

**PLIEGO DE  
CONDICIONES  
TÉCNICAS  
GENERALES  
2024 ■**

**ACTUALIZACIÓN DE LOS ARTÍCULOS  
RELATIVOS A PAVIMENTOS,  
ESTRUCTURAS, INSTALACIONES  
ESPECIALES Y SEÑALIZACIÓN**

**PARTE 2: CONDICIONES QUE DEBEN  
CUMPLIR LOS MATERIALES**

**Capítulos 20-29**

---

# INDICE DEL COMPENDIO 2024 DE LA PARTE 2 DEL PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS GENERALES APLICABLE A LA REDACCIÓN DE PROYECTOS Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS MUNICIPALES, CON LA ACTUALIZACIÓN DE LOS ARTÍCULOS RELATIVOS A PAVIMENTACIÓN, ESTRUCTURAS, INSTALACIONES ESPECIALES Y SEÑALIZACIÓN

---

## PARTE 2: CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES

### **CAPÍTULO 20.- MORTEROS, HORMIGONES Y OTROS MATERIALES PARA SU FABRICACIÓN ..... 9**

#### **Sección 1.ª .....9**

#### **CONGLOMERANTES .....9**

ARTÍCULO 20.10.- GENERALIDADES.....9

ARTÍCULO 20.11.- CAL AÉREA .....10

ARTÍCULO 20.12.- CAL HIDRÁULICA.....13

ARTÍCULO 20.13.- CEMENTOS.....16

ARTÍCULO 20.14.- YESOS Y ESCAYOLAS .....23

#### **Sección 2.ª .....27**

#### **ADITIVOS .....27**

ARTÍCULO 20.20.- GENERALIDADES.....27

ARTÍCULO 20.21.- INCLUSORES DE AIRE .....33

ARTÍCULO 20.22.- PLASTIFICANTES.....35

ARTÍCULO 20.23.-RETARDADORES DEL FRAGUADO .....38

ARTÍCULO 20.24.- ACELERADORES DEL FRAGUADO .....40

ARTÍCULO 20.25.- PIGMENTOS.....42

ARTÍCULO 20.26.- ADITIVOS HIDRÓFUGOS .....43

#### **Sección 3.ª .....45**

#### **ADICIONES.....45**

ARTÍCULO 20.30.- GENERALIDADES.....45

ARTÍCULO 20.31.- CENIZAS VOLANTES .....46

ARTÍCULO 20.32.- HUMO DE SÍLICE .....49

#### **Sección 4.ª .....51**

#### **MATERIALES PARA MORTEROS Y HORMIGONES .....51**

ARTÍCULO 20.41.- AGUA .....51

ARTÍCULO 20.42.- ÁRIDOS PARA HORMIGÓN .....53

ARTÍCULO 20.43.- ÁRIDOS PARA MORTEROS.....58

#### **Sección 5.ª .....62**

#### **HORMIGONES Y MORTEROS .....62**

ARTÍCULO 20.51.- HORMIGONES.....62

ARTÍCULO 20.52.- MORTEROS DE CEMENTO Y CAL .....69

ARTÍCULO 20.53.- MORTEROS CEMENTOSOS DE PROTECCIÓN E IMPERMEABILIZACIÓN .....85

ARTÍCULO 20.54.- MORTEROS DE CEMENTO PARA REPARACIÓN DE HORMIGÓN.....88

ARTÍCULO 20.55.- HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE .....90

ARTÍCULO 20.56.- MORTERO AUTONIVELANTE O GROUT.....94



<b>CAPÍTULO 21.- MATERIALES PÉTREOS Y CERÁMICOS .....</b>	<b>95</b>
<b>Sección 1ª .....</b>	<b>95</b>
<b>MATERIALES PÉTREOS.....</b>	<b>95</b>
ARTÍCULO 21.11.- PIEDRA NATURAL .....	95
ARTÍCULO 21.12.- PLACAS DE PIZARRA PARA CUBIERTAS .....	103
ARTÍCULO 21.13.- ADOQUINES DE PIEDRA NATURAL.....	107
ARTÍCULO 21.14.- BORDILLOS DE PIEDRA NATURAL.....	113
ARTÍCULO 21.15.- BALDOSAS DE PIEDRA NATURAL.....	120
<b>Sección 2ª .....</b>	<b>127</b>
<b>MATERIALES CERÁMICOS.....</b>	<b>127</b>
ARTÍCULO 21.21.- LADRILLOS Y PIEZAS DE ARCILLA COCIDA PARA FÁBRICAS DE ALBAÑILERÍA. ....	127
ARTÍCULO 21.22.- TEJAS CERÁMICAS .....	135
ARTÍCULO 21.23.- BOVEDILLAS CERÁMICAS PARA FORJADOS .....	140
ARTÍCULO 21.24.- BALDOSAS CERÁMICAS PARA PAVIMENTOS Y REVESTIMIENTOS.....	145
ARTÍCULO 21.25.- TUBOS DE GRES (PCTG99).....	151
ARTÍCULO 21.26.- TABLEROS CERÁMICOS.....	165
<b>CAPÍTULO 22.- PRODUCTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN .....</b>	<b>167</b>
<b>Sección 1ª .....</b>	<b>167</b>
<b>PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL.....</b>	<b>167</b>
ARTÍCULO 22.11.- ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ESTRUCTURALES PARA EDIFICACIÓN .....	167
ARTÍCULO 22.12.- ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ESTRUCTURALES PARA OBRA CIVIL .....	179
