m de largo sin hacer un relleno parcial de la zanja dejando las juntas descubiertas. Este relleno cumplirá las especificaciones técnicas del relleno de la zanja.

Una vez situada la tubería en la zanja, parcialmente rellena excepto en las uniones, se realizarán las pruebas de presión interior y de estanqueidad según la normativa vigente.

Si existieran fugas apreciables durante la prueba de estanqueidad, el contratista corregirá los defectos y procederá de nuevo a hacer la prueba.

No se puede proceder al relleno de la zanja sin autorización expresa de la Dirección Facultativa.

#### Unidad y criterios de medición

Se abonará por metro lineal (ml) realmente instalado, medida según las especificaciones de la D.F., entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.

Este criterio incluye las pérdidas de material por recortes y los empalmes que se hayan efectuado, así como codos en los cambios de dirección.

Este criterio incluye los gastos asociados a la realización de las pruebas a llevar a cabo a la tubería instalada.

#### Normativa de obligado cumplimiento

PPTG-TSP-86 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones.

5.1-IC 1965 Instrucción de Carreteras. Drenaje.

5.2-IC 1990 Instrucción de Carreteras. Drenaje superficial.

UNE-EN 1401-1. Canalizaciones de PVC para saneamiento enterrado sin presión.

## 2.2.19 Tubería de PVC-O presión

### Características y especificaciones

Las especificaciones que deben cumplir los tubos y las piezas especiales que trabajan bajo presión, vienen reseñadas en la Norma UNE-EN 1452 para tubería en presión y en la UNE-EN 1401 para tubos sin presión. Realizándose, si fuera posible, las comprobaciones y verificaciones en fábrica antes del suministro a obra de la tubería.

Los diámetros nominales admisibles para tubería en presión, en mm, son:

12	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125
140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500
560	630	710	800	900	1000						

Las tolerancias dimensionales sobre:

- diámetro exterior.
- diámetro interior medio de las embocaduras.
- ovalización.
- espesor.
- longitud mínima de las embocaduras.

Se establecerán de acuerdo a lo especificado en la Norma UNE-EN 1452-2

Tanto los materiales como las características generales, geométricas y mecánicas del tubo y piezas especiales estarán conformes a la EN 1452.

Los accesorios, válvulas y equipo auxiliar para la tubería a presión, cumplirán lo especificado en las partes 3 y 4 de la UNE-EN 1452.

Los tubos a presión se marcarán según se indica en el punto 14 de la EN 1452-2. Siendo el marcado mínimo requerido el siguiente:

- Número de la Norma de sistema, EN-1452
- Nombre del fabricante y/o marca comercial
- Material
- Diámetro exterior nominal x espesor de pared
- Presión nominal PN

- Información del fabricante (Periodo fabricación y código de lugar de fabricación en el caso de que el fabricante produzca en lugares diferentes)

Las uniones de los tubos a presión podrán ser mediante:

- Embocadura para unión por encolado
- Embocadura para unión por juntas de estanquidad anulares
- Uniones por compresión (anillos de compresión, tuercas y pernos.)
- Uniones roscadas
- Uniones por bridas

Se cumplirá lo especificado en los puntos 6.6 y 6.7. de la EN 1452-2 y lo descrito en el punto 6 de la EN 1452-6.

Las juntas de estanquidad empleadas cumplirán la EN 681-1, mientras que los adhesivos empleados no tendrán efectos desfavorables sobre el tubo y no deben causar que el conjunto del ensayo no cumpla con los requisitos funcionales especificados en la EN 1452-5. Los adhesivos deben estar conformes con las normas adecuadas.

El lubricante que eventualmente se emplee en las operaciones de unión de los tubos con junta elástica no debe ser agresivo, ni para el material del tubo, ni para el anillo elastomérico.

#### Condiciones del proceso de ejecución

Se cumplirá en todo momento lo descrito en el punto 10 de la ENV 1452-6.

Antes de bajar los tubos a la zanja se examinarán, apartando y marcando los que presenten algún tipo de deterioro. Especialmente se observará el estado de los extremos.

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

Se deberá prestar atención a la realización del apoyo o base del tubo, para evitar problemas a largo plazo.

El enchufe de los tubos debe hacerse con medios que no dañen las boquillas. Deben respetarse siempre las tolerancias de enchufe y ángulo de deflexión admisible facilitado por el fabricante, debiendo además comprobarse la limpieza de las boquillas.

Además el enchufe de los tubos debe hacerse siempre “recto” y, si fuera necesario, girar posteriormente el tubo para conseguir el ángulo de deflexión. Para un enchufe correcto, se debe asegurar una buena alineación de los tubos según su eje, tanto en sentido horizontal como en vertical.

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

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

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

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

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

Se debe ir recubriendo la tubería, con la condición de dejar vistas las juntas, a medida que se va efectuando el montaje.

En general, no se deben de colocar más de cien metros de tubería sin proceder al relleno parcial de la zanja, con el fin de evitar la posible flotación de la tubería.

En el relleno de la zanja se distingue dos zonas, la baja, que alcanza una altura de 30 cm por encima de la generatriz superior del tubo y la zona alta, que corresponde al resto del relleno de la zanja hasta sus bordes superiores.

En la zona baja el relleno debe ser de material no plástico, preferentemente granular y sin materia orgánica, colocándose en capas de pequeño espesor, compactadas mecánicamente.

En la zona alta de la zanja, el relleno puede realizarse con cualquier tipo de material que no produzca daños en la tubería. Colocándose en tongadas horizontales compactadas mecánicamente.

El material de relleno, tanto para la zona alta como para la baja, puede ser, en general, procedente de la excavación de la zanja a menos que sea inadecuado, según lo indicado en los párrafos anteriores. En estos casos los materiales de relleno deben obtenerse de préstamos autorizados.

Debe de prestarse especial cuidado durante la compactación de los rellenos, de modo que no se produzcan ni movimientos ni daños en la tubería, a cuyo efecto habrán de reducirse en lo necesario el espesor de las tongadas y la potencia de la maquinaria de compactación.

Si por cualquier causa algún tubo quedase mal colocado, deberá removerse incluso el relleno de apoyo, iniciando el proceso desde esta operación.

Las zanjas se mantendrán libres de agua, adoptando los procedimientos de achique o desagüe que se consideren más oportunos.

## Condiciones de las uniones

### Junta elástica

Se cumplirá lo especificado en el punto 6.4. de la norma ENV 1452-6.

Cuando se empleen tuberías con junta elástica se comprobará que su tipo y clase se corresponden con el del tubo al que van unidos. Estarán perfectamente limpias las ranuras de su interior, al igual que las gomas, que irán exactamente colocadas en el lugar correspondiente.

Se limpiarán las superficies a unir, quitando las rebabas, marcando en el extremo macho la distancia de profundidad de penetración.

Se aplicará el lubricante recomendado por el fabricante sólo sobre el extremo macho.

Se alinearán los tubos a unir evitando que el extremo macho se introduzca en ángulo oblicuo, empujando este extremo hasta la marca de profundidad de penetración.

### Junta encolada

Los adhesivos y las operaciones de unión cumplirán las condiciones establecidas en el punto 6.3. de la norma ENV 1452-6.

Los extremos macho y hembra a unir se limpiarán cuidadosamente utilizando un líquido limpiador recomendado por el fabricante.

Una vez secadas al aire las zonas limpiadas se aplica el adhesivo con la ayuda de una brocha aplicándolo siempre en el sentido longitudinal del tubo. El adhesivo se aplicará primero en la hembra en una longitud igual a la del abocardado, partiendo desde el fondo del mismo hacia el extremo; después se aplicará en el macho, también en una longitud igual a la profundidad del abocardado, que previamente se habrá marcado.

Se introduce el macho en la hembra hasta el fondo, evitando cualquier movimiento de giro o inclinación oblicua.

Se debe mantener inmóvil la unión durante unos segundos.

El adhesivo sobrante se limpia con un trapo o papel absorbente. Dada la imposibilidad de limpiar el adhesivo acumulado en el interior, hay que evitar un exceso de éste. En caso de que se hubiera derramado adhesivo en el fondo de la zanja, se debe retirar la tierra e impedir que entre en contacto con el tubo de PVC.

El tiempo entre aplicación del adhesivo y ensamblaje deberá ser el menor posible.

Salvo indicación expresa del fabricante las canalizaciones encoladas no deben ser manipuladas antes de que transcurra como mínimo una hora después del encolado.

### Prueba de presión de la tubería instalada

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

manómetros deberán ser colocados de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

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

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

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

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

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

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

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

Se toma la presión de inicio (en el punto más bajo y el más alto) con sendos manómetros de precisión de décimas de kg/cm<sup>2</sup>. Al menos uno de los manómetros deberá ser digital para poder volcar los datos registrados en una aplicación informática.

Se deja transcurrir 1 hora.

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

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

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

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

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

La empresa de control de calidad externa dispondrá, para la realización de las pruebas, de un manómetro digital con certificado de calibración en vigor emitido por

organismo autorizado. En los informes de las pruebas se deberá incluir un listado de presiones cada segundo durante los 60 minutos que dura la prueba junto a una gráfica de la curva de caída de presión.

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

#### Unidad y criterios de medición

Se abonará por metro lineal (ml) realmente instalado, medida según las especificaciones de la D.F., entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.

Este criterio incluye las pérdidas de material por recortes y los empalmes que se hayan efectuado, así como, codos en los cambios de dirección.

Este criterio incluye los gastos asociados a la realización de las pruebas a llevar a cabo a la tubería instalada.

### 2.2.20 Tuberías de acero galvanizado

#### Definiciones

Tubos de acero soldado son los obtenidos por soldadura a partir de un fleje de acero, de ancho igual o ligeramente superior al perímetro de la sección del tubo a obtener. La soldadura puede ser a solape o a tope.

Presión de rotura (Pr), es la presión hidráulica interior que produce una tracción circunferencial en el tubo igual a la tensión de rotura a tracción mínima garantizada, fs, del material de que está fabricado. Se determina mediante la siguiente fórmula:

Donde,

- P Presión de rotura, en kg/mm<sup>2</sup>
- e Espesor de la pared del tubo, en mm
- D Diámetro interior, en mm
- f Tensión de rotura a tracción, mínima garantizada por el fabricante en kg/mm<sup>2</sup>

Presión máxima de trabajo (Pt). Es la máxima presión hidráulica interior a la que puede estar sometido el tubo en servicio. Deberá cumplirse la condición:

$$Pt = 0,25 Pr$$

Presión normalizada (Pn), también llamada presión de timbraje en los tubos fabricados en serie, es la presión con arreglo a la cual se clasifican los tubos, se prueban y se timbran. En todo caso, se cumplirá la siguiente relación:

$$Pn / Pt = 1,2$$

### Condiciones generales

a) Diámetros de los tubos

Los diámetros nominales (DN) de los tubos se ajustarán a los siguientes valores, expresados en pulgadas:

DN: 2"; 3"; 4"; 5"; 6".

b) Espesores (UNE 10255 L2)

Los espesores mínimos (ver cuadro 1) serán tales que el coeficiente de seguridad obtenido entre la presión de rotura ( $P_r$ ) y la presión máxima de trabajo ( $P_t$ ) verifique:  $P_r / P_t \geq 4$

Cuadro 1.- Tubos de acero soldado

Diámetro Nominal (DN) (pulgadas)	Diámetro exterior (mm)	Espesor (mm)	Presión rotura ( $P_r$ ) (MPa)	Presión Trabajo ( $P_t$ ) (MPa)	Presión Nominal ( $P_n$ ) (MPa)
2	59,6	2,9	-	-	-
3	88,9	3,2	23,7	5,9	7,1
4	114,3	3,6	20,8	5,2	6,2
5	139,7	3,6	17,0	4,2	5,1
6	165,1	3,6	14,4	3,6	4,3

c) Tolerancias

Las tolerancias admitidas en los tubos de acero soldado sin revestir se especifican en el cuadro 2.

Cuadro 2.- Tolerancias

Concepto	Diámetro Nominal	Tolerancias	
		Soldado a solape	Electrosoldado
Peso	< 350 mm	$\pm 5 \%$	-2,5 % + 10 %
Espesor	< 350 mm	+ 10 %	- 5 % + 10 %
Diámetro exterior	c200 mm	$\pm 1 \%$ con un máximo de 0,8 mm	

d) Marcado

Todos los tubos llevarán grabados de forma indeleble las marcas siguientes:

1. Marca del fabricante
2. Diámetro nominal
3. Presión normalizada

4. Año de fabricación y número de identificación que permita conocer los controles a que ha sido sometido el lote a que pertenece el tubo.
5. Norma UNE que cumple.

#### Materiales

El acero empleado en la fabricación de tubos y piezas especiales será dulce y perfectamente soldable. Las características mecánicas y composición química, a garantizar para el acero serán las de los cuadros 3 y 4.

**Cuadro 3.- Requerimientos químicos del acero grado A**  
 (Composición máxima en %)

C	Mn	P	S	Cu*	Ni*	Cr*	Mo*	V*
0,25	0,95	0,05	0,06	0,40	0,40	0,40	0,15	0,08

**Cuadro 4.- Características mecánicas del acero grado A**

Tensión min. Rotura a tracción kg/mm <sup>2</sup>	Límite elástico mínimo kg/mm <sup>2</sup>	Alargamiento de rotura mínimo %
33	20,5	26

El ensayo de tracción se realizará según lo especificado en el apartado 2.12 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua, del MOPT. 2.10.4.-

#### Fabricación

##### a) Generalidades

Los tubos, uniones y piezas deberán estar perfectamente terminados, limpios, sin grietas, pajas, etc, ni cualquier otro defecto de superficie. Los tubos serán rectos y cilíndricos dentro de las tolerancias admitidas en el apartado 2.12.2. Sus bordes extremos estarán perfectamente limpios y a escuadra con el eje del tubo y la superficie interior perfectamente lisa. Los tubos o piezas cuyos defectos sean corregibles, sólo podrán separarse con la previa aprobación del Director.

##### b) Protección

Todos los tubos y piezas de acero estarán protegidos, interior y exteriormente, contra la corrosión mediante galvanización en caliente por inmersión en baño de zinc líquido. A este respecto serán de aplicación las normas UNE 37-505-75 y la DIN 2444 sobre galvanizado de tubos de acero.

Las características que servirán de criterio para establecer la calidad del recubrimiento galvanizado en caliente serán:

- \* el aspecto superficial deberá ser liso, no presentando ninguna discontinuidad en la capa de zinc, con un aspecto continuo y cerrado. Son inadmisibles perlas y rebabas de zinc, así como residuos no metálicos.
- \* la adherencia deberá ser tal que resista los esfuerzos mecánicos corrientes durante su transporte y mecanizado. Se controlará mediante ensayos de doblado hasta DN 80 mm y de aplastamiento para diámetros mayores. El recubrimiento no deberá presentar exfoliaciones apreciables a simple vista.
- \* el peso del recubrimiento por unidad de superficie, expresado en gramos de zinc por metro cuadrado de superficie del tubo, interior más exterior, no será inferior Q a cuatrocientos (400) g/m<sup>2</sup> equivalente a un espesor total de capa, interior más exterior, de cincuenta y seis con cuatro (56,4) µm.

c) Control de calidad de los materiales

La finalidad de este control es verificar las características de los materiales especificadas en este Pliego. El fabricante llevará a cabo, a su costa, el control de calidad de los materiales, para lo cual dispondrá de los medios necesarios y llevará un registro de resultados que en todo momento estará a disposición del Director de las obras.

d) Control de la fabricación

Se establece como obligatorio el control de calidad de la fabricación de los tubos. Las pruebas de soldadura se realizarán de acuerdo con el apartado 2.13 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua, del MOPT.

Pruebas de recepción

Las pruebas y verificaciones de recepción se ejecutarán previamente a la aplicación del revestimiento de protección sobre el tubo.

Se realizarán, con carácter obligatorio las pruebas de recepción siguientes:

- Comprobación del aspecto
- Comprobación geométrica
- Prueba de estanquidad
- Pruebas de rotura por presión hidráulica interior sobre un tubo de cada lote.
- Ensayo de tracción sobre testigos del material
- Prueba de soldadura sobre testigos del material o sobre el tubo.

El muestreo, las pruebas y ensayos de recepción se realizarán de acuerdo con lo especificado en el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Aguas" del MOPT.

Juntas

a) Generalidades

Los tubos de acero galvanizado de  $\varnothing$  3" hasta  $\varnothing$  6" tendrán los extremos lisos y se unirán entre sí mediante soldadura continúa por arco voltaico que, una vez ejecutada, se protegerá de la actuación del medio ambiente mediante pintura epoxi que pueda aplicarse directamente después de limpiar previamente el cordón de soldadura.

Los tubos de  $\varnothing$  2" vendrán con sus extremos roscados para poderse unir mediante anillas roscadas galvanizadas salvo en las partes mecanizadas.

En los cambios de dirección en que sea preciso instalar codos de 1/4 y 1/8 se utilizarán curvas galvanizadas que se soldarán a los tubos. En los cambios de dirección 1/16 y 1/32 se pueden realizar en la propia tubería mediante los correspondientes cortes y soldaduras o bien mediante doblado.

Las Tés se podrán fabricar realizando un corte de proyección circular en el tubo del que se va a derivar y soldando exteriormente el tubo que nace habiendo preparado previamente su boquilla para que acople sin introducirse en el otro tubo.

El Director, previas las pruebas y ensayos que juzgue oportunos, podrá comprobar en todo momento la correspondencia entre el suministro y montaje y la proposición aceptada.

b) Condiciones que deben cumplir las uniones

Las uniones soldadas deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Resistir los esfuerzos mecánicos sin debilitar la resistencia de los tubos.
- No producir alteraciones apreciables en el régimen hidráulico de la tubería.
- Durabilidad de los elementos que la componen ante las acciones agresivas exteriores e interiores.
- Estanquidad suficiente de la unión a la presión de prueba, o presión normalizada ( $P_n$ ).
- Estanquidad de la unión contra eventuales infiltraciones desde el exterior.

Piezas especiales

Las piezas especiales se construirán en taller por soldadura, siendo las válvulas y demás elementos hidromecánicos de fundición dúctil.

Transporte y almacenamiento

Los tubos que hayan sufrido deterioros durante el transporte, carga, descarga y almacenamiento, o presentan defectos no apreciados en la recepción en fábrica, en su caso, serán rechazados.

Los tubos se transportarán sobre cunas de madera que garanticen la inmovilidad transversal y longitudinal de la carga, así como la adecuada sujeción de los tubos apilados, que no estarán directamente en contacto entre sí, sino a través de elementos elásticos, como madera, gomas o sogas. 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. Será de aplicación el apartado 10.1, "Transporte y manipulación", del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua, del MOPT.

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

#### Inspección de soldaduras

La inspección de soldadura se realizará mediante inspección visual y por medio de ensayo de líquidos penetrantes, éste último recogido en la norma UNE-EN ISO 3452. Estos ensayos son de tipología no destructiva con el que se consigue detectar imperfecciones superficiales en materiales no porosos, tanto en materiales metálicos como en materiales no metálicos.

Consiste en la aplicación de un líquido de gran poder humectante sobre la superficie del material a ensayar y gracias al efecto de la capilaridad, éste penetrará en las discontinuidades existentes.

Finalmente, el sobrante que resta sobre la superficie será retirado mediante un sistema de limpieza adecuado y la posterior aplicación de un revelador será capaz de volver a extraer el líquido que antes quedó atrapado en las discontinuidades, mostrando la localización de las mismas.

#### Informe del ensayo de soldadura

A la hora de realizar los ensayos en los cordones de soldadura, se ha de realizar un informe que contenga la siguiente información:

#### Información sobre la pieza examinada:

- Designación
- Dimensiones
- Material
- Estado de la superficie
- Fase de producción
- Propósito del ensayo
- Designación del sistema de penetrante empleado, dando el nombre del fabricante y del producto, así como el número de lote.
- Instrucciones del ensayo
- Desviaciones (de haberlas) con relación a las instrucciones de ensayo
- Resultados del ensayo (descripción de las discontinuidades detectadas)
- Lugar y fecha del ensayo, nombre del operador
- Nombre, estado de la cualificación y firma del supervisor.

A continuación, se presenta un modelo de formulario para informe del ensayo extraído de la norma UNE-EN ISO 3452.

Ilustración 1: Modelo de informe de ensayo por líquidos penetrantes. Fuente: Norma UNE-EN ISO 3452.

#### Unidad y criterios de medición

Se abonarán por metro de tubería instalada, incluyendo parte proporcional de soldaduras y piezas especiales.

### 2.2.21 Tuberías de acero inoxidable

#### Condiciones de los materiales

El acero se define como una aleación de acero con un mínimo del 10 al 12 % de cromo contenido en masa. Otros metales que puede contener son, por ejemplo, el molibdeno y el níquel.

El acero inoxidable es un acero de elevada resistencia a la corrosión, dado que el cromo, u otros materiales aleantes que contiene, poseen gran afinidad por el oxígeno y reacciona con él formando una capa pasivadora, evitando así la corrosión del hierro.

Los aceros inoxidables se clasifican, según su estructura cristalina, (Norma AISI) en:

- Aceros martensíticos.
- Aceros ferríticos.
- Aceros austeníticos.
- Aceros austenoferríticos.

Sobre la base de un determinado grado; AISI 420, para los martensíticos; AISI 430 para los ferríticos, AISI 304 Y AISI 316 para los austeníticos y para los austenoferríticos: AISI 201 Y AISI 202; modificando uno o varios elementos de aleación obtenemos distintos grados dentro del mismo grupo aptos para mejorar algunas propiedades y/o usos.

GRADO	304	304L	316	316L	316Ti	310	301	321	201	202	430	410
<b>CARBONO (C) max.</b>	0.08	0.035*	0.08	0.035*	0.08	0.25	0.08	0.08	0.10	0.07	0.12	0.15
<b>MANGANESO (Mn) max.</b>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	9.25	7.2	1.00	1.00
<b>FOSFORO (P) max.</b>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.045	0.04	0.045	0.085	0.05	0.04	0.04
<b>AZUFRE (S) max.</b>	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	0.07	0.03	0.03
<b>SILICIO (Si) max.</b>	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	1.50	0.75	1.00	0.38	0.35	1.00	1
<b>CROMO (Cr) max.</b>	18.0 a 20.0	18.0 a 20.0	16.0 a 18.0	16.0 a 18.0	18.0 a 20.0	24 a 26	17.0 a 20.0	17 a 19	15 a 17	16a 18	16 a 18	11.5 a 13,5
<b>NIQUEL (Ni)</b>	8.0 a 11.0	8.0 a 13.0	10.0 a 14.0	10.0 a 15.0	11.0 a 14.0	19 a 22	9.0 a 13.0	9 a 12	1.0 a 1.50	4 a 6	----	----
<b>MOLIBDENO (Mo)</b>	----	----	2.0 a 3.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	----	----	----	----	----	----	----
<b>OTROS ELEMENTOS</b>	----	----	----	----	----	----	Ti = 5xC mín. y 0.70 max.	Ti=5x %c	Cu=1.7 N=0.13	Cu=1.7 N=0.08	----	----

Composición química (%) de los aceros más utilizados

Tipo de aplicación del acero austenítico serie 300

### AISI 316

Piezas que demandan alta resistencia a la corrosión localizada. Equipos utilizados en las industrias químicas, farmacéuticas, textil, petrolera; diversas piezas y componentes de construcción naval; equipos criogénicos, equipos de procesamiento de película fotográfica; instrumentos quirúrgicos.

### AISI 316 L

Piezas que demandan alta resistencia a la corrosión localizada; industrias química, farmacéutica, textil y petrolera, papel, celulosa, caucho, nylon; piezas de válvulas, tanques, agitadores, bombas...

Accesorios

### Curvas

- Calidad: AISI-316 L
- Dimensiones: DIN-2.605

- Espesores: s/ espesores tubo

#### Tés y tés reducidas

- Calidad: AISI-316 L
- Dimensiones: DIN-2.615
- Espesores: s/ tubo

#### Reducciones

- Calidad: AISI-316 L
- Dimensiones: DIN-2.616
- Espesores: s/ tubo

#### Bridas

- Calidad: AISI-316 L
- Dimensiones: DIN-2.615
- Presión nominal: PN-16
- Fabricación: s/ DIN-2519

#### Juntas

- Material: EPDM
- Fabricación: UNE 681-1/WA/WC/70

#### Tornillos

- Tipo: Cabeza hexagonal
- Calidad: AISI-304
- Dimensiones: EN-24017
- Suministro: DIN-267

#### Tuercas

- Tipo: Cabeza hexagonal, rosca métrica
- Calidad: AISI-304
- Dimensiones: EN-24032 y EN 28673

#### Condiciones de la ejecución

En el momento de efectuar el replanteo:

- Se prestará especial atención a las distintas máximas y mínimas para su correcto funcionamiento.
- Se respetarán las distancias máximas de los espaciadores.
- Se respetarán los medios de soporte homologados.
- Se efectuarán las pruebas de presión reglamentarias observando y corrigiendo las fugas si las hubiera sustituyendo el tramo, realizando de nuevo la soldadura.

Las tuberías llevarán inscritas, a lo largo en su exterior, la marca de referencia del fabricante que incluirá, además, si no las tuviera, las siguientes características: diámetro nominal, norma de fabricación, nº de colada.

Para la instalación de las tuberías se procederá a las operaciones de corte y limpieza interior conforme a los procedimientos establecidos por el fabricante.

Las operaciones de curvado se realizarán con el equipo hidráulico recomendado por el fabricante y las lonetas adecuados. El radio de curvatura será  $R > 2,5 \times D$ . El doblado de los tubos deberá hacerse siempre antes de conectar cualquier accesorio. Se rechazarán todos los tubos con signos visibles de estrechamiento.

El corte de los tubos deberá hacerse siempre con sierra bien sea eléctrica o manual, no pudiendo emplearse nunca cortatubos de rueda, para impedir la formación de rebabas. Todos los cortes se realizarán en ángulo recto y una vez realizado deberá ser desbarbado y pulido.

Para las unions de tubería se emplearán anillos progresivos y siempre con una máquina hidráulica empleando los moldes correspondientes. Para el montaje de accesorios se deben seguir las instrucciones del fabricante a fin de reducir al mínimo los esfuerzos sobre dichos accesorios.

Los tubos se deben limpiar interiormente antes de proceder a su montaje. Para ello, después de curvar, cortar e instalar los accesorios en el tramo de tubo correspondiente, se pasará por el interior del tubo un tapón flexible que arrastre y limpie los depósitos de suciedad. Después de haber limpiado, aquellos tramos de tubería que no vayan a ser instalados de inmediato, deberán ser taponados en ambos extremos.

Las tuberías se fijarán a los paramentos o anclajes por medio de soportes estandarizados empleados en la redes hidráulicas, equipados con placas de cierre metálicas. Como norma general, la distancia máxima entre soportes no deberá ser superior a dos metros.

La tubería y sus accesorios dispondrán de certificados de Conformidad y de Materiales, según EN 10204.2.1 y EN 500493.1.B, respectivamente. Así mismo, dispondrán de Certificado (EN 10204.3.1.B) emitido por una Sociedad de Certificación acreditada y de reconocido prestigio tales como:

- American Bureau of Shipping.
- Bureau Veritas.
- Germanischer Lloyd.
- Lloyd's Register of Shipping.
- Polski Rejester- Statkow.
- Registro italiano Navale.
- Det Norske Veritas.

#### Normativa

- Especificaciones estándar para tuberías de acero inoxidable austenítico sin soldadura y soldadas para uso general ASTM A269.
- Especificaciones tuberías AISI 316 L.
- Normas tubería DIN 17457 y DIN 2463.
- Normas sobre accesorios de alta presión ISO 261.
- Normas accesorios DIN 2391, 3861, 3865, 20078.

#### Unidad y criterios de medición

Se abonará por metro lineal (m) de tubo colocado.

Este criterio incluye las pérdidas de material por recortes y los empalmes que se hayan efectuado, así como, codos en los cambios de dirección.

Este criterio incluye los gastos asociados a la realización de las pruebas a llevar a cabo a la tubería instalada.

#### Unidad y criterios de medición

En el presente proyecto, las tuberías de acero inoxidable corresponden a los colectores de aspiración e impulsión de los bombeos. Su medición u abono se llevará a cabo por unidades completamente construidas, incluyendo los tubos propiamente dichos con sus derivaciones (medidos en metros), las bridas, los codos y la parte proporcional de las piezas especiales, así como las correspondientes soldaduras.

### 2.2.22 Tubería de pvc para instalaciones eléctricas

#### Tubos flexibles de pvc

##### Definición

Tubo flexible corrugado de PVC con o sin malla metálica, de hasta 160 mm de diámetro.

Se consideraran los tubos de las siguientes resistencias:

- Grado de resistencia al choque 5
- Grado de resistencia al choque 7

##### Características Generales

Estará diseñado y construido de manera que sus característica en uso normal sean seguras y sin peligro para el usuario y su entorno.

El interior del tubo tendrá que estar exento de salientes y otros defectos que puedan dañar a los conductores o herir a instaladores o usuarios.

El diámetro nominal será el del exterior del tubo y se expresará en milímetros.

Las dimensiones cumplirán la norma EN-60423.

Grado de protección (UNE 20-324):

- |                           |        |
|---------------------------|--------|
| - Resistencia al choque 5 | IP-665 |
| - Resistencia al choque 7 | IP-667 |

Estabilidad a 60°C > 1 h

Resistencia a la llama (UNE 53-315) Autoextinguible

##### Condiciones de Suministro y Almacenaje

Suministro: En rollos.

Estarán marcados con:

- Nombre del fabricante.
- Marca de identificación de los productos.
- El marcaje será legible.
- Incluirán las instrucciones de montaje correspondientes.

Almacenamiento: En lugares protegidos contra los impactos y contra la lluvia.

Unidad y Criterios de Medición

Se abonará por metro lineal (ml) realmente instalado en la obra.

Normativa de Obligado Cumplimiento

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

UNE\_EN 50-086-95 (1) Sistemas de tubos para instalaciones eléctricas.

Tubos rígidos de pvc

Definición

Tubo rígido de PVC de hasta 200 mm de diámetro nominal, estanco y no propagador de la llama.

Se considerarán los tubos de las siguientes resistencias:

- Grado de resistencia al choque 5
- Grado de resistencia al choque 7

Características Generales

Podrá curvarse en caliente, sin que se produzca una reducción notable de su sección (MI.BT 019-2).

Estará diseñado y construido de manera que sus características en uso normal sean seguras y sin peligro para el usuario y su entorno.

Soportará bien los ambientes corrosivos y los contactos con grasas y aceites.

El interior del tubo tendrá que estar exento de salientes y otros defectos que puedan dañar a los conductores o herir a instaladores o usuarios.

El diámetro nominal será el del exterior del tubo y se expresará en milímetros.

Las dimensiones cumplirán la norma EN-60423.

Grado de protección (UNE 20-324):

- Resistencia al choque 5 IP-665

- Resistencia al choque 7 IP-667

Estabilidad a 60°C > 1 h

Resistencia a la llama (UNE 53-315) Autoextinguible

Condiciones de Suministro y Almacenaje

Suministro: En haces de tubos de longitud < 3 m.

Estarán marcados con:

- Nombre del fabricante.
- Marca de identificación de los productos.
- El marcaje será legible.
- Incluirán las instrucciones de montaje correspondientes.

Almacenamiento: En lugares protegidos de los impactos y de los rayos solares. Se situarán en posición horizontal. La altura máxima de almacenamiento será de 1,5 m.

Unidad y Criterios de Abono

Se abonará por metro lineal (ml) realmente instalado en la obra.

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

UNE\_EN 50-086-95 (1) Sistemas de tubos para instalaciones eléctricas.

### 2.2.23 Bombas de impulsión

Se presentan a continuación las características técnicas de las bombas y sus motores que se proyecta instalar, así como sus curvas características, tanto en la EBAP Los Polvillos como en la EDAM.

#### **Bomba EBAP Los Polvillos**

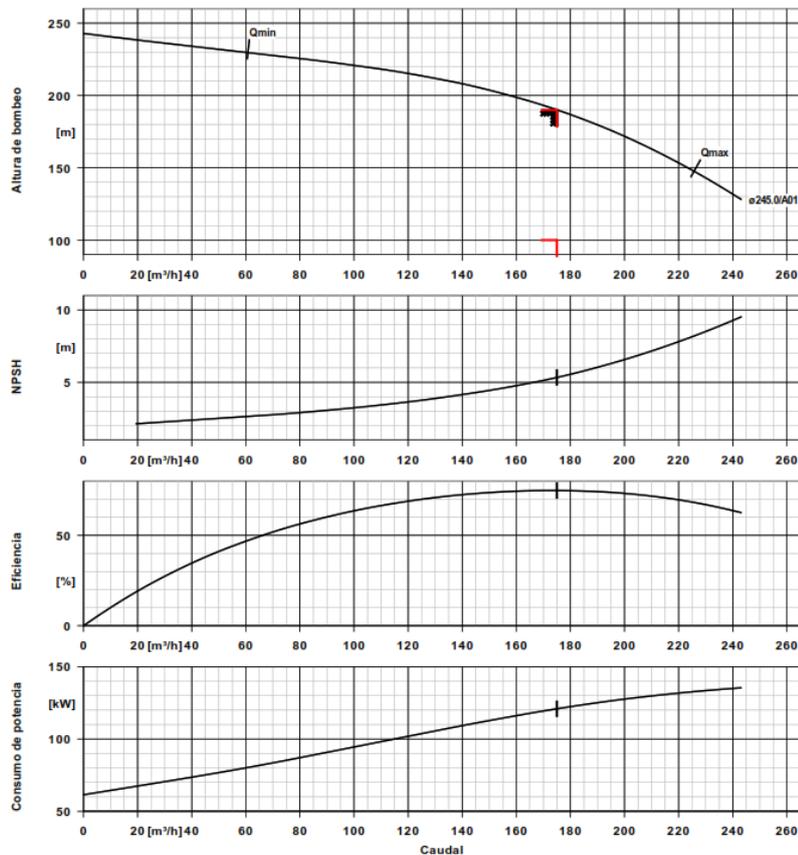
Características técnicas y condiciones de funcionamiento sin variador de frecuencia (EBAP Los Polvillos).

Bomba		
Tipo	-	Horizontal
Caudal bombeo requerido	m <sup>3</sup> /h	175,00
Altura de bombeo para Q=0	m	242,95
Velocidad de rotación de la bomba	r.p.m	2.827
Potencia máxima de curva	kW	135,46
Caudal	Máximo admisible	225,70
	Mínimo permitido para funcionamiento de corta duración	m <sup>3</sup> /h 43,40
	Mínimo permitido para funcionamiento continuo	60,76
Presión	Permitida de trabajo	Bar 40,00
	De descarga	18,61

Bomba		
	En el punto Q=0	23,78
Absorción de potencia	kW	120,90
Eficiencia	%	74,80
NPSH requerido (cumple)	m	5,33

**Características técnicas del motor (EBAP Los Polvillos).**

Motor		
Potencia dimensionada P2	kW	160
Reserva disponible	%	32,34
Voltaje de régimen	V	400
Corriente de régimen	A	265,00
Relación de la corriente de arranque	-	7,8
Frecuencia (Diseñado para trabajar con variador de frecuencia)	Hz	50
Rendimiento del motor a plena carga	%	95,6
Coseno de phi a plena carga	-	0,92
Velocidad nominal	r.p.m	2.987



## **Bomba EDAM**

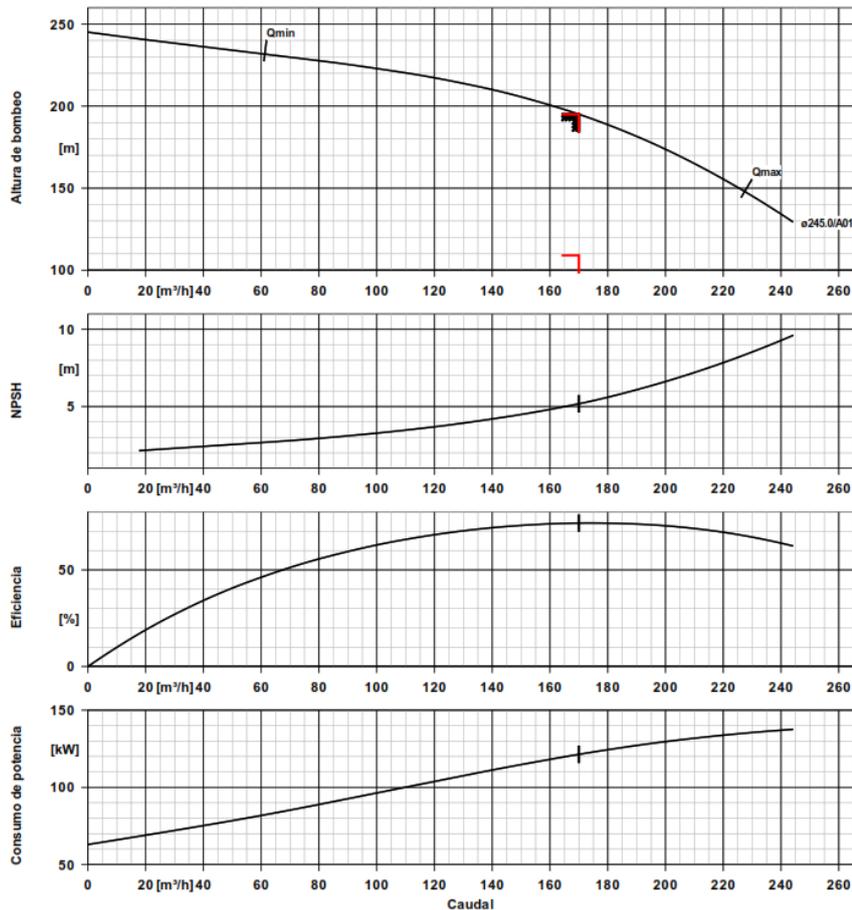
### **Características técnicas y condiciones de funcionamiento sin variador de frecuencia (EDAM).**

<b>Bomba</b>		
Tipo	-	Horizontal
Caudal bombeo requerido	m <sup>3</sup> /h	170,00
Altura de bombeo para Q=0	m	245,11
Velocidad de rotación de la bomba	r.p.m	2.842
Potencia máxima de curva	kW	137,62
Caudal	Máximo admisible	227,41
	Mínimo permitido para funcionamiento de corta duración	43,73
	Mínimo permitido para funcionamiento continuo	61,23
Presión	Permitida de trabajo	57,30
	De descarga	19,09
	En el punto Q=0	23,99
Potencia máxima de la curva	kW	137,62
Absorción de potencia	kW	121,36
Eficiencia	%	74,30
NPSH requerido (cumple)	m	5,18

Las características técnicas del motor son:

### **Características técnicas del motor.**

<b>Motor</b>		
Potencia dimensionada P2	kW	160
Reserva disponible	%	31,84
Voltaje de régimen	V	400
Corriente de régimen	A	265,00
Relación de la corriente de arranque	-	7,8
Frecuencia (Diseñado para trabajar con variador de frecuencia)	Hz	50
Rendimiento del motor a plena carga	%	95,6
Coseno de phi a plena carga	-	0,92
Velocidad nominal	r.p.m	2.987



### Unidad y criterios de medición

Se medirán y abonarán por unidades completamente instaladas con todas sus conexiones hidráulicas y eléctricas, en condiciones de pleno funcionamiento y probadas.

### 2.2.24 Válvulas de compuerta

#### Definición

Válvula de compuerta, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, con lenteja de asiento elástico, cuerpo, tapa y compuerta de fundición dúctil GGG-50, eje de acero inoxidable AISI 420 comprimido en frío, revestimiento de pintura epoxy con espesor mínimo de 150 micras, compuerta guiada vulcanizada con caucho EPDM y con tuerca fija, con juntas tóricas lubricadas, tornillería tratada contra corrosión (cincada), embreada, con volante y tornillería incluidos, instalada.

#### Características generales

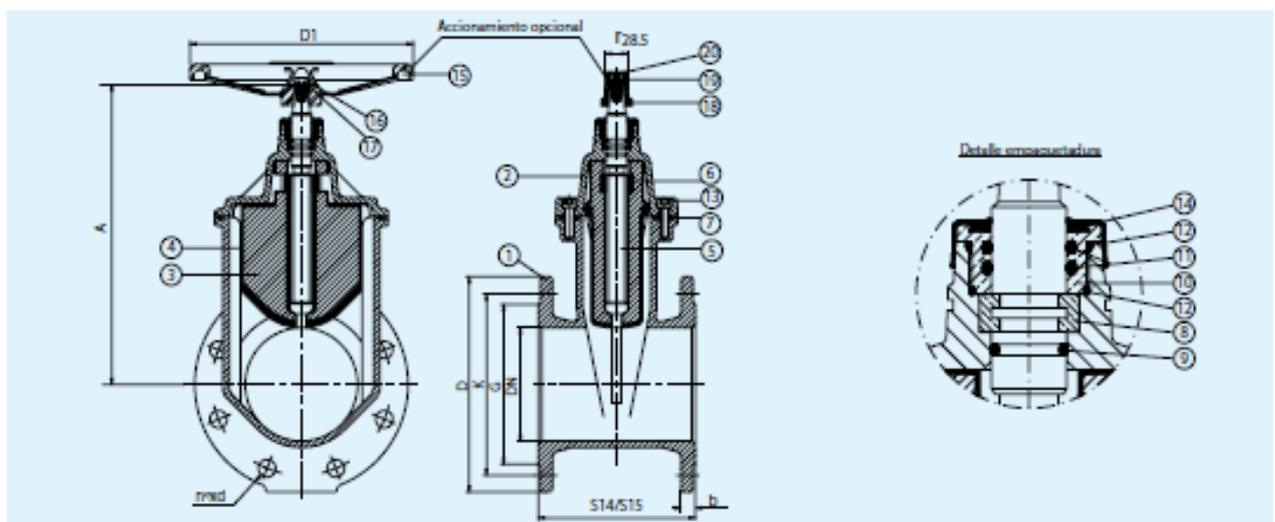
Cuerpo y tapa de fundición dúctil nodular EN-GJS-500-7 (GGG-50), recubrimiento interior y exterior de epoxy aplicado electrostáticamente. Color azul Ral 5015.

Cierre en función nodular EN-GJS-500-7 (GGG-50) totalmente revestido interior y exteriormente de EDPM. Tuerca de cierre en aleación de cobre forjado. La estanqueidad a través del eje se obtiene con tres anillos tóricos. Guardapolvos en el eje para evitar la entrada de cuerpos extraños en calidad EPDM.

Junta tapa cuerpo en EPDM. Tornillería cuerpo y tapa en acero calidad 8.8, dimensiones según 912, recubrimiento anticorrosivo y protegido mediante sellado.

La apertura estándar de la válvula se realiza en sentido contrario a las agujas del reloj.

Cuadradillo en fundición nodular GGG-50 para llave de maniobra de 30x30.



Marca	Denominación	Nº piezas	Material	Norma
1	Cuerpo	1	EN-GJS-500-7 (GGG-50)	EN 1563
2	Tapa	1	EN-GJS-500-7 (GGG-50)	EN 1563
3	Cierre	1	EN-GJS-500-7 (GGG-50)	EN 1563
4	Revestimiento de cierre	1	EPDM	EN 681-1
5	Eje	1	X20 Cr 13	EN 10080
6	Tuerca sujeción cierre	1	Aleación cobre	EN 12165
7	Junta cuerpo-tapa	1	EPDM	EN 681-1
8	Arandela de sujeción	1	Aleación cobre	EN 12165
9	Junta Tórica en eje	1	EPDM	EN 681-1
10	Tuerca prensa	1	Aleación cobre	EN 12165
11	Junta tórica tuerca prensa	2	NBR	ASTM D2000
12	Junta tór. t. prensa / tapa	2	NBR	ASTM D2000
13	Tornillo cuerpo-tapa	s/DN	Acero 8.8 (con recubrimiento GEOMET)	DIN-912
14	Guardapolvo	1	EPDM	
15	Volante	1	Acero estampado	
16	Tornillo de volante	1	X 5 CrNi 18 10	EN 10088
17	Arandela de volante	1	X 5 CrNi 18 10	EN 10088
18	Cuadradillo	1	EN-GJS-500-7 (GGG-50)	EN 1563
19	Tornillo cuadradillo	1	X 5 CrNi 18 10	EN 10088
20	Tapón cuadradillo	1	Lupolen	

El volante de la válvula será accesible. Los ejes de la válvula y de la tubería quedarán alineados.

Tanto el prensaestopas de la válvula como las conexiones con la tubería serán estancas a la presión de trabajo.

Se dejará conectada a la red correspondiente, en condiciones de funcionamiento.

La presión ejercida por el prensaestopas sobre el eje de accionamiento no impedirá la maniobra del volante con la mano.

La posición será la reflejada en el Proyecto. o, en su defecto, la indicada por la D.F.

Tolerancias de instalación: Posición:  $\pm 30$  mm

El eje de accionamiento quedará horizontal, o en cualquier posición radial por encima del plano horizontal.

La distancia entre la válvula y la pared será la necesaria para que pueda girar el cuerpo, una vez desmontado el eje de accionamiento del sistema de cierre.

Condiciones del proceso de ejecución

La estanqueidad de las uniones se conseguirá mediante las juntas adecuadas. Antes de la instalación de la válvula se limpiará el interior de los tubos.

Unidad y criterios de medición

Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones del Proyecto.

Normativa de obligado cumplimiento

La normativa será la específica al uso que se destine.

## 2.2.25 Válvulas de mariposa

Definición

Válvula de mariposa, motorizada, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, con cuerpo de fundición dúctil GGG-40 o superior, embirdada, con desmultiplicador y motor eléctrico trifásico 400 V – 50 Hz ON OFF, eje de acero inoxidable, disco concéntrico de fundición dúctil GGG-40 o superior, con junta EPDM vulcanizada y asiento de acero inoxidable, revestimiento de pintura epoxy con espesor mínimo de 250 micras, con p.p. de juntas y tornillería instalada.

Características generales

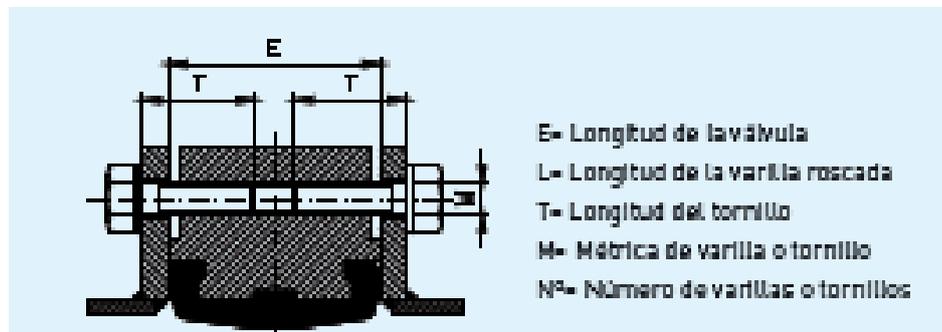
- Anillo reemplazable

- Fácil mantenimiento
- Par de rotación bajo.
- Eje centrado.
- Flujo bidireccional.
- Anillo de caucho.
- Recubrimiento anticorrosivo de epoxi Ral 5015 Azul, aplicado electrostáticamente, 200 micras de media.

Materiales:

- Cuerpo: GGG-40.
- Disco: AISI 316 L
- Eje: AISI 420
- Anillo: EPDM

Instalación en tubería:



Condiciones del proceso de ejecución

La estanqueidad de las uniones se conseguirá mediante las juntas adecuadas. Antes de la instalación de la válvula se limpiará el interior de los tubos.

Unidad y criterios de medición

Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones del Proyecto.

Normativa de obligado cumplimiento

La normativa será la específica al uso que se destine.

## 2.2.26 Válvula de mariposa sección U concéntrica

Definición

Válvula de mariposa concéntrica con junta sustituible para agua potable.

## Normas

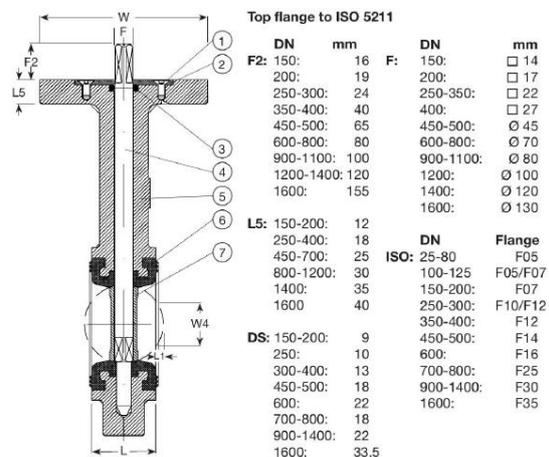
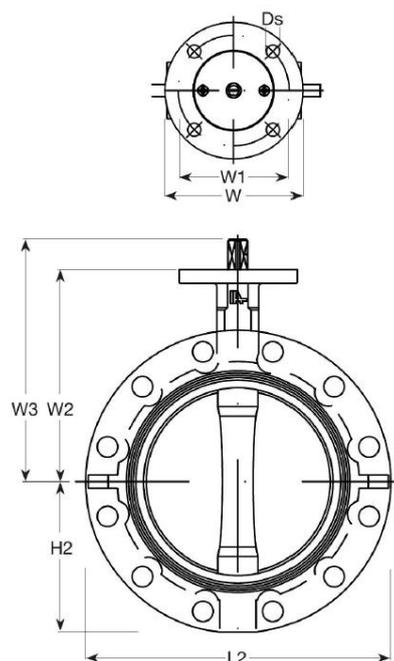
- Diseñado según EN 593
- Distancia entre caras según DIN/EN 558-1, serie 20 (k1)
- Bridas y orificios según EN 1092-2 (ISO 7005-2), PN 10/16

## Ensayos y certificados

- Prueba hidráulica según EN 12266-1, P10/P12
- Certificado según ACS Francia.
- Certificada según SVGW. Certificado No. 9901-4048
- Aprobada para aguas residuales / pruebas hidráulicas según EN 12266-1
- Aprobación según DIN-DVGW Certificado NW-6201CQ0333.

## Características

- Fundición dúctil con el cuello largo para aislamiento.
- Junta en EPDM aprobada para agua potable con caras integradas y perfil con cajera para un agarre óptimo en el cuerpo.
- Hasta DN 400 eje anti-expulsión de una sola pieza con un cuadradillo a 45° como arrastre.
- Disco de acero inoxidable resistente al ácido con el perfil de disco mecanizado y pulido, reduce la fricción entre el asiento y el disco.
- Pares de cierre bajos, permiten el uso de accionamientos menos costosos.
- Revestimiento de epoxy espesor 200 µm hasta DN 400 mm



DN	L1	W4	DN	L1	W4	DN	L1	W4
150	48	141	450	164	425	1000	383	960
200	72	194	500	182	474	1100	429	1054
250	91	240	600	218	569	1200	462	1149
300	112	290	700	257	660	1400	543	1336
350	130	330	800	304	774	1600	634	1553
400	145	377	900	337	855			

1. Tornillo	Acero inoxidable A2	5. Cuerpo	Fundición dúctil GJS-400-15
2. Arandela	Acero inoxidable A2	6. Asiento	Caucho EPDM
3. Junta tórica	Caucho NBR	7. Disco	Acero inoxidable AISI 316
4. Eje	Acero inoxidable AISI 420		

DN	Brida taladro	L (mm)	L2 (mm)	H2 (mm)	W2 (mm)	W3 (mm)	W (mm)	W1 (mm)	Peso teórico (kg)
200	PN 16	60	340	170	240	259	90	70	20

#### Unidad y criterios de medición

Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones del Proyecto.

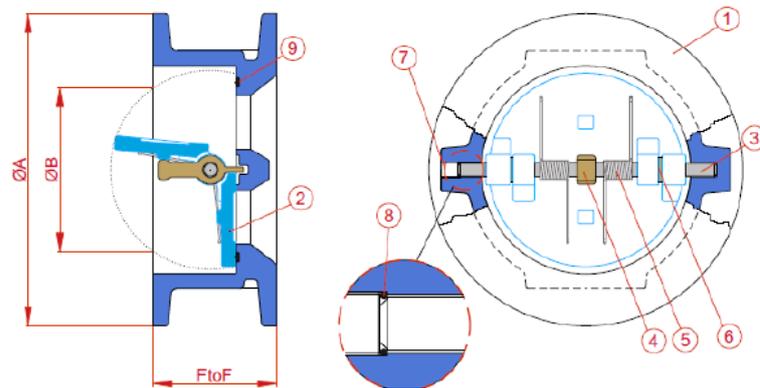
#### 2.2.27 Válvulas de retención

##### Definición

Válvula de retención, disco partido, tobera antiarriete, PN-25, con cuerpo y tapa de fundición, asiento de elastómero, eje de acero inoxidable S-316, disco de bronce y revestimiento de pintura vinílica, incluso colocación y prueba.

##### Características generales

- Paso total y mínima pérdida de agua.
- El asiento elástico permite un cierre estanco y debido a su ligero peso necesita una fuerza mínima para abrir y cerrar la válvula.
- Eje de acero inoxidable montado en la tapa lo que permite un fácil mantenimiento sin desmontar la válvula de la línea.
- Eje de acero inoxidable 1.4021 (AISI 420).
- Bisagra de acero inoxidable en DN 50-200 y fundición dúctil en DN 250-300, revestida de epoxi con certificado para agua potable.
- Junta de la tapa de caucho EPDM alojada entre el cuerpo y la tapa.
- Disco con inserción de acero completamente vulcanizado de EPDM.
- Revestimiento de epoxi según EN 14901 y DIN 3476-1, 250 µm.
- Todas las juntas y revestimientos en contacto con el agua están certificados para agua potable.
- Tetones a cada lado de la válvula que permiten instalación de manómetros, by-pass, etc



1. Cuerpo	Fundición dúctil EN-GJS-400-15 (GGG-40)	6. Arandelas	Acero inoxidable AISI304L
2. Clapetas	Acero inoxidable AISI316 (CF8M)	7. Tapón	Acero inoxidable AISI316
3. Eje	Acero inoxidable AISI316	8. Junta tórica	EPDM
4. Pieza tope/eje tope	Acero inoxidable AISI316	9. Asiento	EPDM
5. Muelles	Acero inoxidable AISI302		

Dimensiones:

DN	Brida taladro	A (mm)	B (mm)	FtoF (mm)	Kv (m <sup>3</sup> /h)	Peso teórico (kg)
150	PN 25	220	130	76	803	8,5

Condiciones del proceso de ejecución

La estanqueidad de las uniones se conseguirá mediante las juntas adecuadas. Antes de la instalación de la válvula se limpiará el interior de los tubos.