<b>Sección 2ª .....</b>	<b>190</b>
<b>TUBOS DE HORMIGÓN.....</b>	<b>190</b>
ARTÍCULO 22.21. TUBOS DE HORMIGÓN PARA CONDUCCIONES SIN PRESIÓN (PCTG99).....	190
ARTÍCULO 22.22.- TUBOS DE HORMIGÓN ARMADO O PRETENSADO PARA CONDUCCIONES CON PRESIÓN (PCTG99).....	204
ARTÍCULO 22.23.- TUBOS DE HORMIGÓN POROSO (PCTG99).....	224
<b>Sección 3ª .....</b>	<b>227</b>
<b>PREFABRICADOS DE HORMIGÓN PARA OBRAS DE URBANIZACIÓN .....</b>	<b>227</b>
ARTÍCULO 22.31.- BALDOSAS DE TERRAZO. USO EXTERIOR .....	227
ARTÍCULO 22.32.- BORDILLOS Y RIGOLAS DE HORMIGÓN.....	235
ARTÍCULO 22.33.- ADOQUINES DE HORMIGÓN.....	244
ARTÍCULO 22.34.- PIEZAS DE HORMIGÓN PARA ARQUETAS Y POZOS DE REGISTRO (PCTG99).....	252
ARTÍCULO 22.35.- PIEZAS DE HORMIGÓN PARA ABSORBEDEROS Y SUMIDEROS (PCTG99).....	258
ARTÍCULO 22.36.- BALDOSAS DE HORMIGÓN.....	261
<b>Sección 4ª .....</b>	<b>270</b>
<b>PREFABRICADOS DE HORMIGÓN PARA OBRAS DE EDIFICACIÓN .....</b>	<b>270</b>
ARTÍCULO 22.41.- BLOQUES Y LADRILLOS DE HORMIGÓN PARA MUROS Y CERRAMIENTOS .....	270
ARTÍCULO 22.42.- TEJAS Y ACCESORIOS DE HORMIGÓN .....	279
ARTÍCULO 22.43.- ELEMENTOS LIGEROS HUECOS DE HORMIGÓN PARA FORJADOS .....	283
<b>CAPÍTULO 23.- MATERIALES SIDERÚRGICOS .....</b>	<b>288</b>
ARTÍCULO 23.00.- GENERALIDADES.....	288
<b>Sección 1ª .....</b>	<b>289</b>
<b>ACERO PARA ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN .....</b>	<b>289</b>



ARTÍCULO 23.11.- BARRAS CORRUGADAS PARA HORMIGÓN ARMADO .....	289
ARTÍCULO 23.12.- MALLAS ELECTROSOLDADAS.....	292
ARTÍCULO 23.13.- ARMADURAS BÁSICAS ELECTROSOLDADAS EN CELOSÍA .....	295
ARTÍCULO 23.14.- ARMADURAS ACTIVAS PARA HORMIGÓN PRETENSADO .....	297
ARTÍCULO 23.15.- FIBRAS DE ACERO PARA HORMIGÓN.....	300
<b>Sección 2.ª .....</b>	<b>303</b>
<b>ACERO LAMINADO.....</b>	<b>303</b>
ARTÍCULO 23.21.- ACERO LAMINADO PARA ESTRUCTURAS.....	303
ARTÍCULO 23.22.- ACERO PARA ESTRUCTURAS CON RESISTENCIA MEJORADA A LA CORROSIÓN ATMOSFÉRICA .....	306
<b>Sección 3.ª .....</b>	<b>308</b>
<b>TUBOS .....</b>	<b>308</b>
ARTÍCULO 23.31.- TUBOS DE FUNDICIÓN DÚCTIL.....	308
ARTÍCULO 23.32.- TUBOS DE ACERO SOLDADO (PCTG99) .....	313
ARTÍCULO 23.33.- TUBOS DE ACERO SIN SOLDADURA (PCTG99) .....	317
<b>Sección 4.ª .....</b>	<b>320</b>
<b>VARIOS .....</b>	<b>320</b>
ARTÍCULO 23.41.- ACERO FORJADO .....	320
ARTÍCULO 23.42.- ACERO MOLDEADO .....	321
ARTÍCULO 23.43.- ACERO INOXIDABLE .....	323
ARTÍCULO 23.44.- CHAPAS DE ACERO GALVANIZADO .....	325
ARTÍCULO 23.45.- TABLESTACAS.....	327
ARTÍCULO 23.46.- TORNILLOS.....	329
ARTÍCULO 23.47.- PERNOS CONECTADORES.....	331
ARTÍCULO 23.48.- CONECTORES PARA JUNTAS ESTRUCTURALES .....	335
ARTÍCULO 23.49.- EMPARRILLADO ELECTROFUNDIDO O PRENSADO TIPO TRÁMEX .....	337
<b>CAPÍTULO 24.- MATERIALES METÁLICOS NO FÉRRICOS Y ALEACIONES.....</b>	<b>339</b>
<b>Sección 1.ª .....</b>	<b>339</b>
<b>ALUMINIO .....</b>	<b>339</b>
ARTÍCULO 24.11.- PERFILES DE ALUMINIO PARA ESTRUCTURAS .....	339
<b>Sección 2.ª .....</b>	<b>343</b>
<b>PLOMO .....</b>	<b>343</b>
ARTÍCULO 24.21.- PLOMO PARA JUNTAS Y APOYOS.....	343
<b>Sección 3.ª .....</b>	<b>345</b>
<b>COBRE .....</b>	<b>345</b>
ARTÍCULO 24.31.- TUBERÍAS DE COBRE PARA FONTANERÍA Y CALEFACCIÓN (PCTG99) .....	345
<b>CAPÍTULO 25.- MATERIALES BITUMINOSOS.....</b>	<b>350</b>
<b>Sección 1ª .....</b>	<b>350</b>
<b>LIGANTES.....</b>	<b>350</b>
ARTÍCULO 25.11.- BETUNES ASFÁLTICOS .....	350
ARTÍCULO 25.12.- BETUNES ASFÁLTICOS MODIFICADOS CON POLÍMEROS.....	355
ARTÍCULO 25.13.- EMULSIONES BITUMINOSAS .....	361
ARTÍCULO 25.14.- BETUNES CON CAUCHO .....	371