Unidad y criterios de medición

Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones del Proyecto.

Normativa de obligado cumplimiento

La normativa será la específica al uso que se destine.

## 2.2.28 Válvulas sostenedoras de presión/alivio

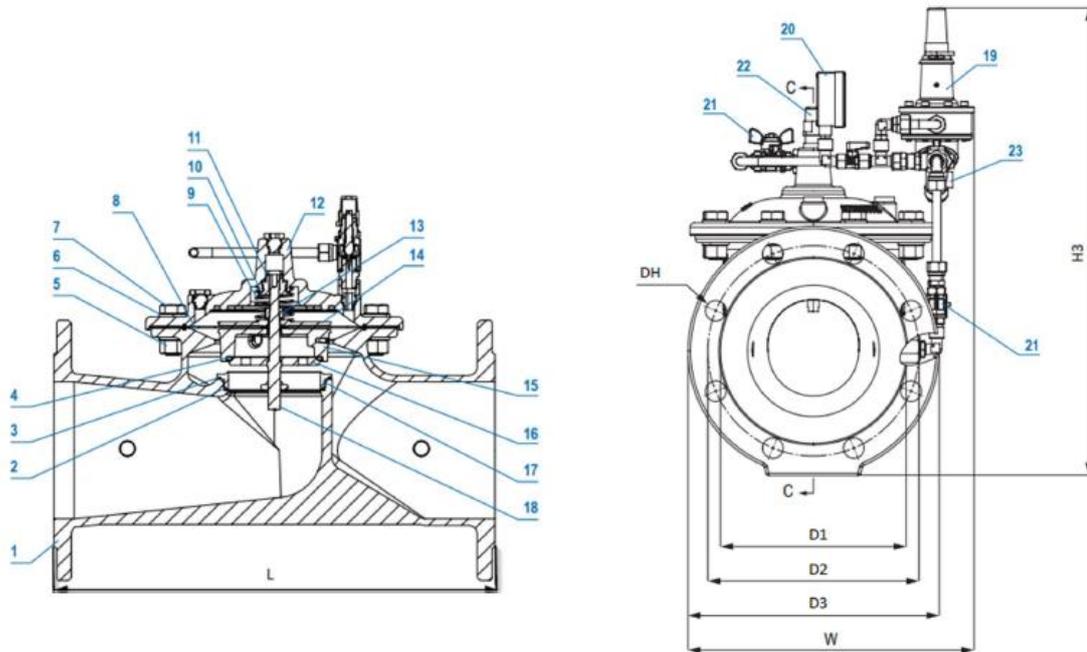
Definición

Se trata de una válvula de control automático sostenedora de presión accionada mediante diafragma que mantiene una presión mínima aguas arriba reduciendo el paso

de caudal si la presión aguas arriba cae por debajo del punto de ajuste. Ajustando la presión de tarado por encima de la presión de funcionamiento habitual, la válvula actúa como aliviadora de presión. La válvula se abre automáticamente para descargar el exceso de presión aguas arriba si excede el punto de ajuste del piloto.

#### Características generales

- El diseño del asiento elevado controla el caudal alrededor del obturador para que, en el caso de cavitación, ésta suceda con el mínimo daño lejos del asiento.
- La forma parabólica del tapón del obturador crea una característica de regulación suave con baja ganancia en las posiciones casi cerradas, lo que mejora el rendimiento de la regulación a bajo caudal.
- Cuerpo y tapa de fundición dúctil con revestimiento de epoxy por fusión, espesor de 300 µm, certificado GSK, color azul RAL 5017, según DIN 3476-1 y certificado para uso en aguas potable según WRAS-DVGW/W270/UBA.
- Todas las partes de caucho en contacto con el agua están aprobadas para uso en agua potable.
- Todas las partes internas no revestidas son de acero inoxidable o bronce.
- Una válvula de aguja instalada aguas arriba antes de la cámara, permite ajustar el tiempo de reacción de la regulación.
- El cierre de la válvula de aguja aísla la cámara y fija la posición de la válvula principal permitiendo el mantenimiento del circuito.
- Racores y accesorios en latón niquelado. Tuberías en acero inoxidable AISI 304.
- En función sostenedora, presenta el indicador visual de posición.



**Despiece:**

1. Cuerpo	Fundición dúctil GJS-500-7	13. Tuerca hexagonal	Acero inoxidable A2
2. Junta tórica	Caucho EPDM	14. Soporte diafragma	Fundición dúctil GJS-500-7
3. Junta tórica	Caucho EPDM	15. Obturador	Fundición dúctil GJS-500-7
4. Junta del obturador	Caucho EPDM	16. Tapa inferior obturador	Acero inoxidable AISI 304
5. Tuerca hexagonal	Acero inoxidable A2	17. Asiento	Acero inoxidable AISI 304
6. Arandela	Acero inoxidable AISI 304	18. Eje	Acero inoxidable AISI 304
7. Tornillos	Acero inoxidable A2	19. Piloto	Acero inoxidable
8. Diafragma	Caucho EPDM	20. Manómetro	Acero inoxidable
9. Muelle	Acero inoxidable AISI 304	21. Válvula de bola	Latón niquelado
10. Junta plana	Caucho EPDM	22. Válvula de aguja	Acero inoxidable
11. Junta plana	Caucho EPDM	23. Filtro en Y / Malla	Latón + AISI 316
12. Tapa	Fundición dúctil GJS-500-7		

Los componentes pueden ser sustituidos por materiales de clase equivalente o superior sin previo aviso.

DN	Brida taladro	Rango piloto (bar)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 teórico (kg)	Dh (mm)	W (mm)	H3 (mm)	L (mm)	Peso teórico (kg)
80	PN 16	2-15	132	160	200	19	275	460	310	24
100	PN 16	2-15	156	180	220	19	290	475	350	29
150	PN 16	2-15	211	240	285	23	330	535	480	46

**Condiciones del proceso de ejecución**

La estanqueidad de las uniones se conseguirá mediante las juntas adecuadas. Antes de la instalación de la válvula se limpiará el interior de los tubos.

**Unidad y criterios de medición**

Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones del Proyecto.

## Normativa de obligado cumplimiento

La normativa será la específica al uso que se destine.

### 2.2.29 Ventosas

#### Definición

Ventosa trifuncional con protección antiarriete, cuerpo de fundición dúctil, flotador de acero inoxidable, revestimiento de pintura epoxy, bridas, presión de trabajo hasta 2,5 MPa, incluida válvula de compuerta PN 25 y accesorios de conexionado, colocada.

Ventosa de triple efecto, cuerpo de fundición dúctil, flotador de acero inoxidable, revestimiento de pintura epoxy, embreada para una presión de trabajo de hasta 1,6 MPa, incluido válvula de corte de compuerta y piezas especiales (bridas, juntas, tornillos), colocada.

El sistema de evacuación y/o admisión de aire de la válvula funciona de forma automática y se conforma por un flotador que, directa o indirectamente, en su movimiento descendente permite la salida y entrada de aire, y en el final del ascendente impide la salida del agua mediante la junta de estanquidad al cerrar la superficie de aeración. Según su disposición en el interior del cuerpo, estos flotadores pueden ser:

- Libres: el flotador se mueve dentro del cuerpo sin restricciones en su movimiento.
- Guiados: el movimiento del flotador está limitado por un eje que lo atraviesa
- Articulados: en el caso de purgadores se puede recurrir al uso de palancas para ejercer una fuerza suficiente para vencer la creada por la presión interna en el orificio de purga.

La estanquidad se conseguirá mediante el acoplamiento de las superficies de los dos elementos que conforman el sistema por acción de la fuerza ascendente de flotación. Una de estas superficies estará situada alrededor del perímetro de la superficie de aeración o del orificio de purga y la otra estará en el flotador, en una superficie solidaria a éste o en el mecanismo articulado de cierre.

En las válvulas de aducción de aire el cierre puede estar constituido por una clapeta u obturador móvil que descansa sobre su asiento por efecto de la presión existente en el interior de la tubería y por el uso de un resorte. En caso de depresión, la clapeta se desplaza comprimiendo el resorte, permitiendo el paso del aire. Según

la/s funcione/s que realizan se pueden distinguir los diferentes tipos de válvulas de aeración que se definen a continuación:

**Purgadores:** son los que tienen como misión fundamental la eliminación de bolsas o burbujas de aire durante la explotación. Se componen de un flotador único, con cuerpo de un solo compartimento, y un orificio de purga. El flujo de purga de aire depende del diámetro del orificio de salida del aire y de la presión dentro de la conducción. Para aumentar la fuerza de apertura podrán usarse palancas simples o dobles.

**Ventosas bifuncionales:** son las que realizan las funciones de evacuación y admisión de aire. En general, están compuestas por un flotador único, con cuerpo de un solo compartimento y una superficie de aeración.

**Ventosas trifuncionales:** son las que pueden realizar, por su propio diseño, las tres funciones definidas anteriormente, evacuación, admisión y eliminación de burbujas o de bolsas de aire.

**Válvulas de aducción de aire:** por las características de la instalación se requiere un volumen de aducción de aire superior al que permite la ventosa, será necesaria la utilización adicional de válvulas con la sola función de aducción de aire para evitar el vacío. Estas válvulas están constituidas por un obturador móvil único, guiado y una única superficie de aeración.

## Cuerpo

### Diseño

Es la parte de la válvula en cuyo interior está instalado el sistema de evacuación y/o admisión de aire y de cierre.

Será registrable y abierto en su parte superior, donde se cubrirá con la tapa.

En su parte inferior estará la unión con la conducción que en general, será mediante junta de brida autorresistente. Para diámetros iguales o menores de 2" (50 mm) podrán admitirse la unión roscada.

El cuerpo podrá estar preparado para la unión con otros elementos de aeración complementarios, siempre mediante uniones normalizadas.

Interiormente el cuerpo podrá tener nervaduras con el fin de guiar al flotador en su movimiento vertical.

El cuerpo dispondrá de un orificio con cierre de llave por el exterior y unión roscada, situado aproximadamente a nivel de la máxima lámina que el agua pueda alcanzar dentro del mismo, a fin de comprobar la correcta disposición de los sistemas de evacuación y admisión de aire.

#### Materiales

El cuerpo será de uno de los siguientes materiales:

- Fundición nodular de calidades GJS-400-15, GJS-400-18, GJS-500-7 según
- UNEEN1563:2012.

#### Tapa

##### Diseño

Es el elemento de cierre entre el cuerpo y el exterior. En general, a través del orificio u orificios de aeración existentes en ella, se realiza la evacuación y admisión de aire. Según la dirección de evacuación del aire se pueden distinguir dos tipologías:

- Salida tipo seta: actúa como deflector o difusor de aire.
- Salida dirigida: dirige el flujo de aire bien hacia un lado o bien hacia abajo.

Debe existir una junta alojada entre cuerpo y tapa que proporciona la estanquidad entre los mismos.

Deberá ser desmontable para acceder a todos los mecanismos internos y poder llevar a cabo labores de mantenimiento y limpieza en caso de ser necesario. Opcionalmente podrá existir una rejilla interior de tal manera que se impida la entrada en la red de elementos externos o insectos. Esta rejilla no dificultará el flujo del aire tanto hacia el interior como hacia el exterior.

#### Materiales

La tapa será de uno de los siguientes materiales:

- Fundición nodular de calidades GJS-400-15, GJS-400-18, GJS-500-7 según UNEEN1563:2012.
- Acero inoxidable de calidades 1.4301, 1.4306, 1.4401, 1.4404 ó 1.4435 según UNEEN10088-1:2015.

La rejilla podrá ser de acero inoxidable de calidades 1.4301, 1.4401, 1.4404 según UNE-EN10088-1:2015

#### Flotador

##### Diseño

Es el elemento que mediante su movimiento vertical permite el flujo de aire e impide la salida de agua del circuito.

Los flotadores se deben diseñar para resistir la presión a la que son sometidos sin deformación remanente alguna.

En cuanto a la forma, los flotadores deben facilitar el paso del aire, minimizando la superficie de rozamiento para reducir la posibilidad de cierre cinético, existiendo formas esféricas, cilíndricas o compuestas de ambas.

En las válvulas de aducción de aire el disco obturador en su posición de cerrado impide la salida de agua.

#### Materiales

El material del flotador en contacto con agua deberá ser inalterable en este medio, al aire y al ciclo aire-agua. Igualmente será impermeable y deberá garantizar la inalterabilidad de sus propiedades físicas. El flotador será de uno de los siguientes materiales:

- Acero inoxidable de calidades 1.4301, 1.4401, 1.4404 según UNE-EN 10088-1:2015.
- Materiales plásticos: polipropileno, según UNE-EN ISO 19069-1:2015 o ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) según UNE-EN ISO 19062-1:2016.

El disco obturador de las válvulas de aducción será de uno de los siguientes materiales:

- Acero inoxidable de calidades 1.4301, 1.4401, 1.4404 según UNE-EN 10088-1:2015.
- Bronce de calidades CC491K, CC499K o latón CB754S según UNE-EN 1982:2009.

#### Sistema de estanquidad

## Diseño

La estanquidad en posición de cerrado se consigue mediante el contacto entre una junta solidaria al cuerpo interiormente y el flotador o un obturador metálico elevado por una boya. El sistema de estanquidad permitirá en todo caso la sustitución de la junta.

## Materiales

Los elastómeros en contacto con el agua en circulación serán de EPDM (Etileno-propileno-dieno) por su mayor resistencia al ozono y al envejecimiento. Deberán cumplir los requisitos para la clase de dureza 60 o 70 y ser tipo WA, para instalaciones de “suministro de agua potable fría” (para consumo humano), según lo indicado en la norma UNE-EN 681-1:1996.

## Juntas de estanquidad

### Diseño

Las juntas son dispositivos de estanquidad que deben garantizar el funcionamiento hermético de la válvula en cualquier posición y circunstancia de servicio. Se distinguen:

- Juntas tapa-cuerpo: junta que consigue la estanquidad entre estos dos elementos. En algunos casos, esta junta puede ser la misma que la del sistema de estanquidad.
- Juntas de los enlaces: serán las adecuadas al tipo de enlace y de conducción según la norma UNE-EN 1514-1:1997 para los enlaces de bridas.

## Materiales

Las juntas que forman parte de la válvula serán de alguno de los siguientes elastómeros, en ambos casos según la UNE-EN 681-1:1996 (nomenclatura según norma UNE-ISO 1629:2017):

- EPDM (Etileno-propileno-dieno).
- NBR (Caucho nitrílico).

Los elastómeros en contacto con el agua en circulación serán de EPDM por su mayor resistencia al ozono y al envejecimiento. En ambos casos deberán cumplir los requisitos para la clase de dureza 60 o 70 y ser tipo WA, para instalaciones de “suministro de agua potable fría” (para consumo humano), según lo indicado en la norma UNE-EN 681-1:1996.

## Elementos internos

### Diseño

El diseño de la válvula puede incluir una guía, normalmente un eje, para restringir el movimiento horizontal del flotador, mantenerlo bien posicionado y garantizar una correcta estanquidad en el cierre cuando el flotador se encuentra en la parte superior.

La posición más baja del flotador debe estar limitada para permitir el correcto paso del aire.

Este fin se consigue mediante topes en el eje, nervaduras interiores del cuerpo o mediante el uso de rejillas o canastas que dificulten en la menor medida posible el paso del aire.

Las válvulas de aducción precisan de un resorte que ayuda a mantener la estanquidad cuando no se necesita introducir aire en el sistema y de un eje que guíe el disco en su movimiento.

En el caso de purgadores pueden precisar del uso de un mecanismo articulado en forma de palancas para mejorar sus prestaciones a alta presión ya que multiplican el efecto de flotación del flotador.

### Materiales

Los materiales empleados deberán ser inalterables a la humedad, al cloro y al ozono. Además, deberán ser suficientemente resistentes para desempeñar su función de manera prolongada en el tiempo. Los materiales a emplear serán:

- Acero inoxidable de calidades 1.4301, 1.4401, 1.4404 según UNE-EN 10088-1:2015.
- Materiales plásticos: polipropileno, según UNE-EN ISO 19069-1:2015 o ABS según UNE-EN ISO 19062-1:2016.

### Enlaces a la conducción

#### Diseño

Los elementos de enlace a la conducción aseguran la continuidad hidráulica y mecánica de ésta. Las uniones en general serán mediante bridas, permitiendo

uniones roscadas para 2" (50mm) y 1" (25mm).

Las uniones roscadas deberán cumplir las normas UNE-EN ISO 228-1:2003, UNE-EN 10226-1:2004 o UNE-EN 10226-2:2005. Las bridas autorresistentes son uniones rígidas capaces de soportar esfuerzos de tracción.

Las bridas de enlace a la conducción y el cuerpo de la válvula conformarán una pieza única, formarán ángulo recto con el eje de circulación del fluido. Estarán taladradas y los orificios para los tornillos de unión estarán distribuidos uniformemente en un círculo concéntrico con el eje de paso y deberán cumplir la norma UNE-EN 1092-1:2019 y UNE-EN 1092- 2:1998

No se admitirán taladros roscados en ninguna de las bridas de enlace que permitan la sujeción mediante simple atornillado, ni diseños (nervios, resaltes, etc.) que dificultan la colocación y desmontaje de los tornillos y tuercas de apriete.

## Materiales

Las uniones serán del mismo material que el cuerpo de la válvula.

## Tornillería

### Diseño

La tornillería presente en una válvula de aeración se puede dividir en:

- Tornillería cuerpo-tapa: elementos de unión entre el cuerpo y la tapa de la válvula.
- Tornillería interna: elementos que forman parte de los sistemas de brazos o ejes.

### Materiales

Los tornillos serán de uno de los siguientes materiales:

- Acero inoxidable según UNE-EN 10088-1:2015, calidad 1.4301 o UNE-EN ISO 3506-1:2021, calidad A2-70.
- Acero de clase 8.8 según UNE-EN ISO 898-1:2015 con recubrimiento anticorrosivo, sólo para tornillos en el exterior del cuerpo.

## Características técnicas de las ventosas

Las válvulas se deben diseñar para temperaturas de servicio que vayan desde 0 °C (sin hielo) hasta 40 °C, y para temperaturas de almacenaje entre -20 °C y 70 °C. Para las válvulas fabricadas con materiales cuyo comportamiento mecánico dependa de la temperatura, las presiones PFA, PMA y PEA se deben establecer a 20 °C y, si fuese de aplicación, el fabricante y/o las Normas de producto deben proporcionar un factor de reducción (tabla temperatura/presión) para temperaturas más elevadas.

El diseño de la válvula debe cumplir todas las exigencias de las normas UNE-EN 1074- 1:2001 y UNE-EN 1074-4:2001.

La superficie mínima de paso del aire en cada sección será la correspondiente al círculo de diámetro DN, tal y como se indica en la tabla siguiente:

DN	50	80	100	150	200	250	300	350	400
Círculo de diámetro (mm)	50	80	100	150	200	250	300	350	400
Superficie (mm <sup>2</sup> )	1.963	5.027	7.854	17.671	31.416	49.087	70.686	96.211	125.664

Para calcular dicha sección mínima se tendrán en cuenta todas las secciones con las restricciones de paso existentes en la válvula, tales como las guías y los estrechamientos existentes en el interior del cuerpo, los ejes, la tapa, o las rejillas en caso de existir. Las ventosas vendrán definidas en todo caso por los siguientes datos:

- DN
- PN.
- Superficie mínima de paso.
- Capacidad de expulsión de aire a presión diferencial de +0,15 bar.
- Capacidad de admisión de aire a presión diferencial de -0,35 bar.
- Diámetro de purga.
- Presión diferencial a la que se produce el cierre cinético.

#### Características neumáticas

El parámetro que caracteriza a cada válvula en particular es su capacidad de aeración. La capacidad de aeración de una válvula expresa el caudal de aire que pasa por el orificio de aeración a una presión diferencial determinada que será la siguiente:

- Evacuación de aire: la presión diferencial es positiva, se recomienda limitar dicha presión a +0,15 bar (+0,015 MPa) para dimensionamiento.
- Admisión de aire: la presión diferencial es negativa, se recomienda limitar dicha presión a -0,35 bar (-0,035 MPa) para dimensionamiento.

Las capacidades mínimas (l/s) exigidas correspondientes a los valores de presión diferencial de referencia serán los señalados en la siguiente tabla:

Q. Evacuación de aire a + 0,15 bar (l/s)								
DN 25	DN 50	DN80	DN100	DN150	DN200	DN250	DN300	DN400
34	150	340	570	1.100	2.100	3.300	4.700	6.400

Q. Admisión de aire a - 0,35 bar (l/s)								
DN 25	DN 50	DN80	DN100	DN150	DN200	DN250	DN300	DN400
54	210	480	850	1.900	3.400	5.300	7.600	10.500

La característica declarada por el fabricante debe ser el caudal en función de la presión (capacidad). El fabricante deberá justificar y explicar el procedimiento para la obtención de los valores declarados.

Cuando el caudal se mida según las condiciones definidas en los apartados correspondientes de la norma UNE-EN 1074-4, no debe ser inferior al 90% del valor indicado por el fabricante, en dos puntos de la curva, siendo estos puntos indicativos del rango de utilización de la válvula y sus funciones.

El cierre cinético de la ventosa es un fenómeno que se produce cuando durante la evacuación de aire el flotador cierra la válvula antes de la llegada del agua. Esto ocurre debido a que el empuje producido por el aire llega a ser superior al peso del flotador consiguiendo elevarlo. El cierre cinético es un parámetro que dependerá principalmente del diseño de la válvula. Para evitarlo se recomienda limitar la velocidad de llenado de las conducciones de tal manera que se mantengan presiones diferenciales por debajo de 0,15

bar. En todo caso el fabricante deberá declarar, en caso de existir, la presión diferencial positiva que provocaría dicho cierre.

El bloqueo sónico se produce cuando en la admisión de aire se alcanza la velocidad del sonido, a partir del dicho valor, la velocidad y por lo tanto la cantidad de aire admitida, se mantienen constantes.

#### Características dimensionales:

Las dimensiones de las bridas de enlace a la instalación, serán conforme a las normas UNE EN1092-1:2019 y UNE-EN 1092-2:1998.

Para  $DN \leq 50$  mm, la unión se podrá realizar mediante enlace roscado. La rosca deberá ser normalizada, con rosca exterior en la válvula de aeración, según normas UNE-EN ISO 228-1:2003, UNE-EN 10226-1:2004 o UNE-EN 10226-2:2005.

El diseño interior de la válvula deberá ser tal que el área del cirulo de diámetro DN sea la menor de todas las secciones de paso.

### Protecciones

El sistema de protección definido a continuación ha de considerarse independiente de los que puedan corresponder al estudio específico de protección general de la instalación a que se incorporen las válvulas.

Todo el material de fundición nodular llevará una protección anti-corrosión interior y exterior a base de una o varias capas de pintura epoxi-poliamida conforme a lo establecido en la norma UNE-EN 14901-1:2015+A1:2021. Dicha norma determina que el espesor local mínimo debe ser superior a 200 micras, el espesor medio mínimo igual o superior a 250 micras y en las zonas designadas a continuación se admite un espesor local mínimo de 150 micras:

- Zonas de unión
- Agujeros de pernos
- Marcados autorizados
- Nervaduras
- Aristas

Previamente a la aplicación de la protección, deberán prepararse las superficies eliminando el polvo, la suciedad y aceites o materias grasas. Se recomienda el sistema de granallado para conseguir una rugosidad homogénea y un endurecimiento superficial. En cualquier caso, el sistema de preparación de superficies deberá alcanzar como mínimo el grado SA 2 1/2 según la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.

El color de la pintura epoxi será azul (PANTONE 3005, RAL 5005, RAL 5007, RAL 5010, RAL 5015, RAL 5017) cuando la válvula vaya destinada a la red de abastecimiento de agua para consumo humano y morada (PANTONE 2577, RAL 4001, RAL 4005) para válvulas destinadas a la red de agua reutilizada.

### Marcado

Toda válvula deberá estar marcada de manera visible y duradera, conforme a

lo que se dispone en la norma UNE-EN 1074-1:2001, y deberá de constar:

- DN.
- PN.
- Identificación del fabricante.
- Número de la parte aplicable de esta norma (opcional).
- Identificación de los materiales de la carcasa.
- Identificación del año de fabricación.

Para válvulas de DN < 50, solo son obligatorias las siguientes marcas:

- PN
- Identificación del fabricante.
- Número de la parte aplicable de esta norma (opcional).

La norma UNE-EN 1074-1:2001, establece además que las válvulas conformes a la misma se deben marcar según se define en la norma UNE-EN 19:2016, 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.

Y como marcados suplementarios u opcionales:

- Identificación de la colada.
- Año de fabricación.

Unidad y criterios de medición

Se medirán y abonarán por unidades realmente colocadas y probadas, incluyendo en tales unidades las válvulas de corte y la parte proporcional de piezas especiales.

## 2.2.30 Caudalímetros

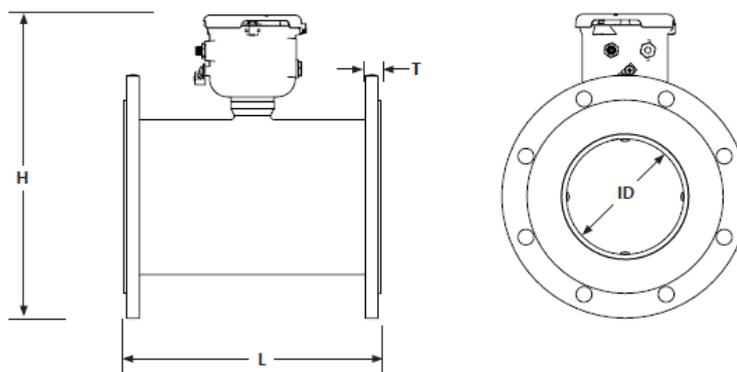
### Definición

Caudalímetro electromagnético PN 16, compuesto por sensor de medida, protección IP68, con convertidor de señal, precisión 0,25%, 24 VCC, con kit de montaje sobre pared y accesorios de conexión a tubería FD (Brida enchufe, juntas yuntaflex y tornillería), colocado probado y ajustado.

### Características generales

- Tipo de cable: Cable conductor con recubrimiento de poliuretano.
- Conductividad mínima: 20  $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Caudal mínimo: 0,5% del caudal máximo.
- Temperatura máxima de trabajo: 70°C.
- Voltaje/ Frecuencia: 9 a 36 Vdc
- Presión máxima de trabajo: 10 bar
- Longitud del cable: 6 m
- Consumo de corriente: 250 mA
- Tamaño de bridas: 80, 100, 150, 200, 250 y 300 mm.
- Temperatura mínima ambiente: -12 °C
- Máxima temperatura ambiente: 60°C
- Material de carcasa: Aluminio fundido a presión con recubrimiento en polvo
- Precisión:  $\pm 1\%$
- Grado de protección: IP68
- Materiales en contacto con el agua: 316 SS, polipropileno, EPDM.
- Señal de salida: (N) Pulso (I) Pulso + 4 a 20 Ma.
- Display: LCD.

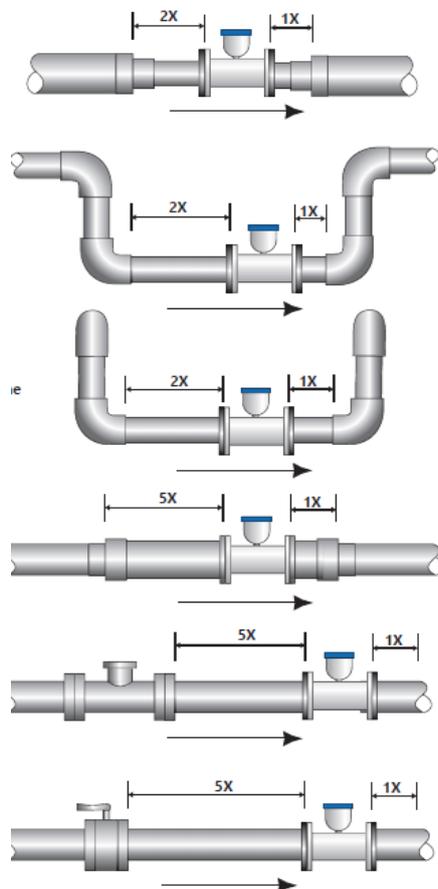
### Dimensiones y peso

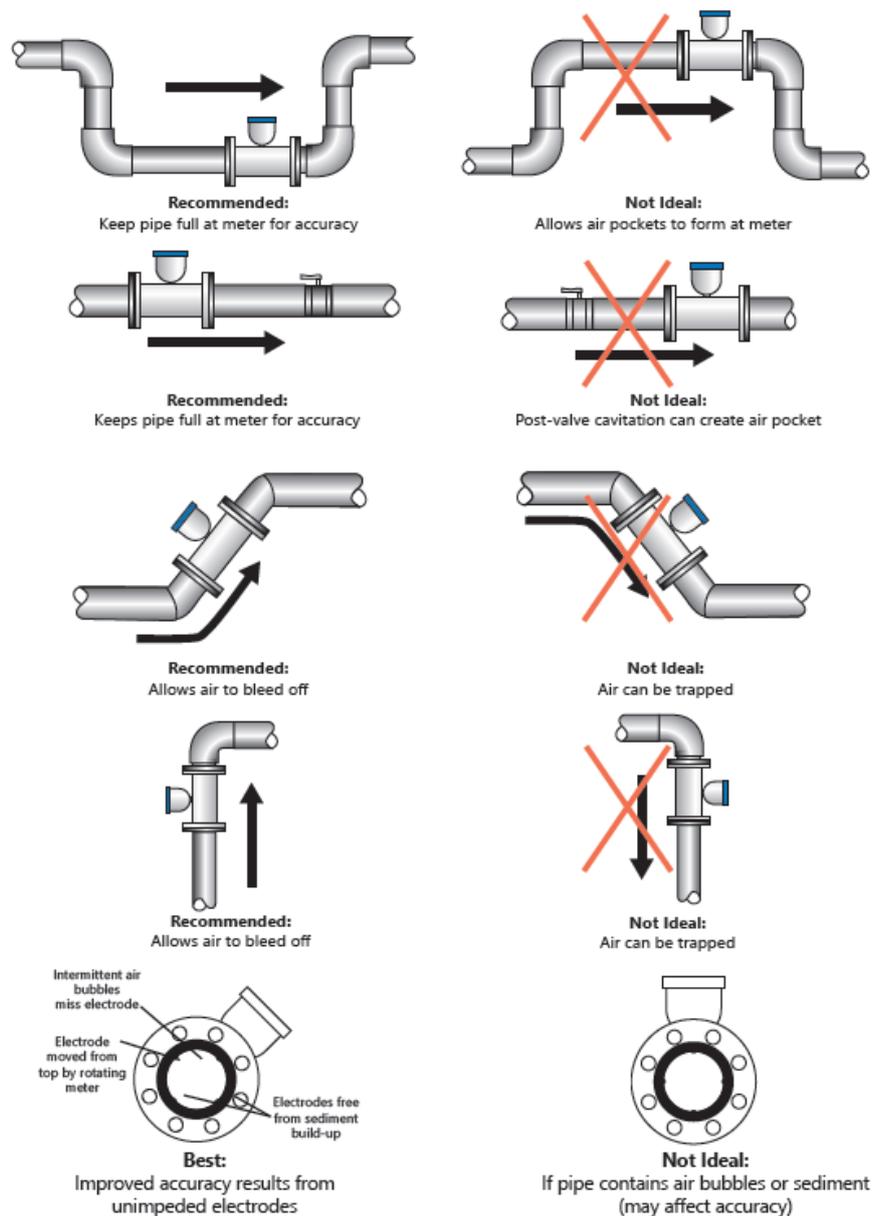


Meter Size	L		H		T		ID		Shipping Weight	
	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	lbs	Kg
2"	7.9	200	7.6	193	.62	15.7	1.76*	45*	25	11.3
3"	7.9	200	8.1	206	.62	15.7	2.68*	68*	30	13.6
4"	10.12	257	8.3	211	.62	15.7	3.12	79	33	15
6"	12.09	307	9.1	231	.69	17.5	5.05	128	49	22
8"	14.14	359	10.1	257	.69	17.5	6.44	164	70	32
10"	18.08	459	11.2	284	.69	17.5	8.61	219	130	59
12"	19.68	500	12.2	310	.81	20.6	10.55	268	170	77
<b>Flanges</b>	Standard ANSI 150 lb. drilling								Cable 1 lb.	

### Condiciones del proceso de ejecución

### Recomendaciones de instalación





Unidad y criterios de medición

Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones del Proyecto.

Normativa de obligado cumplimiento

La normativa será la específica al uso que se destine.

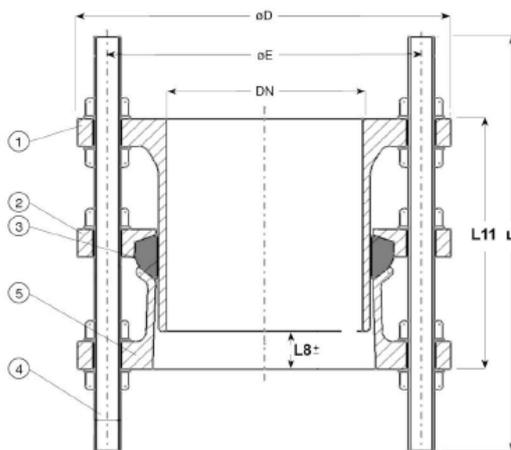
## 2.2.31 Carretes de desmontaje

### Definición

Carrete de desmontaje de fundición dúctil con bridas, de 400 mm de diámetro, 1,6 MPa, revestimiento de epoxy-poliéster, con tornillería bicromatada, instalado.

### Características generales

- Compensa el desplazamiento axial de la tubería durante la instalación y el desmontaje, ya que la función telescópica entre la virola interior y el cuerpo exterior permite el ajuste longitudinal.
- Diseño con tres bridas del mismo tamaño unidas mediante varillas y, la brida central hace la compresión de la junta.
- Tolerancia de ajuste entre  $\pm 30$  o  $\pm 40$  mm, dependiendo del tamaño del carrete.
- Bridas en fundición dúctil y brida central en acero, con revestimiento de epoxy según WIS 4-52-01.
- Varillas de acero 4.6 cincado pasivado, completas al número de taladros de las bridas.



Tie rod size		
DN	PN 10	PN 16
50	M16	M16
65	M16	M16
80	M16	M16
100	M16	M16
125	M16	M16
150	M20	M20
125	M20	M20
150	M20	M20
200	M20	M20
250	M20	M24

DN	Brida	D	E	L11	L	L8	Peso teórico
mm	Taladrado	mm	mm	mm	mm	mm	kg
50	PN10/16	165	125	200	330	30	13
65	PN10/16	185	145	200	330	30	16
80	PN10/16	200	160	200	330	30	20
100	PN10/16	220	180	200	330	30	25
125	PN10/16	250	210	200	330	30	29
150	PN10/16	285	240	200	330	30	36
200	PN10	340	295	280	430	40	52
200	PN10/16	340	295	280	430	40	56
250	PN10	405	350	280	430	40	73
250	PN10/16	405	355	280	450	40	78

#### Despiece:

1. Brida extremo	Fundición Dúctil EN-GJS-450-10	4. Varilla, tuerca y arandela	Acero gr. 4.6, cincado, pasivado
2. Brida	Acero templado	5. Brida	Fundición Dúctil EN-GJS-450-10
3. Junta	Caucho EPDM		

#### Condiciones del proceso de ejecución

Se recomienda que el apriete de la tornillería se realice siguiendo un orden de apriete de lados opuestos, es decir, según se termine el apriete de un tornillo se continuará con el contrario en vez de seguir con el contiguo.

#### Unidad y criterios de medición

Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones del Proyecto.

#### Normativa de obligado cumplimiento

La normativa será la específica al uso que se destine.

### 2.2.32 Filtro de gran capacidad

#### Definición

Filtro en "Y" cazapiedras, diámetro 400 mm, embridado, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, cuerpo y tapa de fundición, tamiz de acero inoxidable, instalado.

#### Especificaciones del producto

Se describen a continuación las prescripciones mínimas que deben cumplir los materiales objeto del presente pliego. Dichas prestaciones generales podrán ser incrementadas, de acuerdo con las necesidades específicas de la obra a ejecutar.

### Marcado y documentación

El fabricante/proveedor debe aportar también el manual de instrucciones y la hoja de características del equipo donde conste la siguiente información:

- Marca, modelo y fabricante.
- Presión máxima de trabajo (Bar).
- Grado de filtración (paso de la malla en mm).
- Gráfica estándar de pérdidas de carga con medio filtrante limpio según caudales (mca).

Adicionalmente, y con anterioridad a su instalación en obra, se deben proporcionar los datos del filtro necesarios para determinar sus requisitos de instalación:

- Tamaños de las bridas.
- Distancias entre conexiones.
- Cualquier otra información que sea relevante para su instalación satisfactoria en obra.

### Forma de operación

La filtración es producida físicamente por la retención de partículas de tamaño superior al orificio de la malla. La limpieza del cartucho se producirá manualmente tras la extracción del filtro. Se limpiará mediante agua a presión o cepillo de cerdas.

Para facilitar la limpieza del filtro en la tapa que facilita la extracción del cartucho incorporará una salida roscada, acoplamiento de T y dos válvulas de bola.

### Materiales de fabricación

Las partes del filtro que estén en contacto con el agua deberán estar fabricadas con materiales no tóxicos y deberán ser resistentes a o protegidas contra la corrosión y otras formas de degradación causadas por las condiciones de trabajo, el tipo de agua y los productos químicos utilizados en el riego agrícola. La carcasa del filtro deberá ser resistente a las condiciones ambientales.

El cuerpo del filtro será de acero al carbono, tipo S-235-JR o superior y debe recibir un tratamiento superficial tanto exterior como interior.

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 serán requisitos específicos de la obra.

El número de capas de pintura, las características de la misma, y el espesor final requerido serán requisitos específicos de la obra. La tornillería debe ser cincada/bricomatada.

### Naturaleza del fluido

El filtro debe ser apto para agua de riego.

#### Pérdida de carga máxima

Se establece que la pérdida de carga máxima admisible a caudal máximo será de 1,5 mca.

#### Condiciones específicas de la obra

Los aspectos a continuación descritos deben ser definidos de acuerdo con las necesidades específicas de la obra.

#### Tipo de filtro y dimensiones requeridas

Se fijarán requisitos relacionados con el filtro, básicamente diámetros de sus conexiones y distancias entre las mismas, cuando la obra hidráulica haya sido ejecutada previamente a la especificación del filtro.

Se especificarán si son requeridos picajes y conexiones a tomas manométricas, ventosa o purgador en la tapa.

#### Medio filtrante

Deben definirse los requisitos de la obra en cuanto a las características requeridas para el medio filtrante. Para especificar el filtro requerido, será necesario especificar lo siguiente:

- Material del elemento filtrante: malla de acero inoxidable AISI304 o superior, malla de poliamida o cualquier otra tecnología empleada para el medio filtrante.
- Luz o paso de la malla necesaria: definida en función del tamaño mínimo de las partículas a filtrar. Los pasos de malla serán habitualmente de 2 a 4mm en sistemas de riego por aspersión y de 125 µm para riego por goteo, pudiendo incrementar el grado de filtrado solicitado siempre y cuando existan productos en el mercado que cumplan con esta condición.

#### Pérdida de carga máxima

Al caudal nominal y al caudal máximo, y para el paso de la malla especificado, se les asociarán unas pérdidas de carga cuando se encuentre totalmente limpio. Puede establecerse una pérdida de carga máxima admisible para estas situaciones, que mejore la definida en el apartado 0 Pérdida de carga máxima, atendiendo al diseño hidráulico de la instalación donde el filtro debe ser instalado.

#### Presiones

Se especificará la presión de trabajo de la instalación para asegurar que el filtro seleccionado es apto para funcionar a dicha presión y fijando su presión nominal en la normalizada inmediatamente superior. El valor de la presión de trabajo dependerá exclusivamente de la obra, mientras que la presión de diseño se ajustará a valores normalizados (PN6, PN10 o PN16).

Todas las presiones se expresarán en Bar.

#### Acabados

Esta sección define los requisitos específicos de la obra para los acabados del cuerpo del filtro. Se incluirán aquí las especificaciones que:

- incrementen el grado de chorreo interno o externo requerido, establecido en Sa2½.
- incrementen el espesor requerido para la pintura epoxi, ya sea en el exterior y/o en el interior del cuerpo.
- definan el tipo de pintura epoxi a utilizar en cada caso (alimentaria, poliuretano, poliéster, otro).
- incrementen las prestaciones de la tornillería a acero inoxidable.

#### 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.

#### 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.

#### Aseguramiento de la calidad

##### En fábrica

El control de los materiales y del proceso de fabricación se realizará mediante el siguiente programa de puntos de inspección.

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.

#### 2.2.33 Embocadura para la salida a distribución (alcachofa)

##### Definición

Toma de AISI 316 L constituida por: alcachofa de DN600 mm, colector de AISI 316 L de 300 mm, brida, i/p.p. de piezas especiales, según detalle, totalmente colocada y probada.

##### Características generales

El acero inoxidable es un acero de elevada resistencia a la corrosión, dado que el cromo, u otros materiales aleantes que contiene, poseen una gran afinidad con el oxígeno y reaccionan con el mismo formando una capa pasivadora, evitando así la corrosión del hierro.

Los aceros inoxidables se clasifican, según su estructura cristalina, (Norma AISI) en:

- Aceros martensíticos.
- Aceros ferríticos.
- Aceros austeníticos.
- Aceros austenoferríticos.

Sobre la base de un determinado grado; AISI 420, para los martensíticos, AISI 430 para los ferríticos, AISI 304 y AISI 316 para los austeníticos y para los austenoferríticos: AISI 201 y AISI 202; modificando uno o varios elementos de aleación obtenemos distintos grados dentro del mismo grupo, aptos para mejorar algunas propiedades o usos.

GRADO	304	304L	316	316L	316Ti	310	301	321	201	202	430	410
<b>CARBONO (C) max.</b>	0.08	0.035*	0.08	0.035*	0.08	0.25	0.08	0.08	0.10	0.07	0.12	0.15
<b>MANGANESO (Mn) max.</b>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	9.25	7.2	1.00	1.00
<b>FOSFORO (P) max.</b>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.045	0.04	0.045	0.085	0.05	0.04	0.04
<b>AZUFRE (S) max.</b>	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	0.07	0.03	0.03
<b>SILICIO (Si) max.</b>	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	1.50	0.75	1.00	0.38	0.35	1.00	1
<b>CROMO (Cr) max.</b>	18.0 a 20.0	18.0 a 20.0	16.0 a 18.0	16.0 a 18.0	18.0 a 20.0	24 a 26	17.0 a 20.0	17 a 19	15 a 17	16a 18	16 a 18	11.5 a 13,5
<b>NIQUEL (Ni)</b>	8.0 a 11.0	8.0 a 13.0	10.0 a 14.0	10.0 a 15.0	11.0 a 14.0	19 a 22	9.0 a 13.0	9 a 12	1.0 a 1.50	4 a 6	----	----
<b>MOLIBDENO (Mo)</b>	----	----	2.0 a 3.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	----	----	----	-----	----	----	----
<b>OTROS ELEMENTOS</b>	----	----	----	----	----	----	Ti = 5xC min. y 0.70 max.	Ti=5x %c	Cu=1.7 N=0.13	Cu=1.7 N=0.08	----	----

Composición química (%) de los aceros más utilizados en el mercado.

Tipos de aplicación para distintas calidades de acero tipo austenítico serie 300:

#### AISI 316

Piezas que demandan alta resistencia a la corrosión localizada. Equipos utilizados en las industrias químicas, farmacéuticas, textil, petrolera; diversas piezas y componentes de construcción naval; equipos criogénicos, equipos de procesamiento de película fotográfica; instrumentos quirúrgicos.

## AISI 316 L

Piezas que demandan alta resistencia a la corrosión localizada; industrias química, farmacéutica, textil y petrolera, papel, celulosa, caucho, nylon; piezas de válvulas, tanques, agitadores, bombas...

### Accesorios

#### Curvas

- Calidad: AISI-316 L
- Dimensiones: DIN-2.605
- Espesores: s/ espesores tubo

#### Tés y tés reducidas

- Calidad: AISI-316 L
- Dimensiones: DIN-2.615
- Espesores: s/ tubo

#### Reducciones

- Calidad: AISI-316 L
- Dimensiones: DIN-2.616
- Espesores: s/ tubo

#### Bridas

- Calidad: AISI-316 L
- Dimensiones: DIN-2.615
- Presión nominal: PN-16
- Fabricación: s/ DIN-2519

#### Juntas

- Material: EPDM
- Fabricación: UNE 681-1/WA/WC/70

#### Tornillos

- Tipo: Cabeza hexagonal
- Calidad: AISI-304
- Dimensiones: EN-24017
- Suministro: DIN-267

#### Tuercas

- Tipo: Cabeza hexagonal, rosca métrica
- Calidad: AISI-304
- Dimensiones: EN-24032 y EN 28673

### Condiciones del proceso de ejecución

Se procederá de forma análoga a la ya comentada en apartados anteriores para la disposición de la toma de desagüe de fondo.

Una vez hormigonado el dado y con el hormigón fresco, se comprobará la horizontalidad de la brida superior, corrigiéndose desviaciones en caso que las hubiera.

Con el hormigón fraguado al menos un día, se colocará la alcachofa mediante tornillería.

#### Unidad y criterios de medición

Se abonará por unidad (ud) realmente ejecutada y los criterios de medición serán los especificados en las unidades de obra.

Se medirá la unidad ejecutada.

### 2.2.34 Fábrica de bloque de hormigón.

#### Materiales

Su resistencia media a la rotura será de HA-25 N/mm<sup>2</sup>.

Poseerán un índice de absorción < 10%.

#### Ejecución de las obras

Será estable y plana y estará perfectamente aplomada.

Las hiladas se levantarán perfectamente alineadas horizontalmente sobre la de replanteo, teniendo en todos los puntos el mismo espesor. Previamente se nivelará la superficie de apoyo de la primera hilada.

Estarán asentadas con juntas verticales alternadas y tendeles a nivel.

Los bloques se colocarán untados y asentados sobre mortero, ajustándose mientras se encuentre éste todavía blando, con la cantidad suficiente para formar juntas de 1 cm de espesor. Las juntas verticales serán de al menos 5 mm y estarán perfectamente rellenas de mortero.

Se colocarán secos, humedeciéndose únicamente la superficie en contacto con el mortero e inmediatamente antes de su empleo.

No se utilizarán piezas de medio bloque, excepto en los casos singulares.

A medida que se levante la fábrica, se recogerán las rebabas de mortero y se apretarán contra las juntas.

La longitud de los paños no debe sobrepasar 3 veces la altura del mismo. En ningún caso sobrepasará los 8 m.

Los encuentros de esquinas, o con otras paredes, se realizarán mediante enlaces en todas las hiladas y en todo el espesor de la fábrica.

Si el forjado descansa sobre la fábrica, el apoyo será suficiente para transmitirle todos los esfuerzos.

La unión de la fábrica a la estructura se realizará según las especificaciones de la NTE-EFB.

No se tabicará de los pisos inferiores a los superiores, para evitar la transmisión de cargas a través de los forjados.

De no ser posible, se dejará una holgura de 2 cm entre la última hilada y el forjado o elemento estructural superior, tras autorizarlo la Dirección Facultativa.

Esta holgura se rellenará con mortero de cemento, transcurridos al menos 4 días.

Se dispondrá una armadura de refuerzo, antes de poner los bloques de la hilada que forma el antepecho de las ventanas.

Estará formada por 2 Ø 6, sobresaliendo lateralmente del plano interior de cada jamba, a ambos lados del mismo, 1/4 del ancho total del hueco.

La entrega de los tabiques separadores con el techo se ejecutará mediante material elástico, para no transmitirles los asentamientos de la estructura y forjados. En tiempo fuertemente lluvioso se protegerán las partes ejecutadas, colocando láminas de plástico, para evitar la erosión de las juntas.

En tiempo extremadamente seco, se mantendrá húmeda la fábrica ejecutada, para evitar la evaporación del agua del mortero.

Normativa de obligado cumplimiento

NTE-EFB. "Estructuras de Fábrica de: Bloques".

NTE-FFB. "Fachadas de Fábrica de: Bloques".

Criterio de medición y abono

Se abonará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) realmente ejecutado y los criterios de medición serán los especificados en las unidades de obra.

Se medirá la unidad ejecutada.

En el precio unitario se incluyen todos los materiales, medios auxiliares y mano de obra necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra, así como los medios de protección de la pared de fachada, durante el transcurso de todos los trabajos.

## 2.2.35 Formación de pasamuros

Condiciones generales

Su ejecución comprende las operaciones que siguen a continuación:

- Preparación de la zona de trabajo
- Demolición del elemento con los medios adecuados

- Troceado y apilado con los medios adecuados

El hueco tendrá forma circular y habrá de atravesar la totalidad del espesor del muro.

Los materiales quedarán suficientemente troceados y apilados para facilitar la carga, en función de los medios de que se dispongan y de las condiciones de transporte.

Una vez finalizados los trabajos, la superficie quedará limpia de restos de material.

Condiciones de ejecución

Se seguirá el orden de trabajos previstos en el Proyecto.

En caso de encontrar armadura, la solución a adoptar para mantener las características mecánicas se someterá a la consideración de la Dirección de la Obra.

Se protegerán los elementos de servicio público que puedan resultar afectados por las obras.

La zona afectada por las obras quedará convenientemente señalizada.

Los trabajos se realizarán de manera que molesten lo menos posible a los afectados.

Se eliminarán los elementos que puedan entorpecer los trabajos de retirada y carga de escombros.

Unidad y criterios de medición

Se medirá y abonará por unidad (Ud) realmente ejecutada.

En el precio unitario se incluyen todos los materiales, medios auxiliares y mano de obra necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.

## 2.2.36 Forjado de chapa colaborante

Definición

Un forjado mixto de chapa colaborante está constituido por una chapa grecada de acero sobre la cual se vierte una losa de hormigón que contiene una malla de armadura, destinada a mitigar la fisuración del hormigón debida a la retracción y los efectos de la temperatura.

Las chapas grecadas deben tener una Resistencia y una rigidez suficientes para desempeñar la función de encofrado, en la medida de lo posible sin apeos provisionales. Además, para asegurar una Buena conexión entre acero y hormigón, deben disponer de un perfil particular en cuanto a la forma de las grecas y las denominadas identaciones.

Los forjados mixtos de chapa colaborante están apoyados, normalmente, en un entramado de vigas metálicas. Son bien conocidas las ventajas que se pueden obtener al incorporar un forjado en el mecanismo resistente de estas vigas, aprovechando mejor las características de cada uno de los materiales puestos en obra.

### Chapas grecadas

Por las funciones que deben desempeñar, las chapas grecadas constituyen el element fundamental en un forjado con chapa colaborante. En el mercado existe una gran variedad de diferentes chapas grecadas, aptas para ser utilizadas en este tipo de soluciones. Estas chapas se diferencian por la forma, el canto y la separación de las grecas, por su ancho, por el sistema adoptado para su solape lateral, por la rigidización de los elementos planos que constituyen el perfil y por la conexión mecánica (indentaciones) que debe asegurar la conexión con el hormigón.

El espesor de las chapas se puede situar entre 0,75 y 1,50 mm, aunque en la práctica los espesores empleados raras veces superen el valor de 1,0 mm. El canto de las grecas varía entre 38 mm y 80 mm, aproximadamente.

Para transmitir el esfuerzo rasante que aparece en la interfaz entre la chapa y el hormigón existen diferentes posibilidades. La conexión entre la chapa y el hormigón se puede conseguir a través de la forma de las grecas, la disposición de indentaciones, o mediante anclajes finales. La Resistencia de esta conexión frente a los esfuerzos rasantes depende de un gran número de parámetros y se debe determinar experimentalmente.

### Fijaciones

Los perfiles deben fijarse a la estructura para evitar el desplazamiento bajo la acción del viento o durante la fase de hormigonado. La fijación se adaptará al tipo de soporte.

Tipos de fijaciones:

- Tiros o clavos aplicados con pistola. Los más utilizados.
  
- Conectores soldados  
Para soldar el conector a través de la chapa sobre el soporte, la parte superior de la viga debe estar limpia, no pintada y seca, y el perfil en contacto perfecto con la viga.
  
- Conectores calvados  
Pieza metálica en forma de 'L' fijada a la viga por medio de dos clavos aplicados por pistola.

### Armaduras

La principal característica del perfil colaborante es constituir la armadura positiva o de tracción de la losa de hormigón en el centro del vano. El resto de armaduras que conforman viga mixta son las siguientes:

- Mallazo electrosoldado para limitar la retracción debida al secado del hormigón y evitar la fisuración. El calculo determina el tamaño de la cuadrícula y diámetro de la varilla corrugada.
- Armadura negativa en los apoyos centrales de sistemas multiapoyados para absorber la tracción del momento negativo. El diámetro determina el diámetro de la barra corrugada.

### Hormigón

Los hormigones se tipifican, según la instrucción EHE, y deberá reflejarse en los planos de proyecto y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto.

Normalmente se utilizan hormigones armados HA, con resistencia característica a compresión a 28 días de 25 N/mm<sup>2</sup>: HA-25

En la ejecución de este tipo de forjado podemos encontrarnos con los hormigones aligerados que tienen como característica principal reducir el peso de los forjados de hormigón.

### Remates

Perfiles metálicos de acero galvanizado dispuestos para la contención del hormigón en su fase húmeda.

### Condiciones de ejecución

#### Colocación de chapas

Antes de iniciar el montaje de las chapas, los responsables de la colocación y supervisión de la fijación de la chapa verificarán que obra en su poder la última edición de planos de ejecución.

Cuando sea preciso realizar soldadura de pernos conectores a través de la chapa, es totalmente imprescindible que la cara superior de las correas esté perfectamente limpia y sin pintar.

Antes de proceder a la elevación de los paquetes de chapa, se comprobará que la estructura metálica esté finalizada y en condiciones para poder soportar la sobrecarga consecuente.

Se verificará que los paquetes de chapa han sido izados a la zona prevista y que el espesor, longitud, límite elástico son correctos y la información de la etiqueta coincide con la información contenida en el plano.