<b>Sección 2.ª</b> .....	<b>375</b>
<b>VARIOS</b> .....	<b>375</b>
ARTÍCULO 25.21.- LÁMINAS ASFÁLTICAS.....	375
ARTÍCULO 25.22.- MASILLAS BITUMINOSAS PARA JUNTAS DE HORMIGÓN .....	381
ARTÍCULO 25.23.- MORTEROS MÁSTICOS-BITUMINOSOS DE IMPERMEABILIZACIÓN .....	384
<b>CAPÍTULO 26.- MATERIALES POLIMÉRICOS</b> .....	<b>386</b>
ARTÍCULO 26.00.- GENERALIDADES.....	386
<b>Sección 1.ª</b> .....	<b>403</b>
<b>MATERIALES PARA JUNTAS</b> .....	<b>403</b>
ARTÍCULO 26.11.- BANDAS ELASTOMÉRICAS PARA ESTANQUEIDAD DE JUNTAS.....	403
ARTÍCULO 26.12.- BANDAS DE PVC PARA ESTANQUEIDAD DE JUNTAS.....	407
ARTÍCULO 26.13.- PERFILES POLIMÉRICOS PARA TAPAJUNTAS DE PARAMENTO.....	410
ARTÍCULO 26.14.- PERFILES ELASTOMÉRICOS PARA TAPAJUNTAS DE TABLERO .....	413
ARTÍCULO 26.15.- PLANCHAS DE ESPUMA RÍGIDA PARA JUNTAS ABIERTAS .....	417
ARTÍCULO 26.16.- PLANCHAS Y CINTAS DE PLÁSTICO CELULAR PARA RELLENO DE JUNTAS DE DILATACIÓN .....	419
ARTÍCULO 26.17.- MASILLAS DE SELLADO .....	421
<b>Sección 2.ª</b> .....	<b>425</b>
<b>APOYOS ESTRUCTURALES</b> .....	<b>425</b>
ARTÍCULO 26.21.- APOYOS ESTRUCTURALES .....	425
<b>Sección 3.ª</b> .....	<b>430</b>
<b>RESINAS REACTIVAS</b> .....	<b>430</b>
ARTÍCULO 26.31.- RESINAS REACTIVAS .....	430
ARTÍCULO 26.32.- RESINAS EPOXI.....	434
<b>Sección 4.ª</b> .....	<b>437</b>
<b>LAMINAS Y MEMBRANAS POLIMÉRICAS</b> .....	<b>437</b>
ARTÍCULO 26.41.- LAMINAS POLIMÉRICAS PARA IMPERMEABILIZACIÓN.....	437
ARTÍCULO 26.42.- MEMBRANAS LÍQUIDAS POLIMÉRICAS IMPERMEABILIZANTES.....	442
ARTÍCULO 26.43.- MEMBRANAS LÍQUIDAS POLIMÉRICAS-BITUMINOSAS IMPERMEABILIZANTES.....	446
ARTÍCULO 26.44.- GEOTEXTIL .....	449
<b>Sección 5.ª</b> .....	<b>455</b>
<b>TUBOS Y ACCESORIOS DE PLÁSTICO</b> .....	<b>455</b>
ARTÍCULO 26.51.- TUBOS DE MATERIAL TERMOPLÁSTICO (PCTG99).....	455
ARTÍCULO 26.52.- TUBOS Y ACCESORIOS DE POLICLORURO DE VINILO NO PLASTIFICADO (UPVC) (PCTG99).....	476
ARTÍCULO 26.53.- TUBOS Y ACCESORIOS DE POLIETILENO (PE) (PCTG99) .....	489
ARTÍCULO 26.54.- TUBOS DE RESINA TERMOESTABLE REFORZADA CON FIBRAS (PCTG99).....	503
ARTÍCULO 26.55.- TUBOS Y ACCESORIOS DE POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO (PRFV) (PCTG99) .....	511
ARTÍCULO 26.56.- ANILLOS DE GOMA MACIZA PARA ESTANQUIDAD DE JUNTAS DE TUBERÍAS (PCTG99) ....	518
ARTÍCULO 26.57.- TUBOS RANURADOS DE UPVC PARA DRENES (PCTG99) .....	521
<b>Sección 6.ª</b> .....	<b>526</b>
<b>MATERIALES DE PLÁSTICO DIVERSOS PARA CERRAMIENTOS, REVESTIMIENTOS, AISLAMIENTOS Y CUBIERTAS</b> .....	<b>526</b>
ARTÍCULO 26.61.- PLACAS DE PLÁSTICO .....	526
ARTÍCULO 26.62.- PANELES DE FACHADA Y TABIQUES DE PLÁSTICO .....	533
ARTÍCULO 26.63.- PRODUCTOS DE CARPINTERÍA DE PLÁSTICO .....	539

ARTÍCULO 26.64.- PLACAS DE PLÁSTICO PARA REVESTIMIENTOS EN INTERIORES .....	545
ARTÍCULO 26.65.- LAMINAS VINÍLICAS PARA PAVIMENTOS .....	547
ARTÍCULO 26.66.- LAMINADOS DE GOMA PARA PAVIMENTOS .....	549
<b>Sección 7.ª .....</b>	<b>551</b>
<b>MATERIALES POLIMÉRICOS DIVERSOS PARA USO ESTRUCTURAL.....</b>	<b>551</b>
ARTÍCULO 26.71.- BOVEDILLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA FORJADOS .....	551
ARTÍCULO 26.72.- ELEMENTOS ALIGERANTES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA FORJADOS IN SITU .....	553
ARTÍCULO 26.73.- FIBRAS POLIMÉRICAS PARA HORMIGÓN .....	555
ARTÍCULO 26.74.- POLÍMEROS REFORZADOS CON FIBRAS PARA REFUERZO ESTRUCTURAL .....	558
<b>CAPÍTULO 27.- PINTURAS .....</b>	<b>560</b>
ARTÍCULO 27.00.- GENERALIDADES.....	560
<b>Sección 1.ª .....</b>	<b>567</b>
<b>PINTURAS ANTICORROSIVAS DE MATERIALES FÉRREOS .....</b>	<b>567</b>
ARTÍCULO 27.11.- IMPRIMACIÓN EPOXI ANTICORROSIVA, LIBRE DE PLOMO Y CROMATOS .....	567
ARTÍCULO 27.12.- PINTURAS DE IMPRIMACIÓN SINTÉTICA CON FOSFATO DE ZINC COMO ANTICORROSIVO .....	572
ARTÍCULO 27.13.- PINTURAS DE ALQUITRÁN-EPOXI.....	576
ARTÍCULO 27.14.- IMPRIMACIÓN EPOXI RICA EN ZINC.....	580
ARTÍCULO 27.15.- PINTURA EPOXI MODIFICADA DE ALUMINIO Y ALTO ESPESOR .....	585
<b>Sección 2.ª .....</b>	<b>591</b>
<b>PINTURAS DE ACABADO QUE NECESITAN IMPRIMACIÓN .....</b>	<b>591</b>
ARTÍCULO 27.21.- PINTURAS MARTELÉS .....	591
ARTÍCULO 27.22.- PINTURAS AL CLOROCAUCHO .....	594
ARTÍCULO 27.23.- PINTURAS DE ACABADO BRILLANTE A BASE DE RESINA EPOXI DE ALTO CONTENIDO EN SÓLIDOS.....	597
ARTÍCULO 27.24.- ESMALTES SINTÉTICOS .....	601
ARTÍCULO 27.25.- PINTURAS DE POLIURETANO ALIFÁTICO DE ACABADO BRILLANTE DE DOS COMPONENTES .....	605
<b>Sección 3.ª .....</b>	<b>613</b>
<b>PINTURAS DE ACABADO SIN NECESIDAD DE IMPRIMACIÓN .....</b>	<b>613</b>
ARTÍCULO 27.31.- PINTURAS AL TEMPLE.....	613
ARTÍCULO 27.32.- PINTURAS PLÁSTICAS .....	616
ARTÍCULO 27.33.- PINTURAS A LA CAL .....	619
ARTÍCULO 27.34.- PINTURAS AL CEMENTO .....	622
ARTÍCULO 27.35.- PINTURAS AL SILICATO .....	624
ARTÍCULO 27.36.- BARNICES (PCTG99).....	627
<b>Sección 4.ª .....</b>	<b>630</b>
<b>OTROS TRATAMIENTOS DE PROTECCIÓN SUPERFICIAL .....</b>	<b>630</b>
ARTÍCULO 27.41.- HIDROFUGANTES.....	630
ARTÍCULO 27.42.- IMPERMEABILIZANTES .....	631
ARTÍCULO 27.43.- PINTURA PROTECTORA ANTICARBONATACIÓN .....	634
ARTÍCULO 27.44.- PINTURAS INTUMESCENTES Y ABLATIVAS.....	637
<b>Sección 5.ª .....</b>	<b>640</b>
<b>PINTURAS MONOCAPA IMPRIMACIÓN Y ACABADO .....</b>	<b>640</b>
ARTÍCULO 27.51.- PINTURA MONOCAPA SINTÉTICA .....	640
ARTÍCULO 27.52.- PINTURA MONOCAPA DE POLIURETANO .....	643