Una vez abiertos los paquetes se iniciará el montaje de las chapas, normalmente a partir de una esquina del edificio, respetando el orden de montaje indicado en los planos. Los montadores crean, al principio, su propia plataforma de trabajo con las primeras chapas perfectamente fijadas por lo que nunca se debe caminar directamente sobre las vigas.

Dado que la protección horizontal es obligatoria a partir de 2 m. de altura, es obligatorio el uso de redes horizontales en cada forjado y se evitará trabajar simultáneamente en zonas coincidentes de niveles de forjado consecutivos.

Las chapas, una vez llevadas a su posición definitiva, deberán ser fijadas antes de continuar con la siguiente. Si por razones de replanteo previo es necesario el extendido de una zona completa, se realizará un número mínimo de fijaciones, procediéndose rápidamente, una vez replanteadas de forma correcta, la fijación definitiva y total de las chapas.

Los nervios laterales suelen estar diseñados de forma que una vez realizado el solape de las chapas, las pérdidas de lechada son mínimas. Son normales y admisibles aberturas de hasta unos 5 mm entre los frentes de las chapas. Los encuentros con pilares o columnas pueden solucionarse con remates y juntas o sellados.

Por razones de seguridad, deberá evitarse el dejar chapas sueltas o paquetes empezados y, por tanto, sin flejes. Caso de quedar algún paquete a medias se realizará un atado con alambre u otro medio disponible.

Las chapas se fijarán a las vigas soporte sobre las que apoyarán un mínimo de 50 mm. Las fijaciones mas comúnmente utilizadas son los clavos, o disparos, los tornillos autorroscantes y autotaladrantes.

#### Operaciones de hormigonado

La superficie de la chapa estará razonablemente limpia de suciedad, aceite, etc., antes de hormigonar. La ligera capa de grasa superficial típica de la chapa galvanizada es aceptable y no supone detrimento a la colaboración entre el hormigón y el perfil colaborante. Las uniones de chapa deberán realizarse a tope o sellarse. Los finales de chapa expuestos deberán rellenarse o taparse para evitar las pérdidas de lechada.

No existen limitaciones en la superficie a hormigonar (al contrario que en las losas tradicionales de hormigón armado) ya que la chapa actúa de forma efectiva como una armadura continua que ayuda a distribuir uniformemente las retracciones o tensiones tempranas de tipo térmico. Por tanto, no suelen aparecer fisuras de retracción y la superficie hormigonada puede alcanzar hasta 1000 m<sup>2</sup>/día.

Deberá tenerse en consideración, sin embargo, que en este tipo de forjados el secado del hormigón sólo es posible en sentido ascendente, por lo que si reciben radiación solar directa es imprescindible proteger o humedecer la superficie ya que la diferente velocidad de secado de la cara superior, expuesta, a la inferior, no expuesta y revestida por la chapa, provocará fisuras de retracción generalizadas.

#### Acabado de las superficies de hormigón

A veces es difícil conseguir un nivelado preciso del forjado hormigonado debido a que los regles están normalmente posicionados a lo largo de las vigas soporte, las cuales sufren una deformación bajo el peso propio del hormigón. Sin embargo la superficie de la losa está suficientemente nivelada entre vigas. Para conseguir un nivelado mas preciso, es necesario calcular la deformación central de las vigas y calzar los regles a lo largo de cada una de ellas para anular la flecha esperada. Este sistema puede también inducir a

errores en la práctica ya que las vigas no suelen deformarse tanto como indican los cálculos debido a la rigidez que ofrecen las conexiones entre vigas y pilares.

En forjados apuntalados se originan flechas adicionales en el momento de la retirada de los puntales ya que la carga debida al peso propio se aplica en este momento al forjado colaborante.

Las flechas son mayores cuanto mas pronto se retiran los puntales debido a que el hormigón no está suficientemente endurecido.

Las superficies de hormigón son aceptables cuando existe un pavimento superior o se extiende una capa de mortero adicional. Se consigue una mejor calidad de acabado mediante la utilización del “helicóptero” o niveladora de hélices sobre el hormigón recién endurecido. Este trabajo se realiza a las dos o tres horas del vertido, por lo cual no es factible si la operación de hormigonado se ha prolongado excesivamente durante la jornada.

Para conseguir una superficie mejor nivelada puede efectuarse, también, un pulido a los dos o tres días del hormigonado. Esta es una operación lenta y que produce gran cantidad de polvo y suciedad. Dicho pulido puede realizarse añadiendo determinados agregados al hormigón.

Unidad y criterios de medición

Se abonará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de forjado mixto realmente ejecutado.

### 2.2.37 Enfoscado maestreado y fratasado con mortero

Condiciones generales

En superficies interiores, cumplirá las siguientes condiciones:

- Adherencia adecuada al paramento recubierto.
- Resistencia a las acciones mecánicas.
- Ausencia de grietas u oquedades.
- Regularidad de superficies.
- Perfección de encuentros, esquinas, etc.
- Absorción regular de la humedad en toda su superficie.
- Coloración y aspecto estético deseable.
- Espesor suficiente.

En superficies exteriores cumplirá, además:

- Resistencia a las acciones climáticas.
- Protección del soporte frente a los agentes atmosféricos.

Antes de la ejecución:

- Habrá fraguado el mortero u hormigón del soporte a revestir.
- Se taparán los defectos con el mismo tipo de mortero del enfoscado.
- Enfoscados interiores: estará terminada la cubierta o tendrá /3 forjados por encima del actual.

- Enfoscados exteriores: estará terminada la cubierta y funcionando la evacuación de aguas.
- Enfoscados vistos: previamente se recibirán los elementos fijos, como ganchos y cercos.

Durante la ejecución:

- Se amasará sólo la cantidad a utilizar.
- No se añadirá agua después del amasado.
- Antes de confeccionar un nuevo mortero se limpiarán los útiles de amasado.
- En tiempo extremado (lluvioso o seco) el paramento se cubrirá con lonas o plásticos, o se suspenderán los trabajos.

Después de la ejecución hasta el fraguado del mortero:

- Se mantendrá húmedo, pasadas 24 horas de su colocación.
- No se fijarán elementos, hasta pasados / 7 días.
- Se evitarán los golpes o vibraciones.
- No se permitirá el fraguado artificial.

Se respetarán las juntas estructurales.

Se cortará el paso de agua de lluvia mediante goterón.

Ejecución de las obras

Operaciones de preparación del soporte:

- Rascado de juntas de fábricas.
- Aplicación de lechada de cemento puro, 3-4 mm de espesor, espaciando 3 horas la aplicación del revestimiento.
- Creación de rugosidades en superficies lisas y colocación de mallas.
- Eliminación de hollín y manchas.
- Eliminación de rebabas de morteros y manchas desales cristalizadas.
- Eliminación de pinturas. Barrido y lavado del soporte.
- Humectación adecuada.

Operaciones del maestreado:

- Se dispondrán maestras, de bandas de mortero, en elementos singulares (perímetro del techo, esquinas, rincones y guarniciones de huecos).
- En los ángulos se ejecutarán maestras dobles.
- Se situarán maestras intermedias, separadas entre sí [ 1 m.
- Tras humedecer la superficie se aplicará el mortero entre las maestras; se introducirá en las irregularidades para aumentar su adherencia.
- Se extenderán una o varias capas con la dosificación, espesor y acabado especificados.
- El espesor de cada capa será [ 15 mm.
- Se alisará la superficie con el fratás o llana de madera mojada en agua.
- Cuando haya de aplicarse algún revoco o estuco posterior, la superficie se dejará suficientemente rugosa.

Se reforzará con malla de solape / 10 cm el encuentro entre paredes o elementos verticales no enjarjados.

En los encuentros de pared con techo se enfoscará primero el techo.

Las aristas se sacarán vivas y rectas, salvo indicación contraria de la Dirección Facultativa.

Normativa de obligado cumplimiento

NTE-RPE. "Revestimientos de Paramentos: Enfoscados".

Control de ejecución

Tolerancias en paramentos a revestir

a) Desplomes de superficies:

- Fábrica de ladrillo o bloques: 10 mm en planta; 30 mm en todo el edificio.
- Mampostería, hormigón ciclópeo o fábrica de hormigón: 20 mm en planta hasta 4 m de altura; 30 mm en todo el edificio.
- Pilares prefabricados de hormigón armado: 5 mm hasta 5 m de altura; 8 mm para > 5 m.
- Paneles prefabricados: 3 mm hasta 5 m de altura; 5 mm para > 5 m.

b) Desnivel en techos

- 2 mm en 1 m de longitud; 10 mm en todo el local.

Tolerancias en paramentos revestidos:

a) Trabajos ordinarios

- No más de 3 desigualdades de profundidad o altura [ 5 mm, en 3 m.
- 15 mm en toda la altura.
- 15 mm en toda la luz.
- 10 mm en todo el elemento.

b) Trabajos de calidad

- No más de 2 desigualdades de profundidad o altura [ 3 mm, en 1 m.
- 3 mm/m de altura, pero [ 10 mm en toda la altura.
- 3 mm/m de longitud de elemento, pero [ 10 mm en toda su longitud o en todo el local hasta la viga saliente.
- 3 mm/m de altura o de longitud del elemento, pero [ 5 mm en todo él.

Criterio de medición y abono

Su medición y abono se realizarán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados.

Se descontarán los huecos > 1,50 m<sup>2</sup>; se medirá el desarrollo de mochetas.

Se incluirán en el precio los trabajos de preparación del soporte, realización de maestras, montaje de andamios y pequeño material.

## 2.2.38 Chapados o mampostería

### Descripción

Revestimiento de paramentos verticales con mampostería de piedra natural o artificial.

### Condiciones previas

Las fábricas que sustenten los mampuestos tendrán la suficiente resistencia para soportar el peso de éste.

Se comprobará antes de la ejecución que el replanteo es conforme al proyecto y que la superficie del soporte está lisa.

### Componentes

- Placas o mampuestos de piedra natural o artificial.
- Elementos de anclaje y separadores.
- Mortero de cemento.
- Pasta de escayola.
- Adhesivos.

### Ejecución de las obras

En el caso de las placas se colocarán en obra, suspendiéndolas exclusivamente de los ganchos y dispositivos preparados para su elevación.

La sujeción de las placas se confiará únicamente a los dispositivos de anclaje previstos y probados antes del suministro de las placas.

Los anclajes serán de acero inoxidable, cobre o latón cuando se vayan a recibir con escayola, y de acero inoxidable o galvanizados cuando se reciban con mortero de cemento.

Los anclajes se recibirán en los orificios practicados en los cantos de las placas y en los cajeados abiertos en los paramentos base.

Entre placa y paramento se dejará un hueco de 2 cm., que se rellenará de arena por lo menos hasta la altura del zócalo para evitar roturas por golpes.

Las carpinterías, barandillas y todos los elementos de sujeción irán fijados sobre la fábrica, nunca sobre el chapado.

Las juntas de dilatación del edificio se mantendrán en el chapado o mampuestos.

El recibido del anclaje se hará humedeciendo previamente las superficies del hueco.

El relleno se hará en tongadas sucesivas de 25 cm., con intervalo de 2 horas.

Control de ejecución

Se realizará un control cada 200 m<sup>2</sup> o fracción, con una frecuencia de dos comprobaciones en trabajos exteriores. En las interiores el control se realizará con una frecuencia de 2 comprobaciones cada 400 m<sup>2</sup> de planta o fracción.

Durante el proceso de ejecución, se realizarán los siguientes controles:

– Dimensiones y escuadras de las placas: No serán de aceptación las variaciones superiores a  $\pm 3\%$ .

– Disposición de anclajes: No se aceptarán las disposiciones distintas a las especificadas.

– Desplome del chapado: Los desplomes interiores superiores a 1/1000 de la altura del paño serán inaceptables. No se admitirá cualquier desplome exterior.

– Planeidad del chapado o mampostería: No se aceptará ninguna variación superior a 2 mm. entre juntas más salientes medidas sobre una regla de 2 m.

Finalizada la ejecución, se comprobará con regla de 1 m. su aplomado y planeidad, así como su rejuntado.

Si las placas tienen la veta muy marcada, se procurará combinar el conjunto para conseguir continuidad.

Normativa de obligado cumplimiento

NTE–RPC

Criterio de medición y abono

La forma de medición será por superficie realmente ejecutada, incluso mochetas en desarrollo. Se incluirán asimismo las piezas especiales, anclajes, rejuntado y limpieza.

### 2.2.39 Puerta de acero

Condiciones generales

Se ajustará a la Memoria, planos del Proyecto, explicaciones verbales de la D.F. y normas de la buena construcción.

Estará bien escuadrada; cualquier defecto será causa de sustitución del elemento completo. Irá provista de todos los tipos de herrajes necesarios; éstos funcionarán perfectamente.

El Constructor presentará, a petición de la D.F., descripción de la puerta a emplear y, si fuese necesario, un modelo a escala natural.

#### Materiales

La Dirección Facultativa podrá ordenar ensayos que aseguren el buen comportamiento de los materiales empleados.

#### Perfil

Será de acero laminado en caliente, según norma UNE 36536:1973, o de acero conformado en frío, de fleje de acero galvanizado, doble agrafado, de espesor  $\geq 0,8$  mm.

Sus ejes serán rectos; tendrá las dimensiones indicadas en Proyecto.

Su superficie será lisa, sin alabeos, fisuras, abolladuras, deformaciones ni rebabas.

#### Junquillo

Será de acero galvanizado, conformado en frío, de espesor  $\geq 0,5$  mm; sus encuentros se cubrirán con cantonera del mismo material.

#### Tornillo y remache

Será de acero galvanizado.

La cabeza estará bien formada y bien marcada la ranura en que se introduce el destornillador.

Los filetes estarán bien calibrados y abrazarán dos tercios de su longitud; sus filos serán limpios y sin rebabas.

Tendrá el grueso y la longitud necesaria para el uso al que sea destinado.

No presentará imperfección alguna en su forma o fabricación.

#### Herrajes y accesorios

Serán de materiales inoxidables; no producirán efectos electrolíticos ni pares galvánicos.

#### Ejecución de las obras

Las uniones entre perfiles se realizarán mediante soldadura.

Quedarán unidos en todo su perímetro de contacto.

Se eliminarán las rebabas debidas a la soldadura.

Los ejes de los perfiles se encontrarán en un mismo plano y sus encuentros formarán ángulo recto.

Los cercos se fijarán con garras o pernos a la obra de fábrica, debidamente imprimados.

La carpintería se instalará en la última fase de la obra, una vez terminados los trabajos en que intervenga el cemento en zonas próximas.

Se instalará bien escuadrada, previo uso de nivel y plomada.

En ningún caso se desmontarán ni abrirán las hojas mientras no hayan fraguado las garras de sujeción.

Se protegerán los herrajes.

Cuando se trate de perfiles laminados, la carpintería se protegerá con imprimación anticorrosiva, de espesor 15 micras.

#### Transporte y almacenamiento

La puerta se almacenará en obra en sentido vertical.

#### Control de ejecución

Cerco:

Desplome fuera de la vertical  $\leq 2$  mm por metro.

Estará enrasado con el paramento, con variación  $\leq 2$  mm.

La fijación será perfecta.

Las patillas estarán perfectamente empotradas.

El mortero llenará el paramento completamente.

En la fijación de la peana, existirá taco expansivo, estará en el centro y el tornillo estará bien apretado.

Puerta:

La colocación y fijación de los herrajes será perfecta.

#### Normativa de obligado cumplimiento

NTE-FDC. "Fachadas. Defensas: Cierres".

NTE-PPA. "Particiones. Puertas de: Acero".

Criterio de medición y abono

Se medirá y abonará el número de unidades (Ud) colocadas de iguales dimensiones y características, según especificaciones del Proyecto, o por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie realmente ejecutada.

#### 2.2.40 Ventana metálica

Condiciones generales

Será absolutamente estanca, impidiéndose la penetración del aire y del agua.

Todo herraje fijado sobre ella quedará perfectamente ajustado en las cajas abiertas en ella, bien sean cercos o elementos móviles.

Los elementos sobre los cuales se fijen se debilitarán lo mínimo posible.

Cualquier clase de herraje se podrá sustituir con facilidad; su funcionamiento será perfecto.

Materiales

Bastidor:

Se emplearán perfiles:

- Laminados en caliente: de eje rectilíneo, sin alabeos o rebabas.
- Conformados en frío: de fleje de acero galvanizado y doble agrafado; espesor  $\geq 0,8$  mm.

Irán unidos mediante soldadura en todo su perímetro de contacto.

Sus ejes se encontrarán en un mismo plano; sus encuentros formarán ángulo recto.

Los perfiles laminados estarán protegidos con imprimación anticorrosiva, de espesor 15 micras.

Junquillos:

Serán de fleje de acero galvanizado, conformado en frío, de espesor 0,5 mm; los encuentros se cubrirán con cantoneras de igual material.

Control de ejecución

El Constructor presentará dos muestras de los materiales a emplear; una quedará como testigo.

Se realizarán los controles en obra que considere oportunos la D.F.

No se permitirán los siguientes defectos en la colocación:

- Desplome  $\geq 2$  mm por metro.
- Falta de enrase con el paramento o variación  $> 2$  mm.
- Falta de empotramiento de las patillas.
- Deficiente llenado de mortero.
- Taco expansivo inexistente en la peana, no está centrado o tiene el tornillo insuficientemente apretado.

Normativa de obligado cumplimiento

NTE-FCA. "Fachadas. Carpintería de: Acero".

Criterio de medición y abono

Se medirán y abonarán los metros cuadrados ( $m^2$ ) de superficie realmente ejecutada, incluso montaje y material auxiliar.

#### 2.2.41 Cerramiento

Materiales

Se emplearán perfiles laminados en caliente, de eje rectilíneo, sin alabeos o rebabas.

Irán unidos mediante soldadura en todo su perímetro de contacto.

Sus ejes se encontrarán en un mismo plano; sus encuentros formarán ángulo recto.

Los perfiles laminados estarán protegidos con imprimación anticorrosiva, de espesor 15 micras.

Control de ejecución

El Contratista presentará dos muestras de los materiales a emplear; una quedará como testigo.

Se realizarán los controles en obra que considere oportunos la Dirección Facultativa.

No se permitirán los siguientes defectos en la colocación:

- Desplome / 2 mm por metro.
- Falta de enrase con el paramento o variación  $> 2$  mm.
- Falta de empotramiento de las patillas.
- Deficiente llenado de mortero.

Normativa de obligado cumplimiento

## NTE-FDB: "Fachadas. Defensas:Barandillas"

### Criterio de medición y abono

Se medirán y abonarán los metros lineales (ml) de reja realmente ejecutada, incluso montaje y material auxiliar.

### 2.2.42 Instalación fotovoltaica

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, UNE-EN 61215 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, o UNE-EN 62108 para módulos de concentración, así como la especificación UNE-EN 61730 -1/2 sobre seguridad en módulos fotovoltaicos. Este requisito se justificará mediante la presentación de certificado oficial correspondiente emitido por algún laboratorio acreditado.

El módulo llevará de forma claramente visible e indelible el modelo, nombre o logotipo del fabricante, y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.

Cada uno de los módulos deberá llevar un diodo de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales, y tendrán un grado de protección IP65.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, referidas a condiciones estándar, deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 5\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo.

Será rechazado cualquier módulo que presente desperfectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células, o burbujas en el encapsulante.

### Estructura de soporte

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos y se incluirán todos los accesorios que se precisen.

La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante. El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la misma.

La tornillería empleada deberá ser de acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando los de sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

### Inversores

Los inversores se conectarán a la salida de consumo del regulador de carga o en bornes del acumulador. En este último caso se asegurará la protección del acumulador frente a sobrecargas y sobredescargas. Estas protecciones podrán estar incorporadas en el propio inversor o se realizarán con un regulador de carga, en cuyo caso el regulador debe permitir breves bajadas de tensión en el acumulador para asegurar el arranque del inversor.

El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema y será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.

Estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:

- Tensión de entrada fuera del margen de operación.
- Desconexión del acumulador.
- Cortocircuito en la salida de corriente alterna.
- Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.

El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2 % de la potencia nominal de salida.

Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5 % del consumo diario de energía. Se recomienda que el inversor tenga un sistema de "stand-by" para reducir estas pérdidas cuando el inversor trabaja en vacío (sin carga).

### Cableado

Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1,5 % a la tensión nominal continua del sistema.

Se incluirá toda la longitud de cables necesaria (parte continua y/o alterna) para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.

Los positivos y negativos de la parte continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados (códigos de colores, etiquetas, etc.) de acuerdo a la normativa vigente.

Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

### Unidad y criterios de medición

Se abonará por unidad completamente instalada y probada. En tal unidad se incluyen todos los elementos que componen la instalación: paneles fotovoltaicos, inversor, batería, armario, cuadro de control, cableado, estructura.

#### 2.2.43 Instalación eléctrica en baja tensión

##### Objeto

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de Instalaciones en Baja Tensión.

##### Campo de aplicación

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares se refiere al suministro e instalación de materiales necesarios en la ejecución de Instalaciones en Baja Tensión.

##### Normativa de aplicación

Se observarán en todo momento, durante la ejecución de la Obra, las normas y reglamentos indicados la Memoria.

##### Descripción de las obras

El presente proyecto comprende todas las obras para la realización de la instalación interior, cumpliendo con los reglamentos e instrucciones en vigor. Todas las obras serán ejecutadas conforme a los planos, cuadros de precios, mediciones y presupuesto del presente proyecto, sin perjuicio de las variaciones que en el replanteo o en la realización incluya el director de obras.

Cualquiera que fuese la modalidad de ejecución de las obras el presente pliego de condiciones se aplicará en su totalidad para la ejecución de las mismas. Cada una de las unidades que componen este proyecto lleva incluida el montaje de la unidad similar existente en la actualidad, siempre que el director de obra crea necesario este desmontaje para evitar posibles peligros o errores. Por este concepto el contratista no podrá reclamar cantidad alguna y habrá de considerar esta partida como incluida en su oferta.

##### Ejecución del trabajo.

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos, que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

### CALIDADES Y CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA INSTALACION INTERIOR.

#### **Materiales**

##### **Variador de frecuencia.**

Las prestaciones mínimas que deberá cumplir la electrónica de potencia, se recogen a continuación:

Motor aplicado	HP	250
	kW	160
Salida nominal	Capacidad nominal (kVA)	248
	Corriente nominal	325
	Frecuencia de salida 0~400Hz	0~400Hz
	Tensión de salida (V)	3-Fases 380~500V
Entrada nominal	Tensión de línea (V)	3-Fases 380~500VAC(-15%~+10%)
	Frecuencia de línea	50~60Hz(±5%)
	Corriente nominal (A)	315,3

Elemento		Descripción	
Control	Método de Control	V/F, compensación de deslizamiento	
	Resolución de Velocidad Referencia	de	Comando digital: 0,01Hz
		de	Comando analógico: 0,06Hz (basado en 60Hz)
	Precisión de la Frecuencia	de	1% de la frecuencia de salida máxima
	Patrón V/F Lineal		Lineal, reducción sobrecarga cuadrática, V/F del usuario
	Capacidad de Sobrecarga	de	5.5~90kW Corriente Nominal : 120% durante 1minuto
			110~500kW Corriente Nominal : 110% durante 1 minuto
Refuerzo de Par		Refuerzo de par manual/automático	
Control (Operación)	Modo de Operación	Opcional: control por teclado, bornera, comunicación	
	Selección de Frecuencia	de	Analógica: -10~10V, 0~10V, 0~20mA
			Digital: teclado, serie de impulsos
	Función de Operación		Control PID, Operación 3 hilos, Límite de Frecuencia, Funciones secundarias, prevención de giro inverso, frenado CC, interruptor de energía comercial, búsqueda de velocidad, frenado de potencia, reducción de pérdidas, operación subir/bajar, frenado de flujo, salto de frecuencia, compensación de deslizamiento, re-arranque automático, sintonización automática, control de almacenamiento de energía, control de ahorro de energía
Entrada(Borne Multifunción 7 puntos)		Las siguiente funciones se pueden definir usando los parámetros IN-65-71 entre NPN (Sink) y PNP (Source)	
		Operación en avance, reset, parada de emergencia, frecuencia secuencial alta/ media/ baja, frenado por inyección de CC en la parada, precalentamiento, aumento de frecuencia, operación 3 hilos, Opcional: Aceleración, deceleración o parada, enclavamiento MMC. Operación en retroceso, limpieza de bomba, falla externa, control jog, aceleración/deceleración secuencial alta/ media/ baja, selección de 2do motor, RTC (función evento tiempo), reducción de	

		frecuencia, fijación de la frecuencia de comando analógica, cambio a trabajo normal durante operación PID.
	Entrada (Serie de pulsos)	0-32kHz, Nivel bajo: 0-0,8V, Nivel alto: 3,5-12V
	Salida (Borne multifunción colector abierto)	Salida por falla y estado de operación del variado(Menor a CC 26V, 50mA; N.O.: menor a CA 250, 2A, menor a CC 30V, 3A;N.C.: menor a CA 250V, 1A, menor a CC 30V, 1A;Menor a CA 250, 5A, menor a CC 30V, 5A)
	Salida (Borne de Relé Falla)	Salida por falla y estado de operación
	Salida (Salida analógica)	0-12VCC(0-20mA): Seleccionable entre frecuencia, corriente de salida, tensión de salida, tensión bus CC.
	Salida (Serie de impulsos)	Máximo 32kHz, 0-12V
Funciones de protección	Disparo	Disparo por Sobrecorriente, Falla externa, Corriente Cortocircuito ARM, Sobrecalentamiento, Tubería Dañada, Fase abierta entrada, Tierra, Sobrecalentamiento del motor, Tarjeta de E/S, Falta de motor, Escritura de parámetros, Parada de emergencia, Pérdida de comando Error de memoria externa, CPU, Subcarga del motor, Sobretenión, Sensor de temperatura, Sobretemperatura variador, Opcional, Fase salida abierta, Sobrecarga del variador, Ventilador, Baja tensión en funcionamiento, Baja tensión, Error entrada analógica, Sobrecarga del motor, Pérdida comando de teclado, Amortiguador, Detector de nivel, Falla motor auxiliar, Falla limpieza bomba
	Alarma	Alarma por: Pérdida de comando, sobrecarga, subcarga, sobrecarga del variador, funcionamiento del ventilador, tasa de frenado, vida del capacitor, limpieza de bomba, Modo Incendio y LDT.
	Pérdida momentánea de potencia	Menor a 8ms: Operación continua (Respetando la tensión de entrada y la potencia nominal) Superior a 8ms: Habilidad del re arranque automático
Estructura/ Ambiente de Uso	Modo de enfriamiento	Ventilación forzada
	Estructura de protección	Abierto IP20/UL (Estándar), Cerrado UL Tipo 1 (Opcional)
	Temperatura ambiente	Temperatura ambiental (sin hielo o helada) -10~50°C (A 40°C o más, disminución de la corriente 2,5%/°C. A 50°C el 75% de la corriente nominal es operable)
	Temperatura almacenamiento	-20 ~ 65 °C (-4~149°F)
	Lugar de instalación	Libre de gases corrosivos, inflamables, aceites, polvo, etc. (Grado de contaminación Ambiente tipo 3)

Humedad	Humedad relativa inferior al 90% RH (sin rocío)
Altitud, Vibración	Inferior a 1,000m, Inferior a 5.9m/sec <sup>2</sup> (0.6G)

### Protector frente a sobretensiones permanentes.

Las prestaciones mínimas que deberá cumplir el equipo, se recogen a continuación:

Características técnicas		
Frecuencia nominal	fn [Hz]	50
Tensión nominal AC 50 Hz	Un[V]	230/400
Tiempo máximo de actuación	Ua [255V]	No disparo
Tiempo mínimo de no respuesta		No disparo
Tiempo máximo de actuación	Ua [275V]	15
Tiempo mínimo de no respuesta		3
Tiempo máximo de actuación	Ua [300V]	5
Tiempo mínimo de no respuesta		1
Tiempo máximo de actuación	Ua [350V]	0,75
Tiempo mínimo de no respuesta		0,25
Tiempo máximo de actuación	Ua [400V]	0,2
Tiempo mínimo de no respuesta		0,07
Datos generales		
Nº polos		4
Nº módulos DIN		4
Instalación		(L-N)
Certificaciones		CE
Grado de protección		IP20
Rango de temperatura		-5 °C...+40 °C

### Protector frente a sobretensiones transitorias.

Las prestaciones mínimas que deberá cumplir el equipo, se recogen a continuación:

Datos generales	
Configuración interna	3P+N
Nº polos	4
Nº módulos DIN	4
Instalación	(L1-L2-L3-N-PE)
Formato	Desenchufable
Configuración de red	TT, TNS
Normas Producto	IEC 61643-11; EN 61643-11
Certificaciones	CE
Clasificación según EN 61643-11	Tipo 1+2

Clasificación según IEC 61643-11	Clase I+II
Material aislante y clase	PA66 CT1; V-0
Grado de protección del envolvente (mín.)	IP20
Rango temperatura (mín.)	-40 °C ... +80 °C
Características técnicas	
Tensión de red	230 / 400 [V]
Tensión nominal AC 50-60 Hz (L-N) Un (L-N)	230 [V]
Tensión nominal AC 50-60 Hz (L-L) Un (L-L)	400 [V]
Tensión máxima de servicio (L-N) Uc (L-N)	275 [V]
Tensión máxima de servicio (N-PE) Uc (N-PE)	255 [V]
Corriente de impulso tipo rayo (10/350) (L-N) Iimp (L-N)	12,5 [kA]
Corriente de impulso tipo rayo (10/350) (N-PE) Iimp (N-PE)	50 [kA]
Corriente máxima de descarga (8/20) (L-N) Imax (L-N)	65 [kA]
Corriente máxima de descarga (8/20) (N-PE) Imax (N-PE)	65 [kA]
Corriente nominal de descarga (8/20) (L-N) In (L-N)	20 [kA]
Corriente nominal de descarga (8/20) (N-PE) In (N-PE)	50 [kA]
Corriente nominal de descarga (8/20) In	20 [kA]
Nivel de protección en tensión (L-N) a In Up (L-N)	1,3 [kV]
Nivel de protección en tensión (N-PE) a In Up (N-PE)	1,5 [kV]
Fusible previo máximo	200 A [gG]
Capacidad de cortocircuito Isccr 25 [kA]	25 [kA]
Tiempo de respuesta (L-N) tA (L-N)	25 [ns]
Tiempo de respuesta (N-PE) tA (N-PE)	100 [ns]
Intensidad de seguimiento (N-PE) Ifi	100 [A]
Indicación visual final de vida	Si
Desconexión dinámica térmica (L-N)	Si

### Luminaria LED estanca de 1x43W.

Las prestaciones mínimas que deberá cumplir el equipo, se recogen a continuación:

Información general	
Color de la fuente de luz	840 blanco neutro
Fuente de luz sustituible	No
Número de unidades de equipo	1
Driver/unidad de potencia/transformador	PSU [ Fuente de alimentación]
Driver incluido	Si
Tipo de óptica	WB [Haz ancho]
Apertura de haz de luz de la luminaria	105°
Interfaz de control	No
Conexión	Conector push-in de 3 polos

Cable	No
Clase de protección IEC	Seguridad clase I
Test del hilo incandescente	Temperatura 850 °C, duración 30 s
Marca de inflamabilidad	D [ D ]
Marca CE	Marcado CE
Certificado ENEC	Marcado ENEC
Flujo luminoso constante	No
Número de productos en MCB de 16 A tipo B	36
Riesgo fotobiológico	Photobiological risk group 0 @200mm to EN62778
Conforme con EU RoHS	Sí
Índice de deslumbramiento unificado CEN	25
<b>Datos técnicos de la luz</b>	
Parpadeo	1
Efecto estroboscópico	1.6
<b>Operativos y eléctricos</b>	
Tensión de entrada	220-240 V
Frecuencia de entrada	50 o 60 Hz
Corriente de arranque	14,2 A
Tiempo de irrupción	0,222 ms
Factor de potencia (mín.)	0.9
<b>Controles y regulación</b>	
Regulable	No
<b>Mecánicos y de carcasa</b>	
Material de la carcasa	Policarbonato
Material del reflector	Acero
Material óptico	PC
Material cubierta óptica/lente	Policarbonato
Material de la bandeja portaequipos	Acero
Material de fijación	Acero inoxidable
Acabado cubierta óptica/lente	Mate
Color	GR
<b>Aprobación y aplicación</b>	
Código de protección de entrada	IP65
Índice de protección	IK08
<b>Rendimiento inicial (conforme con IEC)</b>	
Flujo lumínico inicial (flujo del sistema)	6000 lm
Tolerancia de flujo lumínico	+/-10%
Eficacia de la luminaria LED inicial	140 lm/W
Corr. inic. de temperatura de color	4000 K
Índice de reproducción cromática	>80

Cromacidad inicial	(0.38,0.38)SDCM<=3
Potencia de entrada inicial	42.9 W
Tolerancia de consumo de energía	+/-10%
<b>Rendimiento en el tiempo (conforme con IEC)</b>	
índice de fallos del driver 5.000 h	0,13%
Índice de fallos del equipo de control con una vida útil mediana de 50.000 h Mantenimiento lumínico con una vida útil mediana* de 50.000 h	5,00%
Mantenimiento lumínico con una vida útil mediana* de 50.000 h	L80
<b>Condiciones de aplicación</b>	
Rango de temperatura ambiente	-20 °C a +40 °C
Temperatura ambiente para rendimiento Tq	25 °C

### Luminaria de emergencia

Cuerpo rectangular con aristas redondeadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Contiene una única lámpara basada en LED, que está siempre encendida. Las prestaciones mínimas que deberá cumplir el equipo, se recogen a continuación:

<b>Características:</b>	
Funcionamiento:	Permanente LED
Autonomía (h):	1
Lámpara en emergencia/Piloto testigo de carga/Lámpara de red:	LED
Grado de protección:	IP 44 IK04
Aislamiento eléctrico:	Clase II
Dispositivo de verificación:	Autotest
Conexión telemando:	Si
Tipo batería:	NiMH
<b>Acabados:</b>	
Color carcasa:	Blanco
Tensión de alimentación:	220-230V 50/60Hz
Tono Color LED:	Blanco Frío (6000°K-7000°K)
<b>Fotometría:</b>	
Flujo luminoso en emergencia (lm):	240
Flujo luminoso en presencia de red (lm):	300

### Interruptor automático 1000 A, 4P4R

Las prestaciones mínimas que deberá cumplir el equipo, se recogen a continuación:

Tipo de producto o componente	Interruptor automático
Aplicación del dispositivo	Para corriente > 0,1 A
Número de polos	4P
Descripción de polos protegidos	4R
Posición de neutro	Izquierda
(In) corriente nominal	1000 A en 50 °C
[Ue] Tensión nominal de empleo	690 V AC 50/60 Hz
Tipo de red	AC
Frecuencia de red	50/60 Hz
Poder de seccionamiento	Sí acorde a Icu
Categoría de empleo	Categoría AC
[Icu] Capacidad de corte	30 kA Icu en 660/690 V AC 50/60 Hz acorde a En > 50 A 50 kA Icu en 380/415 V AC 50/60 Hz acorde a En > 50 A 50 kA Icu en 440 V AC 50/60 Hz acorde a En > 50 A 85 kA Icu en 220/240 V AC 50/60 Hz acorde a En > 50 A 40 kA Icu en 500/525 V AC 50/60 Hz acorde a En > 50 A
Tecnología de unidad de disparo	Electrónico
Funciones de protección de unidad de control	LIG
Tipo de control	Mando rotativo. Maneta
Tipo de montaje	Fijo
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	800 V AC 50/60 Hz
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	8 kV
[Ics] Poder de corte en servicio	30 kA en 660/690 V AC 50/60 Hz acorde a En > 50 A 40 kA en 500/525 V AC 50/60 Hz acorde a En > 50 A 50 kA en 220/240 V AC 50/60 Hz acorde a En > 50 A 50 kA en 380/415 V AC 50/60 Hz acorde a En > 50 A 50 kA en 440 V AC 50/60 Hz acorde a En > 50 A
Durabilidad mecánica	10000 ciclos
Durabilidad eléctrica	2000 ciclos en 690 V In 4000 ciclos en 690 V In/2 5000 ciclos en 440 V In 6000 ciclos en 440 V In/2
Tipo de protección	Protección de sobrecarga (mucho tiempo) Prot.contra cortocirc.(inst.)
Tipo de ajuste de detección a largo plazo Ir	9 regulaciones
[Ir] Intervalo de ajuste de detección a largo plazo	0,4...1 x pol

Long-time protection delay adjustment type tr	9 regulaciones
[Tr] ajuste de retardo de larga duración	12,5...600 s en 1.5 x Ir 0,5...24 s en 6 x Ir 0,7... 16,6 s en 7.2 x Ir
Tipo de ajuste protección li	Ajustable
[li] intervalo de ajuste	1,5...10 x Ir
Composición de los contactos auxiliares	1 NA/NC
Grado de protección IP	IP40 acorde a IEC 60529
Grado de protección IK	IK07
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-50...85 °C
Humedad relativa	0...95 %
Altitud máxima de funcionamiento	0...2000 m sin disminución

### Interrupor automático 630 A, 4P4R

Las prestaciones mínimas que deberá cumplir el equipo, se recogen a continuación:

Tipo de producto o componente	Interrupor automático
Aplicación del dispositivo	Para corriente > 0,1 A
Número de polos	4P
Descripción de polos protegidos	4R / 3R+N/2 / 3R
Posición de neutro	Izquierda
(In) Corriente nominal	630 A en 40 °C
[Ue] Tensión nominal de empleo	690 V AC 50/60 Hz
Tipo de red	AC
Frecuencia de red	50/60 Hz
Poder de seccionamiento	Sí acorde a Icu
Categoría de empleo	Categoría A
Capacidad de corte	85 kA Icu en 220/240 VAC 50/60Hz acorde a En>50A 50 kA Icu en 380/415 VAC 50/60Hz acorde a En>50A 42 kA Icu en 440 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 30 kA Icu en 500 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 22 kA Icu en 525 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 10 kA Icu en 660/690 VAC 50/60Hz acorde a En>50A 50 kA en 480 V AC 50/60 Hz acorde a UL 508

Tecnología de unidad de disparo	Electrónico
Funciones de protección de unidad de control	LSol
Tipo de control	Maneta
Tipo de montaje	Fijo
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	800 V AC 50/60 Hz
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	8 kV
[Ics] Poder de corte en servicio	85 kA en 220/240 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 50 kA en 380/415 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 42 kA en 440 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 30 kA en 500 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 11 kA en 525 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 10 kA en 660/690 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A
Durabilidad mecánica	15000 ciclos
Durabilidad eléctrica	8000 ciclos en 440 V In/2 4000 ciclos en 440 V In 6000 ciclos en 690 V In/2 2000 ciclos en 690 V In
Tipo de protección	Protección de sobrecarga (mucho tiempo) Protección contra cortocircuitos de corta duración con retardo fijo Prot.contra cortocirc.(inst.)
Tipo de ajuste de detección a largo plazo Ir	9 regulaciones
Intervalo de ajuste de detección a largo plazo	250...630A
Tipo de ajuste de retardo de larga duración	Fijo
[Tr] ajuste de retardo de larga duración	400 s en 1.5 x Ir 16 s en 6 x Ir 11 s en 7.2 x Ir
Tipo de ajuste de detección Isd de corto retardo	9 regulaciones
(Isd) intervalo de ajuste de detección a corto plazo	1.5...10 x Ir
Tipo de ajuste de retardo de corta duración	Fijo
Tipo de ajuste de detección instantánea Ii	Fijo
Intervalo de ajuste de detección instantánea	6900 A
Categoría de sobretensión	Clase II
Clase de protección contra descargas eléctricas	Clase II
Grado de protección IP	IP40 acorde a IEC 60529

Grado de protección IK	IK07 acorde a IEC 62262
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-50...85 °C
Humedad relativa	0...95 %
Altitud máxima de funcionamiento	0...2000 m sin disminución

### Interruptor automático 400 A, 4P4R

Las prestaciones mínimas que deberá cumplir el equipo, se recogen a continuación:

Tipo de producto o componente	Interruptor automático
Aplicación del dispositivo	Para corriente > 0,1 A
Número de polos	4P
Descripción de polos protegidos	4R / 3R+N/2 / 3R
Posición de neutro	Izquierda
(In) Corriente nominal	400 A en 40 °C
[Ue] Tensión nominal de empleo	690 V AC 50/60 Hz
Tipo de red	AC
Frecuencia de red	50/60 Hz
Poder de seccionamiento	Sí acorde a Icu
Categoría de empleo	Categoría A
Capacidad de corte	85 kA Icu en 220/240 VAC 50/60Hz acorde a En>50A 50 kA Icu en 380/415 VAC 50/60Hz acorde a En>50A 42 kA Icu en 440 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 30 kA Icu en 500 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 22 kA Icu en 525 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 10 kA Icu en 660/690 VAC 50/60Hz acorde a En>50A 50 kA en 480 V AC 50/60 Hz acorde a UL 508
Tecnología de unidad de disparo	Electrónico
Funciones de protección de unidad de control	LSol
Tipo de control	Maneta
Tipo de montaje	Fijo
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	800 V AC 50/60 Hz
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	8 kV

[Ics] poder de corte en servicio	85 kA en 220/240 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 50 kA en 380/415 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 42 kA en 440 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 30 kA en 500 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 11 kA en 525 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 10 kA en 660/690 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A
Durabilidad mecánica	15000 ciclos
Durabilidad eléctrica	12000 ciclos en 440 V In/2 6000 ciclos en 440 V In 6000 ciclos en 690 V In/2 3000 ciclos en 690 V In
Tipo de protección	Protección de sobrecarga (mucho tiempo) Protección contra cortocircuitos de corta duración con retardo fijo Prot.contra cortocirc.(inst.)
Tipo de ajuste de detección a largo plazo Ir	9 regulaciones
Intervalo de ajuste de detección a largo plazo	160...400A
Tipo de ajuste de retardo de larga duración	Fijo
[Tr] ajuste de retardo de larga duración	400 s en 1.5 x Ir 16 s en 6 x Ir 11 s en 7.2 x Ir
Tipo de ajuste de detección Isd de corto retardo	9 regulaciones
(Isd) intervalo de ajuste de detección a corto plazo	1.5...10 x Ir
Tipo de ajuste de retardo de corta duración	Fijo
Tipo de ajuste de detección instantánea Ii	Fijo
Intervalo de ajuste de detección instantánea	4800 A
Categoría de sobretensión	Clase II
Clase de protección contra descargas eléctricas	Clase II
Grado de protección IP	IP40 acorde a IEC 60529
Grado de protección IK	IK07 acorde a IEC 62262
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-50...85 °C
Humedad relativa	0...95 %
Altitud máxima de funcionamiento	0...2000 m sin disminución

### Interruptor automático 400 A, 3P3R

Las prestaciones mínimas que deberá cumplir el equipo, se recogen a continuación:

Tipo de producto o componente	Interruptor automático
Aplicación del dispositivo	Para corriente > 0,1 A
Número de polos	3P
Descripción de polos protegidos	3R
(In) Corriente nominal	400 A en 40 °C
Tipo de red	AC
Frecuencia de red	50/60 Hz
Poder de seccionamiento	Sí acorde a Icu
Categoría de empleo	Categoría A
Capacidad de corte	40 kA Icu en 220/240 VAC 50/60Hz acorde a En>50A 36 kA Icu en 380/415 VAC 50/60Hz acorde a En>50A 30 kA Icu en 440 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Tipo de control	Maneta
Tipo de montaje	Fijo
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	8 kV
[Ics] poder de corte en servicio	40 kA Icu en 220/240 VAC 50/60Hz acorde a En>50A 36 kA Icu en 380/415 VAC 50/60Hz acorde a En>50A 23 kA Icu en 440 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50
Durabilidad mecánica	15000 ciclos
Durabilidad eléctrica	6000 ciclos en 415 V In
Tipo de protección	Protección contra cortocircuitos (magnética) Protección contra sobrecarga (térmica)
Tipo de ajuste de detección a largo plazo Ir	Ajustable
Intervalo de ajuste de protección térmica	280...400A
Tipo de ajuste de retardo de larga duración	Fijo
Tipo de ajuste de detección instantánea Ii	Ajustable
Intervalo de ajuste de detección instantánea	5...10 x pol
Categoría de sobretensión	Clase II
Clase de protección contra descargas eléctricas	Clase II
Grado de protección IP	IP40 acorde a IEC 60529
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...70 °C

Temperatura ambiente de almacenamiento	-50...85 °C
--	-------------

### Interruptor automático 40 A, 4P4R

Las prestaciones mínimas que deberá cumplir el equipo, se recogen a continuación:

Tipo de producto o componente	Interruptor automático
Aplicación del dispositivo	Para corriente > 0,1 A
Número de polos	4P
Descripción de polos protegidos	4R
Posición de neutro	Izquierda
(In) Corriente nominal	40 A en 40 °C
[Ue] Tensión nominal de empleo	690 V AC 50/60 Hz
Tipo de red	AC
Frecuencia de red	50/60 Hz
Poder de seccionamiento	Sí acorde a Icu
Categoría de empleo	Categoría A
Capacidad de corte	85 kA Icu en 220/240 VAC 50/60Hz acorde a En>50A 36 kA Icu en 380/415 VAC 50/60Hz acorde a En>50A 35 kA Icu en 440 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 25 kA Icu en 500 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 22 kA Icu en 525 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 8 kA Icu en 660/690 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Funciones de protección de unidad de control	LIG
Tipo de control	Maneta
Tipo de montaje	Fijo
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	800 V AC 50/60 Hz
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	8 kV
[Ics] poder de corte en servicio	85 kA Icu en 220/240 VAC 50/60Hz acorde a En>50A 36 kA Icu en 380/415 VAC 50/60Hz acorde a En>50A 35 kA Icu en 440 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 12 kA Icu en 500 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A

	11 kA Icu en 525 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 4 kA Icu en 660/690 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50
Durabilidad mecánica	50000 ciclos
Durabilidad eléctrica	50000 ciclos en 440 V In/2 30000 ciclos en 440 V In 20000 ciclos en 690 V In/2 10000 ciclos en 690 V In
Tipo de protección	Protección de sobrecarga (térmica) Protección contra cortocircuitos (magnética)
Tipo de ajuste de detección a largo plazo Ir	Ajustable
Intervalo de ajuste de detección a largo plazo	0,7...1 x In
Tipo de ajuste de retardo de larga duración	Fijo
[Tr] ajuste de retardo de larga duración	120...400 s en 1.5 x Ir 15 s en 6 x Ir
Tipo de ajuste de detección instantánea Ii	Fijo
Intervalo de ajuste de detección instantánea	500 A
Categoría de sobretensión	Clase II
Clase de protección contra descargas eléctricas	Clase II
Grado de protección IP	IP40 acorde a IEC 60529
Grado de protección IK	IK07 acorde a IEC 62262
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-50...85 °C
Humedad relativa	0...95 %
Altitud máxima de funcionamiento	0...2000 m sin disminución

### Conductores.

El número de conductores vendrá fijado por el número de fases necesarias para la utilización de los receptores de la derivación correspondiente y según su potencia, llevando cada línea su correspondiente conductor neutro así como el conductor de protección. En el caso de suministros individuales el punto de conexión del conductor de protección, se dejará a criterio del proyectista de la instalación. Además, cada derivación individual incluirá el hilo de mando para posibilitar la aplicación de diferentes tarifas. No se admitirá el empleo de conductor neutro común ni de conductor de protección común para distintos suministros.

Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme, exceptuándose en este caso las conexiones realizadas en la ubicación de los contadores y en los dispositivos de protección.

Los conductores a utilizar serán de cobre, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V. Se seguirá el código de colores indicado en la ITC-BT-19.

Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Los conductores a utilizar, serán no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, además serán no propagadores de la llama, con cubiertas coloreadas con el actual código de colores, cumpliendo con las normas de referencia indicadas en la ITC-BT-02:

FASES: MARRÓN, NEGRO O GRIS (solo en instalación trifásica).

NEUTRO: AZUL CELESTE.

TIERRA: AMARILLO CON VETA VERDE.

Los cuadros y subcuadros, serán plásticos con puerta y empotrados en pared donde se alojarán los interruptores automáticos magnetotérmicos y diferenciales, con las conexiones no accesibles cumpliendo estrictamente las siguientes instrucciones:

- Instrucción ITC-BT-17 (Dispositivo privado de mando y protección general).
- Instrucción ITC-BT-22 (Protección contra sobrecargas y cortocircuitos).
- Instrucción ITC-BT-23 (Protección contra sobretensiones).
- Instrucción ITC-BT-24 (Protección contra contactos directos e indirectos).

Los circuitos se instalarán bajo tubería de plástico flexible coarrugada reforzada en instalación empotrada y PVC rígida en montaje superficial, ITC-BT-21.

Se conectará a tierra la totalidad de la maquinaria a instalar, así como cualquier elemento mecánico que pueda quedar con tensión accidentalmente.

La resistencia de aislamiento de la instalación, será superior a 250.000 Ohmios en el alumbrado y 380.000 en fuerza motriz.

Al local se le dotará de alumbrado de emergencia y señalización en las puertas de salida y recorridos de evacuación, cumpliendo la Instrucción ITC-BT-28, así como el R.D. 614/01 de 8 de junio sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

Para la realización de la p.a.t. se seguirá la Instrucción ITC-BT-18.

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, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma indicada en ITC-BT-02.

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.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación.

Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc.) no deben ser utilizadas como tomas de tierra por razones de seguridad.

Las envolventes de plomo y otras envolventes de cables que no sean susceptibles de deterioro debido a una corrosión excesiva, pueden ser utilizadas como toma de tierra, previa autorización del propietario, tomando las precauciones debidas para que el usuario de la instalación eléctrica sea advertido de los cambios del cable que podría afectar a sus características de puesta a tierra.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas.

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.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

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 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección, con excepción de las envolventes montadas en fábrica o canalizaciones prefabricadas mencionadas anteriormente.

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve.

Se incluyen dentro de este alumbrado el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

Los aparatos autónomos destinados a alumbrado de emergencia deberán cumplir las normas UNE-EN 60598 -2-22 y la norma UNE 20392 o UNE 20.062, según sea el tipo de luminaria.

### **Luminaria alimentada por fuente central.**

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente y que está alimentada a partir de un sistema de alimentación de emergencia central, es decir, no incorporado en la luminaria.

Las luminarias que actúan como aparatos de emergencia alimentados por fuente central deberán cumplir lo expuesto en la norma UNE-EN 60598 -2-22.

Los distintos aparatos de control, mando y protección generales para las instalaciones del alumbrado de emergencia por fuente central entre los que figurará un voltímetro de clase 2,5 por lo menos, se dispondrán en un cuadro único, situado fuera de la posible intervención del público.

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central, estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 1 A como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz o, si en la dependencia o local considerado existiesen varios puntos de luz para alumbrado de emergencia, éstos deberán ser repartidos, al menos, entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a doce.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central se dispondrán, cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, a 5 cm como mínimo, de otras canalizaciones eléctricas y, cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de éstas por tabiques incombustibles no metálicos.

El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en lugares a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico (cabines de proyección, escenarios, salas de público, escaparates, etc.), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica, y siempre antes del cuadro general.

En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.

En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no

afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos, y si procede contra contactos indirectos.

Las canalizaciones deben realizarse según lo dispuesto en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20 y estarán constituidas por:

- Conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750 V, colocados bajo tubos o canales protectores, preferentemente empotrados en especial en las zonas accesibles al público.

- Conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción totalmente construidos en materiales incombustibles de resistencia al fuego RF-120, como mínimo.

- Conductores rígidos aislados, de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, armados, colocados directamente sobre las paredes.

Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21123 parte 4 ó 5; o a la norma UNE 211002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como "no propagadores de la llama" de acuerdo con las normas de referencia de la ITC-BT-02, cumplen con esta prescripción.

Los cables eléctricos destinados a circuitos de servicios de seguridad no autónomos o a circuitos de servicios con fuentes autónomas centralizadas, deben mantener el servicio durante y después del incendio, siendo conformes a las especificaciones de la norma UNE-EN 50200 y tendrán emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a la norma UNE 21123 partes 4 ó 5, apartado 3.4.6, cumplen con la prescripción de emisión de humos y opacidad reducida.

Las fuentes propias de energía de corriente alterna a 50 Hz, no podrán dar tensión de retorno a la acometida o acometidas de la red de Baja Tensión pública que alimenten al local de pública concurrencia.

Las bañeras y duchas metálicas deben considerarse partes conductoras externas susceptibles de transferir tensiones, a menos que se instalen de forma que queden aisladas de la estructura y de otras partes metálicas del edificio. Las bañeras y duchas metálicas pueden considerarse aisladas del edificio, si la resistencia de aislamiento entre el área de los baños y duchas y la estructura del edificio, es de cómo mínimo 100 K $\Omega$ .

Atendiendo a la circular nº 2/2006 de 1 de Diciembre, de la Dirección General de Industria y Energía, sobre redes equipotenciales en baños y duchas, en el que se establece las instrucciones para llevar a la instalación, Se empleará como modalidad de ejecución de la instalación interior de aguas, la de vaina, es decir, la canalización de agua irá dentro de otro tubo o vaina, la cual será dimensionada de tal manera que permita enhebrar conjuntamente el conductor equipotencial, lo que posibilita ejecutar la red equipotencial por dentro de la vaina. En los cambios de dirección se colocarán cajas de registro, donde se dejará un punto de conexión para las derivaciones del conductor equipotencial hacia el grifo, llave o partes metálicas accesibles.

- Las bañeras, mamparas de baño y duchas metálicas deben considerarse partes conductoras externas susceptibles de transferir tensiones, a menos que se instalen de forma que queden aisladas de la estructura y de otras partes metálicas del edificio. Las bañeras y duchas metálicas pueden considerarse aisladas del edificio, si la resistencia de aislamiento entre el área de los baños y duchas y la estructura del edificio, es de cómo mínimo 100 K $\Omega$ .

La citada red equipotencial se unirá al conductor de protección que forma parte de la red general de tierras del edificio.

En aquellos supuestos donde no sea aconsejable la solución anterior, se podrá adoptar como alternativa la siguiente solución constructiva:

Se conectarán a una toma de tierra las llaves generales de paso de agua fría y caliente de los baños o locales análogos, siempre que las mismas sean de naturaleza metálica.

Estas llaves no serán directamente accesibles a los usuarios o se instalarán a una altura no inferior a 2,5 metros.

Estas conexiones se unirán a la red general de tierras de la estructura del edificio y no serán directamente accesibles a los usuarios.