<b>Sección 5.ª</b> .....	<b>646</b>
<b>VARIOS</b> .....	<b>646</b>
ARTÍCULO 27.61.- PINTURAS A EMPLEAR EN SEÑALES VERTICALES DE CIRCULACIÓN .....	646
ARTÍCULO 27.62.- SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL: MATERIALES A EMPLEAR EN MARCAS VIALES .....	647
<b>CAPÍTULO 28.- MADERAS</b> .....	<b>664</b>
ARTÍCULO 28.00.- MADERA. CLASIFICACIÓN Y CONDICIONES GENERALES.....	664
<b>Sección 1.ª</b> .....	<b>668</b>
<b>MADERA AUXILIAR DE CONSTRUCCIÓN</b> .....	<b>668</b>
ARTÍCULO 28.11 - MADERA PARA ENTIBACIONES Y MEDIOS AUXILIARES .....	668
ARTÍCULO 28.12.- MADERA PARA ENCOFRADOS Y CIMBRAS.....	669
<b>Sección 2.ª</b> .....	<b>671</b>
<b>MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE MADERA</b> .....	<b>671</b>
ARTÍCULO 28.21.- MADERA MACIZA PARA CARPINTERÍA DE ARMAR .....	671
ARTÍCULO 28.22.- MADERA PARA CARPINTERÍA DE TALLER.....	674
ARTÍCULO 28.23.- TABLEROS DERIVADOS DE MADERA .....	676
ARTÍCULO 28.24.- MADERA LAMINADA PARA ESTRUCTURAS.....	679
ARTÍCULO 28.25.- ELEMENTOS ESTRUCTURALES PREFABRICADOS DE MADERA .....	682
<b>Sección 3.ª</b> .....	<b>684</b>
<b>MADERAS PARA MOBILIARIO URBANO</b> .....	<b>684</b>
ARTÍCULO 28.31.- MADERA PARA ELEMENTOS DE MOBILIARIO URBANO (PCTG99) .....	684
<b>CAPÍTULO 29.- MATERIALES DIVERSOS</b> .....	<b>698</b>
<b>Sección 1.ª</b> .....	<b>698</b>
<b>VIDRIO</b> .....	<b>698</b>
ARTÍCULO 29.11.- VIDRIO (PCTG99) .....	698
ARTÍCULO 29.12.- FIBRAS DE VIDRIO PARA HORMIGÓN .....	702
<b>Sección 2.ª</b> .....	<b>704</b>
<b>MATERIALES AISLANTES</b> .....	<b>704</b>
ARTÍCULO 29.20.- GENERALIDADES.....	704
ARTÍCULO 29.21.- MATERIALES PARA AISLAMIENTO TÉRMICO O ACÚSTICO .....	705
<b>Sección 3.ª</b> .....	<b>718</b>
<b>VARIOS</b> .....	<b>718</b>
ARTÍCULO 29.31.- PRODUCTOS FILMÓGENOS DE CURADO .....	718
ARTÍCULO 29.32.- CLORURO SÓDICO .....	721
ARTÍCULO 29.33.- LADRILLOS SILICOCALCÁREOS.....	722
ARTÍCULO 29.34.- PUZOLANAS .....	725
ARTÍCULO 29.35.- PRODUCTOS DE ADICIÓN MINERALES INERTES .....	727
ARTÍCULO 29.36.- BENTONITA.....	728
ARTÍCULO 29.37.- BARRERAS GEOSINTÉTICAS. LÁMINAS BENTONÍICAS.....	729





## **CAPÍTULO 20.- MORTEROS, HORMIGONES Y OTROS MATERIALES PARA SU FABRICACIÓN**

### **Sección 1.<sup>a</sup>**

#### **CONGLOMERANTES**

#### **ARTÍCULO 20.10.- GENERALIDADES**

- 01.- Reciben el nombre de conglomerantes aquellos materiales que, amasados con agua, fraguan y endurecen.
- 02.- Reciben el nombre de conglomerantes hidráulicos aquellos productos que, amasados con agua, fraguan y endurecen sumergidos en este líquido y son prácticamente estables en contacto con él.
- 03.- Los artículos siguientes de esta sección prescriben las condiciones que deben cumplir las cales (Artículo 20.11 y 20.12), los cementos (Artículo 20.13) y los yesos y escayolas (Artículo 20.14).
- 04.- Reciben el nombre de cales aquellos productos, de variada composición química y aspecto físico, procedentes de la calcinación de piedras calizas. Se clasifican en dos grupos fundamentales: cales aéreas (Artículo 20.11) y cales hidráulicas (Artículo 20.12).
- 05.- Las cales aéreas y los yesos y escayolas son conglomerantes mientras que las cales hidráulicas y los cementos son conglomerantes hidráulicos.

## ARTÍCULO 20.11.- CAL AÉREA

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Cal aérea es el conglomerante constituido, principalmente, por óxidos e hidróxidos de calcio, con cantidades menores de magnesio, silicio, aluminio y hierro, y que tiene la propiedad de endurecer lentamente al aire, por la acción del dióxido de carbono atmosférico.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas EN que implican marcado CE

01.- EN 459-1. Cales para la construcción. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad.

#### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- UNE-EN 459-2. Cales para la construcción. Parte 2: Métodos de ensayo.

02.- UNE-EN 459-3. Cales para la construcción. Parte 3: Evaluación de la conformidad.

03.- UNE 80502. Cales vivas o hidratadas utilizadas en la mejora y/o estabilización de suelos.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Las cales aéreas se clasifican en subfamilias y en formas.

02.- Cuando la cal esté formada principalmente por óxido de calcio y/o hidróxido de calcio sin ninguna adición hidráulica ni puzolánica, pertenecerá a la subfamilia de las cales cálcicas (CL). Si también está constituida por magnesio, pertenecerá a la familia de las cales dolomíticas (DL).

03.- Las cales cálcicas se clasifican en función de su composición química en CL 90, CL 80 y CL 70. El número indica en cada caso el contenido mínimo de CaO + MgO.

04.- Las cales dolomíticas se clasifican en función de su composición química en DL 90-30, DL 90-5, DL 85-30 y DL 80-5. Los números indican en cada caso el contenido mínimo de CaO + MgO y MgO, respectivamente.

05.- Atendiendo a la forma en que se encuentra el calcio, se distinguen las siguientes formas:

- Serán cales vivas (Q) cuando sean principalmente en forma de óxido que reaccionan exotérmicamente en contacto con el agua.
- Serán cales hidratadas cuando sean en forma de hidróxido producidas por el apagado controlado de las cales vivas. Se encuentran disponibles en:
  - Polvo (S)
  - Pasta (S PL)
  - Suspensión o lechada de cal (S ML)

### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las propiedades químicas, físicas y mecánicas de las cales aéreas se ajustarán a los valores recogidos en la norma en 459-1.

02.- Las características químicas, físicas y mecánicas de las cales aéreas se determinarán de acuerdo con la Norma UNE-EN 459-2.

03.- Las cales aéreas tendrán Marcado CE de acuerdo con la norma EN 459-1.

04.- En el proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 459-1, para los requisitos siguientes:

- Contenido de componentes: CaO+MgO; MgO; CO<sub>2</sub>; SO<sub>3</sub>
- Cal útil (para CL)
- Reactividad (para cales vivas)
- Estabilidad de volumen
- Tamaño de partícula (para cales hidratadas)
- Distribución granulométrica (para cales vivas)
- Penetración (para cales hidratadas)
- Durabilidad

## 5.- ENVASADO E IDENTIFICACIÓN

01 El producto será expedido en envases adecuados para que no sufra alteración.

02.- Serán identificadas en el saco, en la nota de entrega, en la factura o en cualquier otro documento adjunto, con lo siguiente:

- a) tipo de cal para construcción;
- b) forma comercial del tipo de cal para construcción;
- c) lugar de producción;
- d) instrucciones de trabajo, si fueran necesarias;
- e) peso bruto (si se suministra en sacos);
- f) información de seguridad de acuerdo con la reglamentación nacional.

## 6.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual. El producto deberá rechazarse si, en el momento de abrir el recipiente que lo contenga, aparece en estado grumoso o aglomerado.

02.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

03.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

04.- Todo lote que no cumpla las condiciones establecidas será retirado y sustituido.

## 7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, la cal aérea se medirá en toneladas (t) realmente acopiadas.

## ARTÍCULO 20.12.- CAL HIDRÁULICA

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Cal hidráulica es el conglomerante que se compone principalmente de silicatos cálcicos, aluminatos cálcicos, e hidróxido cálcico, producida por calcinación de calizas arcillosas y posterior hidratación y trituración y/o mezclando los materiales adecuados con hidróxido cálcico.