Además será necesario poner a tierra la canalización general de agua en al menos dos puntos donde existan accesorios metálicos (contador, bomba, llave de corte, válvula, etc).

El hecho de que en estos aparatos, en los espacios comprendidos entre la bañera y el suelo y las paredes y el techo de las cabinas y las paredes y techos del local donde se instalan, coexiste equipo eléctrico tanto de baja tensión como de Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) con tuberías o depósitos de agua u otros líquidos, hace necesario que se requieran condiciones especiales de instalación.

En general todo equipo eléctrico, electrónico, telefónico o de telecomunicación incorporado en la cabina o bañera, incluyendo los alimentados a MBTS, deberán cumplir los requisitos de la norma UNE-EN 60.335 -2-60.

La conexión de las bañeras y cabinas se efectuará con cable con cubierta de características no menores que el de designación H05VV-F o mediante cable bajo tubo aislante con conductores aislados de tensión asignada 450/750V. Debe garantizarse que, una vez instalado el cable o tubo en la caja de conexiones de la bañera o cabina, el grado de protección mínimo que se obtiene sea IPX5.

Todas las cajas de conexión localizadas en paredes y suelo del local bajo la bañera o plato de ducha, o en las paredes o techos del local, situadas detrás de paredes o techos de una cabina por donde discurren tubos o depósitos de agua, vapor u otros líquidos, deben garantizar, junto con su unión a los cables o tubos de la instalación eléctrica, un grado de protección mínimo IPX5. Para su apertura será necesario el uso de una herramienta.

No se admiten empalmes en los cables y canalizaciones que discurren por los volúmenes determinados por dichas superficies salvo si estos se realizan con cajas que cumplan el requisito anterior. Las medidas ambientales que se han implementado en el proyecto para conseguir su integración y sostenibilidad ambiental, se recogen en el Anejo 18 Documento ambiental. De esas medidas, se describen a continuación las que se corresponden con la aplicación de las directrices elaboradas por el CSIC en el ámbito del PRTR.

### **2.3. MEDIDAS AMBIENTALES**

Las medidas ambientales que se han implementado en el proyecto para conseguir su integración y sostenibilidad ambiental, se recogen en el Anejo 23 Documento ambiental. De esas medidas, se describen a continuación las que se corresponden con la aplicación de las directrices elaboradas por el CSIC en el ámbito del PRTR.

### 2.3.1 Divulgación y formación en buenas prácticas agrícolas

Como medida transversal a todas las demás que se diseñan en este documento ambiental, se desarrolla una medida de divulgación y formación en el Código de Buenas Prácticas Agrarias (CBPA), con el objetivo de transmitir una conciencia ecológica a los agricultores a través de la formación y la exposición de acciones demostrativas eficaces, para ayudar a alcanzar la sostenibilidad e integración ambiental de los regadíos.

En este sentido, se incorporan acciones concretas de divulgación y formación en buenas prácticas agrarias, dirigidas a los miembros de la Comunidad de usuarios del agua beneficiaria de la obra, que se desarrollarán antes de hacerse entrega de la misma. Se trata de una medida preventiva en la fase de construcción del proyecto. Esta medida se ha desarrollado de acuerdo con lo establecido en las directrices elaboradas por el CEBAS-CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

En el programa de divulgación y formación en buenas prácticas agrarias (BPA) se han incluido los siguientes cursos:

#### Curso general: Optimización de la eficiencia del regadío y su gestión ambiental en el marco del CBPA

Los objetivos generales son introducir el contexto administrativo y de políticas que han dado lugar al Plan y los principios que soportan la orientación de las directrices.

Este curso presenta unos contenidos comunes que se consideran esenciales para aplicar BPA en zonas agrícolas de regadío y para conseguir los objetivos globales marcados por las directrices.

Se expondrá una introducción sobre el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) y la aplicación del principio Do Not Significant Harm o DNSH por sus siglas en inglés, en el marco de dicho Plan y así como una visión general de las directrices 1, 2, 3 y 4 desarrolladas por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CEBAS-CSIC) en el ámbito del PRTR citado, en las que se abordan los cursos específicos para cada directriz, extrayendo de ellos los aspectos más relevantes y equilibrando los diferentes aspectos a tratar.

Serán impartidos aspectos formativos que son básicos, necesarios y relevantes a la hora de aplicar el CBPA en zonas agrícolas de regadío:

- i) Conservación y calidad de los suelos en zonas agrícolas de regadío.
- ii) Balance de agua en los suelos.
- iii) Agricultura de precisión y uso sostenible de plaguicidas.
- iv) Uso eficiente de fertilizantes nitrogenados.
- v) Eficiencia del uso de la energía en redes de riego presurizadas.
- vi) Principios básicos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas.

#### Curso específico: Optimización de la eficiencia del regadío y su gestión ambiental en el marco del CBPA

Se impartirá además un curso de formación específico en relación con las directrices 3 y 4 elaboradas por el CSIC titulado "Implementación de medidas y buenas

prácticas para la sostenibilidad ambiental de los paisajes agrarios de regadíos” en el que se aplican los conocimientos adquiridos en el curso de contenidos comunes también desarrollado a través de las directrices del CSIC en el ámbito del PRTR, en el que se tratará los principios básicos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas y las estructuras vegetales de conservación y mejora de la habitabilidad para la fauna acompañante al paisaje agrario. Contenidos:

- vii) Introducción: Recapitulación del módulo 7 del curso general de contenidos comunes, metodología y técnicas para la diversificación del paisaje rural.
- viii) Normativa vigente.
- ix) Infraestructura verde. Soluciones basadas en la naturaleza. Renaturalización.
- x) Implementación de barreras vegetales: localización, diseño, ejecución y mantenimiento.
- xi) Implementación de acciones para la conservación de fauna en los paisajes de regadío.
- xii) Casos prácticos a realizar

Curso específico: Optimización de la eficiencia del regadío y su gestión ambiental en el marco del CBPA

Se impartirá además un curso de formación específico en relación con las directrices 3 y 4 elaboradas por el CSIC titulado “Implementación de medidas y buenas prácticas para la sostenibilidad ambiental de los paisajes agrarios de regadíos” en el que se aplican los conocimientos adquiridos en el curso de contenidos comunes también desarrollado a través de las directrices del CSIC en el ámbito del PRTR, en el que se tratará los principios básicos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas y las estructuras vegetales de conservación y mejora de la habitabilidad para la fauna acompañante al paisaje agrario. Contenidos:

- xiii) Introducción: Recapitulación del módulo 7 del curso general de contenidos comunes, metodología y técnicas para la diversificación del paisaje rural.
- xiv) Normativa vigente.
- xv) Infraestructura verde. Soluciones basadas en la naturaleza. Renaturalización.
- xvi) Implementación de barreras vegetales: localización, diseño, ejecución y mantenimiento.
- xvii) Implementación de acciones para la conservación de fauna en los paisajes de regadío.
- xviii) Casos prácticos a realizar

Curso específico: Establecimiento de sistemas colectivos de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad del agua de riego

Por un lado, se tratarán aspectos relacionados con el control de la calidad de las aguas de entrada en los sistemas de riego cuando se trate de aguas procedentes de fuentes alternativas y, por otro lado, información relativa al control de la calidad del agua de salida, es decir, de los retornos de riego (distinguiendo si estos drenan a cauces superficiales o subterráneos).

Los objetivos principales de estos cursos de formación son:

1. Conocer la normativa vigente, europea, nacional y de las comunidades autónomas en materia relacionada con la contaminación difusa de fuentes agrarias.
2. Sensibilizar al sector agrario sobre los problemas que las malas prácticas agrícolas en riego y fertilización tienen sobre el medio ambiente, y, en especial, sobre las masas de agua que reciben los retornos de riego.
3. Dotar al sector agrícola de regadío de los conocimientos básicos sobre cómo implementar una red de control de calidad de los retornos de riego, las infraestructuras que lo componen, los sensores y equipos más comunes, así como prácticas de mantenimiento de la red.
4. Ayudar a interpretar los datos que proporciona la red para establecer cambios en las prácticas culturales (riego y fertilización, especialmente).
5. Estrategias para reducir el impacto ambiental de la actividad agraria mediante prácticas de riego y fertilización adecuadas.

El contenido formativo está dividido en tres cursos específicos. El primero está orientado a la determinación de la calidad del agua de entrada en zonas con uso de fuentes de agua no convencionales y, el segundo y tercer curso, a la implementación de una red de control en drenajes superficiales y subterráneos, respectivamente.

### 2.3.2 Sistemas de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad del agua y de los retornos de riego

Siguiendo las recomendaciones de la Directriz nº2 del CSIC, se desarrolla una propuesta de red de control de calidad de las aguas y retornos de riego en el ámbito de desarrollo del proyecto. El objetivo principal será la localización más idónea posible de las estaciones de control que se consideren necesarias al objeto de:

- Medir las entradas y los retornos.
- Establecer las frecuencias de muestreo.
- Permitir la correcta interpretación de resultados.

#### Inventario de elementos condicionantes

Se ha realizado un inventario de los principales elementos técnicos y ambientales presentes en el ámbito que podrían condicionar la ubicación de las estaciones, valorando la idoneidad conforme a factores como la *permeabilidad, líneas de flujo de las aguas subterráneas, red de barrancos, distribución de parcelas, lugares de interés geológico, presencia de hábitats y especies vinculadas al agua, presencia de espacios protegidos, zonas sin elementos antrópicos y zonas con presencia de elementos patrimoniales.*

Teniendo en cuenta las características de la zona de El Golfo, se consideran ubicaciones prioritarias para la red de control, aquellas vinculadas a la localización de las parcelas a regar, en zonas de dirección de flujo de las aguas subterráneas y en zonas con mayor permeabilidad del terreno.

#### Propuesta de red de control FRR

La propuesta de red de control de calidad de agua y retornos de riego para la zona regable de El Golfo sugiere la incorporación de nueve puntos pertenecientes a la red del Programa de seguimiento de las aguas subterráneas (DMA) existente en el ámbito de las zonas regables.

CÓDIGO ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	TIPO	X UTM	Y UTM	COTA (m.s.n.m.)
1270001	PG-42-Pozo Los Padrones (Cata)	Pozo-Galería	205.637	3.076.118	52
1270004	PG-37-Pozo Tigaday	Pozo-Galería	203.106	3.073.290	272
1270010	S-16	Sondeo	202.837	3.073.417	265,12
1270016	L2-P4	Sondeo	202.578	3.074.570	134,21
1270022	L1-P0	Sondeo	205.079	3.077.396	55,97
1270023	P-40	Pozo canario	203.961	3.076.136	57,27
1270024	P1-S1	Sondeo	201.345	3.074.299	120,16
1270026	L2-P3	Sondeo	203.186	3.074.986	114,67
1270027	P3-S1	Sondeo	201.927	3.074.482	120,32

**Tabla 1. Localización de los puntos pertenecientes a la red de control (DMA)**

Además, se propone la incorporación de captaciones existentes que pertenecen a otras redes de control, en este caso de la ULL.

CÓDIGO ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	TIPO	X UTM	Y UTM	COTA (m.s.n.m.)
L1-P3	L1-P3 (detrás almacén)	Sondeo	202.358	3.075.383	73
S-11	S-11	Sondeo	202.457	3.073.870	210
ORC-1	Pozo Fátima	Pozo	203.708	3.074.671	134
ORC-2	Pozo-Galería San Simón	Pozo-Galería	193.708	3.073.857	31

**Tabla 2. Localización de los puntos pertenecientes a la red de control de la ULL**

Como actuación complementaria se sugiere la construcción de un nuevo punto de control en la parte alta del ámbito regable de Las Breñas, considerando el sentido del flujo del agua subterránea y la permeabilidad del terreno, además de la cercanía a vías de comunicación que faciliten el acceso, la no afección a elementos ambientales (hábitats de interés comunitario, zonas de interés patrimonial, cauces). Dicho punto tendría el doble propósito de medir la calidad y la altura de agua.

A continuación, se resumen los datos de ubicación y profundidad de dicho punto, si bien se trata de valores aproximados, que deberán ser corroborados *in situ* durante las obras.

CÓDIGO ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	TIPO	X UTM	Y UTM	COTA (m.s.n.m.)	PROFUNDIDAD ESTIMADA*
S-FRR-1	Breña	Sondeo	198.382	3.073.573	90,15	80

**Tabla 3. Datos de localización, tipología y profundidad del punto propuesto**

\*La profundidad del sondeo vendrá determinada por la detección del nivel de agua durante las obras

### 2.3.3 Medidas para el control de la erosión y escorrentía

- Se procederá a la revegetación (restauración del hábitat potencial de cardonal) de los taludes del depósito, en una superficie de 2.370,8 m<sup>2</sup>. En los planos y el documento ambiental se muestra el área a revegetar.

Una de sus principales funciones es asegurar los taludes del depósito (control de la erosión y la escorrentía). No obstante, la selección de especies persigue la

conservación y favorecimiento de la biodiversidad, creación de espacios representativos de hábitats de interés, y propiciar la presencia de fauna auxiliar, como polinizadores y enemigos naturales. Además, contribuye a la integración paisajística.

La plantación se realizará mediante estructuras vegetales lineales arbustivas diseñadas para el control de la erosión y la escorrentía. Además, la selección de especies está enfocada para restaurar el hábitat potencial de cardonal, así como para favorecer la presencia de polinizadores y enemigos naturales. La revegetación contribuirá, además, a la integración paisajística de la infraestructura.

La primera línea de plantación se realizará en el borde exterior (a la cota más alta) de la superficie señalada en la imagen anterior.

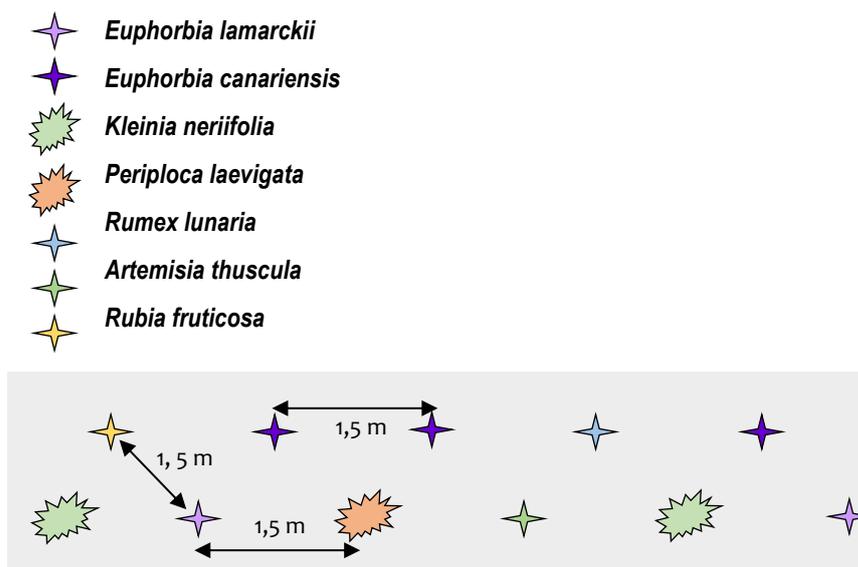
El diseño de plantación estará formado por bandas de plantación adaptándose al perímetro del depósito, que contarán, cada una, con 2 líneas de plantación paralelas al borde del depósito separadas entre sí por 1,5 metros de distancia. La cantidad de bandas de plantación variará entre 1 y 3, dependiendo de la superficie disponible en el talud según se indica en el documento ambiental. La banda exterior se situará a una distancia de 2-3 metros del borde exterior del talud, mientras que la banda más cercana al depósito se distanciará 2,5 - 4 metros del mismo. Las bandas de plantación se distanciarán 2,5 - 4 metros entre ellas.

Cada banda estará formada por especies arbustivas dispuestas al tresbolillo, formando triángulos equiláteros de 1,5 metros de lado (Imagen 1). Serán necesarios 507 ejemplares para completar los 2.370,8 m<sup>2</sup> de revegetación. Los arbustos se plantarán siguiendo los porcentajes de cada especie según la siguiente tabla:

Especies	% de plantación	Nº de ejemplares necesarios
Cardón ( <i>Euphorbia canariensis</i> )	30	153
Tabaiba amarga ( <i>Euphorbia lamarckii</i> )	20	101
Verode ( <i>Kleinia neriifolia</i> )	20	101
Cornical ( <i>Periploca laevigata</i> )	10	51
Vinagrera ( <i>Rumex lunaria</i> )	10	51
Incienso ( <i>Artemisia thuscula</i> )	5	25
Tasaigo ( <i>Rubia fruticosa</i> )	5	25
	<b>100%</b>	<b>507</b>

Tabla 4. Porcentajes de plantación y nº de ejemplares necesarios para la revegetación proyectada

Fuente: Elaboración propia



**Imagen 1. Marco de plantación de las bandas de plantación.**  
**Fuente: Elaboración propia**

El diseño de esta medida se ha fundamentado en la información recogida en las directrices científico-técnicas elaboradas por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CEBAS-CSIC) en el marco del Plan de Recuperación Transformación y Resiliencia.

#### 2.3.4 Instalación de cajas nido

- Se instalarán 10 casetas nido a las que se accede por un agujero de 19x25x15 cm para herrerillo africano (*Cyaniste Teneriffae*), en zonas arboladas cercanas a las actuaciones del proyecto. Se situarán en árboles o grandes arbustos que proporcionen una buena cobertura alrededor de la entrada de la caja. Se colocará colgada de una rama a una altura de 3,5-4 metros, con orientación entre N y SE.
- Se instalarán 30 caseta nido de frente abierto con medidas 24x18x22.5 cm para petirrojo (*Erithacus rubecula*), en zonas arboladas cercanas a las actuaciones del proyecto. Se situarán en árboles o grandes arbustos que proporcionen una buena cobertura alrededor de la entrada de la caja. Se colocará colgada de una rama a una altura de 2,5-4 metros, con orientación entre N y SE.
- Se instalarán 3 casetas nido para murciélagos de medidas 39.5x28x16 cm, en zonas arboladas cercanas a las actuaciones del proyecto. Se colocarán unidas al tronco de un árbol o poste, o adheridas a una pared, a una altura de 3,5-5 metros, con orientación entre N y SE, y con el acceso despejado de ramas, cables u otros obstáculos.

Para determinar la ubicación y tipo de cajas se seguirá lo especificado en el documento ambiental.

### 2.3.5 Instalación de hoteles para insectos

Se instalarán 25 “hoteles” para insectos de medidas 30x10x30 cm., 1 en las proximidades de la EDAM, en zonas arboladas cercanas a las actuaciones del proyecto. Se deben colocar a una altura mínima de 2,5 metros, en troncos, postes o paredes. Se evitarán exposiciones insoladas (Norte). No se colocarán en árboles que reciban directamente tratamientos fitosanitarios o en lugares proclives a recibir tratamientos que puedan afectar a la viabilidad del refugio.

## 2.4. RELACIONES ENTRE LA PROPIEDAD Y EL CONTRATISTA

### 2.4.1 Dirección de las obras

El facultativo de la Propiedad, “Director Facultativo”, es la persona, con titulación adecuada y suficiente, directamente responsable de la comprobación y vigilancia de la correcta realización de la obra contratada.

Para el desempeño de su función, podrá contar con colaboradores a sus órdenes, que desarrollarán su labor en función de las atribuciones derivadas de sus títulos profesionales o de sus conocimientos específicos y que integrarán, junto con el Director, la Dirección Facultativa.

### 2.4.2 Funciones del director

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

- a) Exigir al Contratista, directamente o a través del personal a sus órdenes el cumplimiento de las condiciones contractuales, con la facultad de controlar totalmente la ejecución de la obra.
- b) Cuidar que la ejecución de las obras se realice con la estricta sujeción al Proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas, así como del cumplimiento del Programa de Trabajo.
- c) Definir aquellas condiciones técnicas que los Pliegos de Condiciones o Prescripciones correspondientes dejan a su decisión.
- d) Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de los planos, condiciones de materiales y de ejecución de unidades de obra.
- e) Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del contrato o aconsejen su modificación, tramitando en su caso, las propuestas correspondientes.
- f) Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en casos de urgencia y gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en

curso; para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal y medios de la obra.

g) Acreditar al Contratista las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del contrato de adjudicación de las obras o en este Pliego.

h) Participar en la Recepción de las obras y redactar la liquidación de las obras, conforme a las normas legales establecidas.

#### 2.4.3 Facilidades a la dirección

El Contratista estará obligado a prestar su colaboración a la Dirección para el normal cumplimiento de las funciones a ésta encomendadas.

El Contratista proporcionará a la Dirección toda clase de facilidades para practicar replanteos, reconocimientos, y pruebas de los materiales y de su preparación, así como para llevar a cabo la inspección y vigilancia de la obra y de todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, facilitando en todo momento el libre acceso a todas las partes de la obra, incluso a las fábricas y talleres donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras, de lo cual deberá hacer constar este requisito en los contratos y pedidos que realice con sus suministradores.

#### 2.4.4 Contratista y su personal de obra

Se entiende por Contratista la parte contratante obligada a ejecutar la obra.

Se entiende por Delegado de Obra del Contratista, en lo sucesivo "Delegado", la persona designada expresamente por el Contratista y aceptada por la Propiedad, con capacidad suficiente para:

a) Representar al Contratista cuando sea necesaria su actuación o presencia en cualquier acto derivado del cumplimiento de las obligaciones contractuales, siempre en orden a la ejecución y buena marcha de las obras.

b) Organizar la ejecución de la obra e interpretar y poner en práctica las órdenes recibidas de la Dirección.

c) Proponer a ésta o colaborar con ella en la resolución de problemas que se planteen durante la ejecución.

La Propiedad podrá exigir que el Delegado tenga la titulación profesional adecuada, a su juicio, a la naturaleza de las obras, y que el Contratista designe, además, el personal facultativo necesario bajo la dependencia de aquél.

El personal facultativo que tendrá nivel mínimo de Titulado de Grado Medio, Ingeniero Técnico de Obras Públicas, permanecerá a pie de obra durante la totalidad del período de ejecución.

Antes de la iniciación de las obras, el Contratista presentará por escrito al Director de la relación nominal y la titulación del personal facultativo, que a las órdenes de su Delegado, será el responsable directo de los distintos trabajos o zonas de la obra.

El Contratista dará cuenta al Director de los cambios que tengan lugar durante el tiempo de vigencia del contrato.

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

La Dirección de las obras podrá recabar del Contratista la designación de un nuevo Delegado y, en su caso, de cualquier facultativo que de él dependa, cuando así lo justifique la marcha de los trabajos.

Se presumirá que existe siempre dicho requisito en los casos de incumplimiento de las órdenes recibidas o de negativa a suscribir, con su conformidad o reparos, los documentos que reflejen el desarrollo de las obras, como partes de situación, datos de medición de elementos a ocultar, resultados de ensayos, órdenes de la Dirección y análogos definidos por las disposiciones del Contrato o convenientes para un mejor desarrollo del mismo.

#### 2.4.5 Oficina de obra del contratista

En los casos en que la Dirección lo estime oportuno, el Contratista deberá instalar antes del comienzo de las obras, y mantener durante la ejecución de las mismas, una oficina de obras en el lugar que considere más apropiado previa conformidad del Director.

El Contratista deberá, necesariamente, conservar en ella copia autorizada de los documentos contractuales del Proyecto o Proyectos Base del Contrato y el Libro de Ordenes; a tales efectos, la Propiedad suministrará a aquel una copia de aquellos documentos antes de la fecha en que tenga lugar la Comprobación del Replanteo.

El Contratista no podrá proceder al cambio o traslado de la Oficina de obra sin previa autorización de la Dirección.

#### 2.4.6 Órdenes al contratista

Las órdenes emanadas de la Propiedad, salvo casos de reconocida urgencia se comunicarán al Contratista por intermedio de la Dirección.

De darse la excepción antes expresada, la Propiedad la comunicará a la Dirección con análoga urgencia.

Cuando el Contratista estime que las prescripciones de una orden sobrepasan las obligaciones del contrato, deberá presentar la observación escrita y justificada en un plazo de diez (10) días, pasado el cual no será atendible. La reclamación no suspende la ejecución de la orden de servicio, a menos que sea decidido lo contrario por el Director.

Sin perjuicio del contenido de otras disposiciones, el Contratista ejecutará las obras ateniéndose estrictamente a los planos, perfiles, dibujos, órdenes de servicio, y en su caso, a los modelos que le sean suministrados en el curso del contrato.

El Contratista está obligado a aceptar las prescripciones que señale la dirección, aunque suponga modificación o anulación de órdenes precedentes, o alteración de planos previamente autorizados o de su documentación aneja.

El Contratista, sin el permiso previo de la Propiedad, carece de facultades para introducir modificaciones en el Proyecto de las obras, o en las órdenes que le hayan sido comunicadas. A requerimiento del Director, el Contratista estará obligado, a su cargo, a sustituir los materiales indebidamente empleados, y a la demolición y reconstrucción de las obras ejecutadas en desacuerdo con las órdenes o los planos autorizados.

#### 2.4.7 Libro de Órdenes

El libro de Ordenes se abrirá en la fecha de Comprobación de Replanteo y se cerrará en la de la Recepción.

Durante dicho lapso de tiempo estará a disposición de la Dirección en la oficina de obra del Contratista, que, cuando proceda anotará en él las órdenes, instrucciones y comunicaciones que estime oportunas, autorizándolas con su firma.

Se hará constar en el Libro de Ordenes al iniciarse las obras o, en caso de modificaciones, durante el curso de las mismas, con el carácter de orden al Contratista, la relación de personas que, por el cargo que ostentan o la delegación que ejercen, tienen facultades para acceder a dicho Libro y transcribir en él las que consideren necesario comunicar al Contratista.

Efectuada la Recepción, el Libro de Ordenes pasará a poder de la Propiedad, si bien podrá ser consultado, en todo momento por el Contratista.

## 2.5. OBLIGACIONES GENERALES DEL CONTRATISTA

### 2.5.1 Obligaciones sociales y laborales del contratista

El contratista está obligado al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral, de seguridad e higiene en el trabajo.

El Contratista deberá constituir el órgano necesario con función específica de velar por el cumplimiento de las disposiciones vigentes sobre seguridad e higiene en el trabajo y designará el personal técnico de seguridad que asuma las obligaciones correspondientes en cada centro de trabajo.

El incumplimiento de estas obligaciones por parte del Contratista, o la infracción de las disposiciones sobre seguridad por parte del personal técnico designado por él, no implicará responsabilidad alguna para la Propiedad.

En cualquier momento, el Director podrá exigir del Contratista la justificación de que se encuentra en regla en el cumplimiento de lo que concierne a la aplicación de la legislación laboral y de la seguridad social de los trabajadores ocupados en la ejecución de las obras objeto del contrato.

### 2.5.2 Contratación del personal

Corresponde al Contratista, bajo su exclusiva responsabilidad, la contratación de toda mano de obra que precise para la ejecución de los trabajos en las condiciones previstas por el contrato y las condiciones que fije la normativa laboral vigente.

El Contratista deberá disponer, a pie de obra del equipo técnico necesario para la correcta interpretación de los planos, para elaborar los planos de detalle, para efectuar los replanteos que le corresponde, y para la ejecución de la obra de acuerdo con las normas establecidas en el Pliego.

El Contratista deberá prestar el máximo cuidado en la selección del personal que emplee. El Director podrá exigir la retirada de la obra del empleado u operario del Contratista que incurra en insubordinación, falta de respeto a él mismo o a sus subalternos o realice actos que comprometan la buena marcha o calidad de los trabajos, o por incumplimiento reiterado de las normas de seguridad.