02.- Tiene la propiedad de fraguar y endurecer cuando se pone en contacto con agua. El dióxido de carbono atmosférico contribuye al proceso de endurecimiento.

03.- Las cales hidráulicas, después de amasadas con agua, se endurecen al aire, y también en agua, siendo esta última propiedad la que las caracteriza.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas EN que implican marcado CE

01.- EN 459-1. Cales para la construcción. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad.

#### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- UNE-EN 459-2. Cales para la construcción. Parte 2: Métodos de ensayo.

02.- UNE-EN 459-3. Cales para la construcción. Parte 3: Evaluación de la conformidad.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Las cales con propiedades hidráulicas se distinguen en subfamilias y clases.

02.- Se distinguen las siguientes subfamilias de cales con propiedades hidráulicas:

- Se llaman cales hidráulicas naturales (NHL) cuando se producen por calcinación de calizas más o menos arcillosas o síliceas con reducción a polvo mediante apagado con o sin molienda.
- Se llaman cales formuladas (FL) a las cales con propiedades hidráulicas constituidas principalmente por cal aérea y/o cal hidráulica natural con material hidráulico y/o puzolánico añadido.
- Se llaman cales hidráulicas (HL) al conglomerante constituido por cal y otros materiales tales como cemento, escorias de alto horno, cenizas volantes, filler calizo y otros materiales adecuados.

03.- Las cales formuladas se dividen a su vez en FL A, FL B y FL C, en función de su contenido en cal útil.

04.- Las cales con propiedades hidráulicas, según su resistencia a compresión, se clasifican en tipos 2; 3,5 y 5, tal como se de acuerdo con el CUADRO 20.12.1.

CUADRO 20.12.1.

Tipo de cal	Resistencia a compresión (MPa)	
	7 días	28 días
2	-	$\geq 2$ a $\leq 7$
3,5	-	$\geq 3,5$ a $\leq 10$
5	$\geq 2$	$\geq 5$ a $\leq 15^{1)}$

1) Para HL 5, si tiene una densidad aparente inferior a 0,90 kg/cm<sup>3</sup>, se permite que la resistencia pueda llegar hasta 20 MPa

#### 4.- DESIGNACIÓN DE LAS CALES CON PROPIEDADES HIDRÁULICAS

01.- Las cales con propiedades hidráulicas se designarán mediante el código de su subfamilia (NHL, FL A, FL B, FL C o HL) seguida de su clase.

#### 5.- CARACTERÍSTICAS DE LAS CALES CON PROPIEDADES HIDRÁULICAS

01.- Las propiedades químicas, físicas y mecánicas de las cales con propiedades hidráulicas se ajustarán a los valores recogidos en la norma EN 459-1.

02.- Las características químicas, físicas y mecánicas de las cales con propiedades hidráulicas se realizarán de acuerdo con la Norma UNE-EN 459-2.

03.- Las cales deberán contar con Marcado CE de acuerdo con la Norma EN 459-1.

04.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 459-1, para los requisitos siguientes:

- Resistencia a compresión
- Tiempo de fraguado
- Contenido en aire
- Contenido de componentes: SO<sub>3</sub>
- Estabilidad de volumen
- Tamaño de partícula
- Penetración
- Durabilidad

#### 6.- ENVASADO E IDENTIFICACIÓN

01.- El producto será expedido en envases adecuados para que no sufra alteración.

02.- Serán identificadas en el saco, en la nota de entrega, en la factura o en cualquier otra documentación adjunta, con lo siguiente:

- a) tipo de cal para construcción;
- b) forma comercial del tipo de cal para construcción;
- c) lugar de producción;
- d) instrucciones de trabajo, si fueran necesarias;
- e) peso bruto (si se suministra en sacos);
- f) información de seguridad de acuerdo con la reglamentación nacional.

03.- El producto deberá contar con marcado CE.

## 7.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual. El producto deberá rechazarse si, en el momento de abrir el recipiente que lo contenga, aparece en estado grumoso o aglomerado.

02.- En determinados casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de Obra podrán exigir controles adicionales, que se llevarán a cabo de acuerdo con la Norma UNE-EN 459-2.

03.- El fabricante aportará las fichas técnica y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

04.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

05.- Todo lote que no cumpla las condiciones mínimas establecidas será retirado y sustituido.

06.- En el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinada “Marca de Calidad”, concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo establecido en el Artículo 15.52.

## 8.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, la cal hidráulica se medirá por toneladas (t) realmente acopiadas.

## ARTÍCULO 20.13.- CEMENTOS

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Recibe el nombre de clinker el material que se obtiene calcinando y molturando una mezcla suficientemente fina y homogénea, de proporciones variables, de calizas, arcillas, bauxitas, margas y otros productos cuya presencia facilite los procesos de fabricación o permita la obtención de cementos con propiedades adicionales.

02.- Recibe el nombre de cemento el material que se obtiene por molturación conjunta, en proporciones variables, de clinker, reguladores de fraguado, escorias siderúrgicas, puzolanas y adiciones inertes.