El Contratista entregará a la Dirección, cuando ésta lo considere oportuno, la relación del personal adscrito a la obra, clasificado por categorías profesionales.

El Contratista es responsable de los fraudes o malversaciones que sean cometidas por su personal en el suministro o en el empleo de los materiales.

### 2.5.3 Mantenimiento del precio contratado

Sin perjuicio de las condiciones establecidas en otros apartados, el Contratista será el único responsable del coste final de la obra, no teniendo derecho a indemnización por el mayor precio que ésta pudiera costarle, en relación al contratado con la Propiedad.

### 2.5.4 Seguridad y salud en las obras

En lo relativo al Estudio de Seguridad y Salud se estará a lo establecido en el Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

El Contratista será responsable ante los Tribunales de los accidentes que sobreviniesen en la obra. Es responsable de las condiciones de seguridad e higiene en los trabajos y está obligado a adoptar y a hacer cumplir las disposiciones vigentes sobre esta materia, las medidas y normas que dicten los organismos competentes, las exigidas en el Pliego de Condiciones Técnicas, las que figuren en el Estudio de Seguridad y Salud, en el Trabajo del Proyecto y las que fije o sancione el Director.

El Contratista viene obligado a observar fielmente en el desarrollo y ejecución de las obras, cuanto se recoge a la Ordenanza en el Trabajo para la Industria de la Construcción, vidrio y cerámica.

El Contratista es responsable y deberá adoptar las precauciones necesarias para garantizar la seguridad de las personas que transiten por la zona de obra y las proximidades afectadas por los trabajos a él encomendados. En particular, prestará especial atención a la seguridad del tráfico rodado, a las líneas eléctricas, y a las grúas y máquinas cuyo vuelo se efectúe sobre zonas de tránsito o vías de comunicación.

El Contratista deberá establecer, bajo su exclusiva responsabilidad, un Plan de Seguridad y Salud que especifique las medidas prácticas de seguridad que estime necesario tomar en la obra para la consecución de las precedentes prescripciones.

Este Plan debe precisar las modalidades de aplicación de las medidas reglamentarias y de las complementarias que corresponden a riesgos peculiares de la obra, con el objeto de asegurar la eficacia de:

-La seguridad de su propio personal, del de la Dirección y de terceros.

-La higiene, medicina del trabajo y primeros auxilios y cuidados de enfermos y accidentados.

-La seguridad de las instalaciones y equipo de maquinaria.

Además del cumplimiento de las disposiciones de carácter oficial relativas a la seguridad e higiene en el trabajo, el Contratista estará obligado a imponer y hacer cumplir las normas de seguridad particulares reglamentarias de su Empresa. Si ésta no las tuviera se adoptarán las que dicte el Director.

El Contratista deberá complementar el Plan en todas las ampliaciones o modificaciones que sean pertinentes, ulterior y oportunamente, durante el desarrollo de las obras y deberá someterlas a la aprobación del Director.

El Plan podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra y de las posibles incidencias que puedan surgir a lo largo del mismo, pero siempre con la aprobación expresa de la Dirección.

El Plan de Seguridad y Salud incluirá las normas e instrucciones relativas a las materias, que sin carácter limitativo se anuncian a continuación, y tendrán en cuenta las prescripciones que en esta anunciación se expresan:

Orden y limpieza.- Mantenimiento del orden y limpieza en todo el ámbito de la obra y en especial en los lugares de trabajo y sus accesos, en los acopios, almacenes e instalaciones auxiliares.

Accesos.- Seguridad, comodidad y buen aspecto de las distintas partes de la obra.

Líneas e instalaciones eléctricas.- Trabajos de maniobras, revisión y reparación. Puestas tierra. Protecciones bajo línea de alta tensión.

**Maquinaria.-** Será obligatoria la disposición de cabinas o armaduras para protección del conductor en las máquinas de movimientos de tierras durante la carga de los materiales y en caso de vuelco de la máquina

**Señalización.-** Señalización de los lugares y maniobras peligrosos. Avisos y carteles expresivos de las normas adoptadas. La ordenación del tráfico y movimiento de máquinas y vehículos mediante las convenientes señales. Real Decreto 818/2009, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento General de Conductores.

**Alumbrado.-** Además de lo dispuesto sobre trabajos nocturnos, los lugares de tránsito de peatones, los de almacenamiento de materiales, y los de aparcamiento de máquinas, así como las instalaciones auxiliares fijas, tendrán el nivel de iluminación suficiente para la seguridad de las personas y para una eficaz acción de vigilancia.

**Desprendimiento de terrenos.-** Defensas contra desprendimientos y deslizamientos del terreno en zanjas.

Se deberán tener en cuenta las prescripciones establecidas en la legislación vigente en todo lo relativo a taludes en zanjas, obligatoriedad de entibación cuando las condiciones del trabajo no permiten un talud natural y precauciones contra desprendimiento en los trabajos en mina.

**Gases tóxicos.-** Medidas de prevención contra el riesgo de intoxicación por gases tóxicos o nocivos especialmente en obras subterráneas.

**Incendios.-** Medidas de prevención, control y extinción de incendios, que deberán atenerse a las disposiciones vigentes y las instrucciones complementarias que se dicten por el Director.

En todo caso, el Contratista adoptará las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios, y será responsable de evitar la propagación de los que se requieran para la ejecución de las obras.

**Protección personal.-** Provisión y obligatoriedad de uso de elementos de protección individual de las personas y señalización adecuada de aquellas zonas y tajos de la obra donde es preceptivo su empleo. Entre estos elementos de protección personal figuran los siguientes: Cascos, cinturones de seguridad, atalajes, gafas, protectores auriculares, caretas antipolvo, caretas antigás, botas de goma, botas anticlavos, guantes, trajes impermeables, trajes especiales, etc.

### 2.5.5 Servicios del contratista en obra

El Contratista deberá establecer, a su costa, los servicios que requiera la eficiente explotación de sus instalaciones y la correcta ejecución de la obra.

El Director podrá definir con el detalle que requieran las circunstancias de la obra, los servicios que el Contratista debe disponer en la misma.

### 2.5.6 Conocimiento del emplazamiento de las obras

El Contratista tiene la obligación de haber inspeccionado y estudiado el emplazamiento y los alrededores de las obras, de las cantidades y naturaleza de los trabajos a realizar y de los materiales necesarios para la ejecución de las obras, los medios que pueda necesitar, y en general, de toda la información necesaria, en lo relativo a los riesgos, contingencias y demás factores y circunstancias que puedan incidir en la ejecución y en el coste de las obras.

#### 2.5.7 Conocimiento del proyecto y de la información suministrada

El Contratista tiene la obligación de conocer el conjunto y cada una de las partes de Proyecto y cualquier otra documentación facilitada por la Propiedad.

Ningún defecto, contradicción o error de interpretación que pudiera contener o surgir del uso de documentos, estudios previos, informes técnicos o suposiciones establecidas en las distintas partes del Proyecto y, en general, de toda la información adicional suministrada al Contratista por la Propiedad, o procurada por éstos directamente, relevará al Contratista de las obligaciones diamantes del contrato de adjudicación de las obras, ni del cumplimiento de las especificaciones contenidas en las distintas partes del Proyecto, ni de las responsabilidades que por el incumplimiento de la normativa vigente, pudieran derivarse.

Cualquier defecto, contradicción o error de interpretación que pudieran contener las distintas partes del Proyecto deberán ser planteadas por escrito al Director, para que éste adopte las decisiones oportunas. Y a menos que el Director establezca explícitamente y por escrito lo contrario, el Contratista no tendrá derecho a formular reclamación alguna.

#### 2.5.8 Servidumbres y permisos

El Contratista tendrá la obligación de montar y conservar por su cuenta el suministro adecuado de agua, tanto para las obras, como para uso personal, instalado y conservando los elementos precisos para este fin.

El adjudicatario está obligado a solicitar y realizar desvíos de los servicios públicos que sean afectados por las obras, tales como postes del tendido eléctrico, teléfonos, tuberías de abastecimiento, canalizaciones eléctricas, redes de riego, alcantarillado, etc.

Serán de cuenta del contratista las indemnizaciones a que hubiera lugar por los perjuicios ocasionados a terceros por interrupción de servicios públicos o particulares, desvíos de cauces, habilitación de caminos provisionales, explotación de préstamos y canteras, depósito de maquinaria y materiales e instalaciones necesarias.

También serán de cuenta del adjudicatario la construcción de todos los caminos provisionales de acceso que sea necesario construir para las obras que no estén expresamente proyectados, así como los permisos e indemnizaciones que por esta causa sea preciso obtener o abonar.

En cualquier caso, se mantendrán, durante la ejecución de las obras, todos los accesos a las viviendas y fincas existentes en la zona afectada por las obras.

El Contratista deberá obtener, con la antelación necesaria para que no se presenten dificultades en el cumplimiento del Programa de Trabajo, todos los permisos y licencias que se precisen para la ejecución de las obras. Las cargas, tasas, impuestos y demás gastos derivados de la obtención de estos permisos, serán siempre a cuenta del Contratista. Asimismo, abonará a su costa todos los cánones para la ocupación temporal de terrenos para instalaciones.

El Contratista estará obligado a cumplir estrictamente todas las condiciones que haya impuesto el organismo o la entidad otorgante del permiso, en orden a las medidas, precauciones, procedimientos y plazos de ejecución de los trabajos para los que haya sido solicitado el permiso.

Todos los gastos que origine el cumplimiento de lo preceptuado en el presente apartado serán de cuenta del Contratista y no serán de abono directo.

#### 2.5.9 Protección del medio ambiente

El Contratista estará obligado a evitar la contaminación del aire, y, en general, cualquier clase de bien público o privado que pudiera producir la ejecución de las obras. Los límites de contaminación admisibles serán definidos como tolerables, en cada caso, por las disposiciones vigentes o por la Autoridad competente.

El Contratista estará obligado a cumplir las órdenes del Director para mantener los niveles de contaminación dentro de la zona de obras, bajo los límites establecidos en el Plan de Seguridad y Salud preceptuado en este Pliego o en su defecto, bajo los que el Director fijare en consonancia con la normativa vigente.

En particular, se evitará la contaminación atmosférica por la emisión de polvo.

Asimismo se evitara la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por el vertido de aguas sucias.

La contaminación producida por los ruidos ocasionados por la ejecución de las obras, se mantendrá dentro de límites de frecuencia e intensidad tales que no resulten nocivos para las personas ajenas a la obra, ni para las personas afectas a la misma, según sea el tiempo de permanencia continuada bajo el efecto del ruido o la eficacia de la protección auricular adoptada, en su caso.

En cualquier caso, la intensidad de los ruidos ocasionados por la ejecución de las obras se mantendrá dentro de los límites admitidos por la normativa vigente.

#### 2.5.10 Obligaciones generales del contratista

El Contratista es responsable del orden, limpieza y condiciones sanitarias de las obras objeto del contrato, por lo que deberá adoptar, a su cargo y bajo su responsabilidad, las medidas que le sean señaladas por las Autoridades competentes, por los Reglamentos vigentes y por el Director.

Todos los gastos que origine el cumplimiento de lo anterior serán de cuenta del Contratista, por lo que no serán de abono directo, esto es, se considerarán incluidos en los precios del Contrato.

Si, previo aviso, y en un plazo de treinta (30) días a partir del de la fecha de éste, la Contrata no hubiese procedido a la retirada de todas las instalaciones, herramientas, materiales, etc. después de la terminación de la obra, la Dirección Técnica podrá mandarlo retirar por cuenta del Contratista.

#### 2.5.11 Pérdidas y averías en las obras

El Contratista tomará las medidas necesarias, a su costa y riesgo, para que el material, instalaciones y las obras que constituyan objeto del Contrato, no puedan sufrir daños o perjuicios como consecuencia de cualquier fenómeno natural previsible, de acuerdo con la situación y orientación de la obra, y en consonancia con las condiciones propias de los trabajos y de los materiales a utilizar.

El Contratista no tendrá derecho e indemnización por causa de pérdidas, averías o perjuicios ocasionados en las obras salvo en los casos previstos en el apartado 144 del Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

#### 2.5.12 Obras defectuosas y obras no autorizadas

Hasta que tenga lugar la recepción, el Contratista responderá de la obra contratada y de las faltas que en ella hubiera, sin que sea eximente ni le dé derecho alguno la circunstancia de que la Dirección haya examinado o reconocido, durante su construcción, las partes y unidades de la obra o los materiales empleados, ni que hayan sido incluidos éstos y aquéllas en las mediciones y certificaciones parciales.

Si se advierten vicios o defectos en la construcción o se tienen razones fundadas para creer que existen ocultos en la obra ejecutada, la Dirección ordenará, durante el curso de la ejecución y siempre antes de la recepción, la demolición y construcción de las unidades de obra en que se den aquellas circunstancias o las acciones precisas para comprobar la existencia de tales defectos ocultos. Si la Dirección ordena la demolición y reconstrucción por advertir vicios o defectos patentes en la construcción, los gastos de esas operaciones serán de cuenta del Contratista, con derecho de éste a reclamar ante la Propiedad, en el plazo de diez (10) días, contados a partir de la notificación escrita de la Dirección. En el caso de ordenarse la demolición y reconstrucción de unidades de obra por creer existentes en ellas vicios o defectos ocultos, los gastos incumbirán también al Contratista, si resulta comprobada la existencia real de aquellos vicios o defectos; en caso contrario, correrán a cargo de la Propiedad.

Si la Dirección estima que las unidades de obra defectuosas y que no cumplen estrictamente las condiciones del contrato son, sin embargo, admisibles, puede proponer a la propiedad la aceptación de las mismas con la consiguiente rebaja de los precios. El Contratista queda obligado a aceptar los precios rebajados fijados por la Propiedad, a no ser que prefiera demoler y reconstruir las unidades defectuosas por su cuenta y con arreglo a las condiciones del contrato.

La Dirección, en el caso de que se decidiese la demolición y reconstrucción de cualquier obra defectuosa, podrá exigir del Contratista la propuesta de las pertinentes modificaciones en el Programa de Trabajos, maquinaria, equipo y personal facultativo que

garanticen el cumplimiento de los plazos o la recuperación, en su caso, del retraso padecido.

En la ejecución de las obras para las cuales no existen prescripciones consignadas explícitamente en los Pliegos, el Contratista se atenderá, en primer término, a lo que resulta de los planos, cuadros de precios y presupuestos del Proyecto; en segundo término, a las normas usuales en una buena construcción.

Cualquier trabajo, obra o instalación auxiliar, obra definitiva o modificación de la misma que haya sido realizado por el Contratista sin la debida autorización o preceptiva aprobación del Director, será removido, desmontado o demolido si el Director lo exigiere. Serán de cuenta del Contratista los gastos de remoción, desmontaje o demolición, así como los daños y perjuicios que se derivasen por causa de la ejecución de trabajos no autorizados. Las mediciones indicadas en el Proyecto pueden quedar reducidas o aumentadas, según la obra real que sea necesario realizar.

La Dirección Técnica indicará aquellas unidades de obra existentes que sean aprovechables o que fuera conveniente reparar, aunque en el proyecto estuviese previsto como ejecución de nuevas obras. Siempre que el precio de cualquier unidad de obra esté previsto en el Proyecto, se realizará ésta aplicando el precio correspondiente propuesto por la Contrata. Queda a juicio de la Dirección Técnica la realización de las obras no previstas en el Proyecto, y necesariamente el Contratista habrá de realizarlas. También podrá eliminar la Dirección Técnica unidades de obra que no considerase conveniente realizar.

#### 2.5.13 Obras incompletas

Cuando por rescisión u otra causa, sea preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios y descomposición que figuran en el Cuadro de Precios nº 2 sin que pueda pretenderse la valoración de cualquier unidad descompuesta en forma distinta. En ningún caso tendrá derecho el Contratista a reclamación alguna fundada en insuficiencia u omisión de cualquiera de los elementos que componen el precio contenido en dicho Cuadro.

#### 2.5.14 Materiales que no sean de recibo

Cuando los materiales no fueran de calidad prescrita en los Pliegos de Condiciones Técnicas, o no tuvieran la preparación en ellos exigida, o cuando a falta de prescripciones formales en los pliegos se reconociera o demostrara que no fueran adecuados para su objeto, el Director dará orden al Contratista para que éste, a su costa, los reemplace por otros que cumplan las prescripciones o que sean idóneos para el objeto a que se destinen. Los materiales rechazados y los que habiendo sido inicialmente afectados hayan sufrido deterioro posteriormente deberán ser inmediatamente retirados de la obra por cuenta del Contratista.

#### 2.5.15 Trabajos por administración y precios contradictorios

Se entiende por obra por administración delegada o indirecta la que convienen un Promotor y un Contratista para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan. Son, por tanto, características peculiares de las obras por administración delegada o indirecta las siguientes:

- Por parte del Promotor, la obligación de abonar directamente o por mediación del Contratista todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Promotor la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Ingeniero Director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y los aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.
- Por parte del Contratista, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello el un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos que por su parte han sido efectuados y abonados.

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las condiciones de índole económica establecidas; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Contratista al Promotor, en relación valorada a la que deberá acompañarse, y agrupados en el orden que se expresan, los documentos siguientes, todos ellos conformados por el Ingeniero Director:

- Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales de la obra.
- Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo a que correspondan las nóminas que se presentan.
- Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.
- Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra o de retirada de escombros.
- Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Contratista, ya que su abono es siempre de cuenta del Promotor.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Contratista se le aplicará, a falta de convenio especial, el mismo porcentaje que al resto de unidades ejecutadas, entendiéndose que en este porcentaje

están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Contratista originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo, si procede.

Salvo pacto distinto, los abonos al Contratista de las cuentas de administración delegada los realizará el Promotor mensualmente según los partes de trabajo realizados aprobados por el Promotor o por su delegado representante. Independientemente, el Ingeniero Director redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Contratista salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

Cuando la Propiedad juzgue necesario modificar alguna característica o dimensión de los materiales a emplear de alguna unidad de obra de la que figura precio unitario en el contrato y ello no suponga un cambio en la naturaleza ni en las propiedades intrínsecas de las materias primas que lo constituyen, por lo que dicha modificación no implica una diferencia sustancial de la unidad de obra, el Contratista estará obligado a aceptar el Precio Contradictorio fijado por la Propiedad a la vista de la propuesta del Director y de las observaciones del Contratista a esta propuesta, en trámite de audiencia.

En el caso en que el valor de la dimensión o de la característica que se trata de modificar esté comprendido entre los correspondientes a los de dos unidades de obra del mismo tipo cuyos precios figuren en el Cuadro de Precios del Proyecto, el Precio Contradictorio a que se refiere el párrafo anterior estará comprendido entre los de estas dos unidades de obra y se calculará interpolando en función de los precios del mercado del material básico que se modifica.

Si se tratase de una dimensión o característica no acotada por los correspondientes precios existentes en el Cuadro de Precios, la determinación del Precio Contradictorio se realizará por extrapolación, en función de los precios del mercado.

Cuando las modificaciones del Proyecto supongan la introducción de unidades de obra no comprendidas en el mismo o cuyas características difieran sustancialmente de las incluidas, los precios de aplicación de las mismas serán fijados por la Propiedad a la vista de la propuesta del Director y de las observaciones del Contratista a esta propuesta en trámite de audiencia. En cualquier caso, los costes que se utilizarán para la fijación de Precios Contradictorios serán los que correspondan a la fecha en que tuvo lugar la licitación del contrato. Los Precios nuevos, una vez aprobados por la Propiedad, se considerarán incorporados, a todos los efectos, a los cuadros de precios del Proyecto que sirvió de base para el contrato.

## **2.6. PATRIMONIO HISTÓRICO**

### **2.6.1 Obligaciones y responsabilidades**

El Contratista será responsable de todos los objetos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las obras, debiendo dar inmediata cuenta de los hallazgos al Ingeniero Director, al arqueólogo encargado del seguimiento arqueológico que lo notificará a la Dirección General de Patrimonio de las mismas, y colocarlos bajo custodia de un responsable. Especial cuidado se observará con las piezas que pudieran tener valor histórico o arqueológico.

## 2.6.2 Estudios, proyectos, inventarios e informes arqueológicos

Las actuaciones arqueológicas tienen una serie de pautas que comienzan mandando a Patrimonio un proyecto de obra. Este evaluará el posible impacto de la misma en los restos tanto documentados como ocultos en el subsuelo. A continuación, emitirá un primer informe de actuación (nada, prospección, sondeos o seguimiento) comenzando así los tramites arqueológicos.

A continuación, se describen las diferentes actuaciones que Patrimonio podrá solicitar antes/durante la ejecución del proyecto de obra.

### • **Prospección arqueológica:**

- Se presentará un proyecto en Patrimonio con la descripción de la actuación arqueológica a realizar, en este punto se recogerá la carta de adjudicación de obra al arqueólogo correspondiente.
- Patrimonio emitirá un Permiso de Actuación.
- Se realizará la prospección por parte de un arqueólogo cualificado y no antes.
- Se redactará un Informe de Prospección con los resultados y conclusiones, registrando el Informe en Patrimonio.
- Patrimonio emitirá una Resolución/Informe en el que determina las siguientes actuaciones a realizar.

### • **Sondeos arqueológicos:**

- Se presentará un proyecto en Patrimonio con la descripción de la actuación arqueológica a realizar, en este punto se recogerá la carta de adjudicación de obra al arqueólogo correspondiente.
- Patrimonio emitirá un Permiso de Actuación.
- Se realizarán los sondeos por parte de un arqueólogo cualificado y no antes.
- Se redactará un Informe de Sondeos con los resultados y conclusiones, registrando el Informe en Patrimonio.
- Patrimonio emitirá una Resolución/Informe en el que determina las siguientes actuaciones a realizar.

### • **Raspado Arqueológico:**

- Se presentará un proyecto en Patrimonio con la descripción de la actuación arqueológica a realizar, en este punto se recogerá la carta de adjudicación de obra al arqueólogo correspondiente.
- Patrimonio emitirá un Permiso de Actuación.
- Se realizará el raspado por parte de un arqueólogo cualificado y no antes.
- Se redactará un Informe de Raspado con los resultados y conclusiones, registrando el Informe en Patrimonio.
- Patrimonio emitirá una Resolución/Informe en el que determina las siguientes actuaciones a realizar.

### • **Seguimiento arqueológico:**

- Se presentará un proyecto en Patrimonio con la descripción de la actuación arqueológica a realizar, en este punto se recogerá la carta de adjudicación de obra al arqueólogo correspondiente.
- Patrimonio emitirá un Permiso de Actuación.

- Se realizará el seguimiento por parte de un arqueólogo cualificado y no antes.
  - Se presentarán a la dirección Informes Mensuales de Seguimiento documentando las labores realizadas por el arqueólogo cada mes.
  - Se redactará un Informe de Seguimiento Final con los resultados y conclusiones, registrando el Informe en Patrimonio.
  - Patrimonio emitirá una Resolución/Informe en el que determina las siguientes actuaciones a realizar.
- **Excavación Arqueológica:**
    - Se presentará un proyecto en Patrimonio con la descripción de la actuación arqueológica a realizar, en este punto se recogerá la carta de adjudicación de obra al arqueólogo correspondiente.
    - Patrimonio emitirá un Permiso de Actuación.
    - Se realizará la excavación por parte de un arqueólogo cualificado y no antes.
    - Se redactará un Informe de Excavación con los resultados y conclusiones, registrando el Informe en Patrimonio.
    - Patrimonio emitirá una Resolución/Informe en el que determina las siguientes actuaciones a realizar.
- **Memoria Final:**
    - Tras la finalización de las obras se redactará una Memoria Final en la cual se detallarán todas las actuaciones arqueológicas realizadas.
    - Memoria Básica Final: cuando se producen 1 o 2 actuaciones (prospección, sondeos, raspado, seguimiento excavación).
    - Memoria Compleja Final: cuando se producen más de 2 actuaciones (prospección, sondeos, raspado, seguimiento excavación).
    - Los documentos que se presenten en Patrimonio deben contar, por lo menos, de los siguientes apartados.
- **Proyecto Arqueológico:**
    - Antecedentes históricos de la zona.
    - Yacimientos arqueológicos (Carta Arqueológica), elementos etnográficos y vías pecuarias de la zona.
    - Bibliografía.
    - Estudio geológico de la zona.
    - Descripción del proyecto por el que se desarrolla la actuación arqueológica.
    - Descripción de la actuación arqueológica.
    - Planimetría.
      - Plano de proyecto.
      - Plano actuación arqueológica/resultados.
      - Plano de la actuación arqueológica/resultados y de proyecto.
    - Equipo propuesto.
    - Documentación administrativa.
- **Informe Arqueológico:**
    - Antecedentes históricos de la zona.
    - Bibliografía.
    - Estudio geológico de la zona.
    - Descripción del proyecto por el que se desarrolla la actuación arqueológica.
    - Descripción de la actuación arqueológica.
    - Conclusiones.

- Documentación fotográfica.
  - Planimetría.
    - Plano de proyecto.
    - Plano actuación arqueológica/resultados.
    - Plano de la actuación arqueológica/resultados y de proyecto.
  - Documentación administrativa (Adjudicación / Actuación / Resolución).
- **Memoria Final:**
- Antecedentes históricos de la zona.
  - Yacimientos arqueológicos (Carta Arqueológica), elementos etnográficos y vías pecuarias de la zona.
  - Bibliografía.
  - Estudio geológico de la zona.
  - Descripción del proyecto por el que se desarrolla la actuación arqueológica.
  - Descripción de todas las actuaciones arqueológicas.
  - Conclusiones.
  - Documentación fotográfica.
  - Planimetría.
    - Plano de proyecto.
    - Planos de las actuaciones arqueológicas/resultados.
    - Plano de la actuación arqueológica y de proyecto.
  - Documentación administrativa (Adjudicación / Actuación / Resolución).

## 2.7. 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:

- Cuatro carteles provisionales, durante la fase de construcción.
- Una placa permanente en las instalaciones más representativas de la obra durante la fase de explotación.

- **MODELO DE CARTEL PROVISIONAL: 2,10 m x 1,5 m**

	<b>Financiado por la Unión Europea</b> NextGenerationEU		GOBIERNO DE ESPAÑA	MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN		
		<b>Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia</b>			GOBIERNO DE ESPAÑA	<b>ESPAÑA PUEDE</b>
Medida C3.I1: PLAN PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA Y LA SOSTENIBILIDAD EN REGADÍOS						
<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b>						
<b>CONSTRUYE:</b>						
	<b>Cofinanciado por la Unión Europea</b>		<b>INVERSIÓN:</b>			
			<b>PLAZO DE EJECUCIÓN:</b>			

- **MODELO DE PLACA DEFINITIVA:** 0,42 m x 0,42 m

	<b>Financiado por la Unión Europea</b> NextGenerationEU		GOBIERNO DE ESPAÑA	MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN		
		<b>Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia</b>			GOBIERNO DE ESPAÑA	<b>ESPAÑA PUEDE</b>
Medida C3.I1: PLAN PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA Y LA SOSTENIBILIDAD EN REGADÍOS						
<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b>						
	<b>Cofinanciado por la Unión Europea</b>	<b>INVERSIÓN:</b>				

Santa Cruz de Tenerife, diciembre de 2022

El Ingeniero Agrónomo



Fdo.: José Fco. González Hernández