03 Los cementos, después de amasados con agua, fraguan y endurecen, tanto expuestos al aire, como sumergidos en agua, por ser los productos de su hidratación estables en tales condiciones.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliego de condiciones de aplicación obligatoria

01.- Instrucción para la Recepción de Cementos vigente

#### 2.2.- Normas EN que implican marcado CE

01.- EN 197-1. Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.

02.- EN 413-1. Cementos de albañilería. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad.

03.- EN 14216. Cemento. Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos especiales de muy bajo calor de hidratación.

04.- EN 14647. Cemento de aluminato cálcico. Composición, especificaciones y criterios de conformidad.

#### 2.3.- NORMAS UNE de obligado cumplimiento

01.- UNE 80307. Cementos para usos especiales.

02.- UNE 80305. Cementos blancos.

03.- UNE 80303-1. Cementos con características adicionales. Parte 1: Cementos resistentes a los sulfatos.

04.- UNE 80303-2. Cementos con características adicionales. Parte 2: Cementos resistentes al agua de mar.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Se establece la siguiente clasificación para los cementos:

- Cementos comunes.
- Cementos resistentes a los sulfatos.



- Cementos especiales de muy bajo calor de hidratación.
- Cementos de aluminato de calcio.
- Cementos de albañilería.
- Cementos resistentes al agua de mar.
- Cementos blancos.
- Cementos para usos especiales.

#### 4.- CONDICIONES GENERALES

##### 4.1.- Cementos comunes. CEM

###### 4.1.1.- Composición de los cementos comunes

01.- Las proporciones en masa de los componentes de los cementos comunes serán las especificadas en la Instrucción para la Recepción de Cementos, según su clasificación por denominación y tipo.

###### 4.1.2.- Características mecánicas, físicas y químicas de los cementos comunes

01.- Las prescripciones que deben cumplir los cementos comunes relativas a las características mecánicas, físicas y químicas son las especificadas en la Instrucción para la Recepción de cementos, según clases resistentes. El número que identifica a la clase corresponde a la resistencia mínima a compresión a veintiocho (28) días, en Newton por milímetro cuadrado (N/mm<sup>2</sup>) o megapascales (Mpa).

02.- Los cementos comunes deberán contar con Marcado CE de acuerdo con la Norma EN 197-1.

03.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 197-1, para los requisitos siguientes:

- Cementos comunes (subfamilias) componentes y composición
- Resistencia a compresión (inicial y nominal)
- Tiempos de fraguado
- Residuo insoluble (solo para CEM I y CEM III)
- Pérdida por calcinación (solo para CEM I y CEM III)
- Estabilidad de volumen: expansión y contenido de SO<sub>3</sub>
- Calor de hidratación (solo para cementos de bajo calor de hidratación)
- Contenido de cloruros
- Puzolanidad (solo para cementos puzolánicos)
- Durabilidad (se refiere al hormigón, mortero, pastas y otras mezclas hechas de cemento)
- C<sub>3</sub>A en el clinker

##### 4.2.- Cementos resistentes a los sulfatos

###### 4.2.1.- Composición de los cementos resistentes a los sulfatos

01.- Las proporciones en masa de los componentes de los cementos comunes resistentes a los sulfatos son las especificadas en la Instrucción para la Recepción de Cementos, según su clasificación por denominación y tipo.

###### 4.2.2.- Características mecánicas, físicas y químicas de los cementos resistentes a los sulfatos

01.- Las prescripciones que deben cumplir los cementos resistentes a los sulfatos se guiarán por la Instrucción para la Recepción de cementos.

### 4.3.- Cementos especiales de muy bajo calor de hidratación. VLH

#### 4.3.1.- Generalidades

01.- Se consideran cementos de muy bajo calor de hidratación al conglomerante hidráulico que presenta reacciones y procesos de hidratación idénticos a los de los cementos comunes pero debido a su composición, finura o reactividad de los constituyentes, el proceso de hidratación es más lento.

02.- Es adecuado para obras en masa que por sus dimensiones tiene una relación superficie/volumen pequeña, con una disipación de calor muy lenta.

03.- Se consideran cementos de muy bajo calor de hidratación todos aquellos que desarrollen un calor de hidratación igual o inferior a doscientos veinte Julios por gramo (220 J/g), determinado, según se especifica en la Norma EN 196-8 a la edad de siete (7) días o según la norma EN 196-9 a cuarenta y una (41) horas.

#### 4.3.2.- Características mecánicas, físicas y químicas de los cementos especiales de muy bajo calor de hidratación

01.- Las prescripciones que deben cumplir los cementos especiales de muy bajo calor de hidratación serán las indicadas en la Instrucción para la Recepción de cementos, según clases resistentes. El número que identifica a la clase corresponde a la resistencia mínima a compresión a veintiocho (28) días, en Newton por milímetro cuadrado (N/mm<sup>2</sup>) o megapascales (Mpa).

02.- Los cementos de muy bajo calor de hidratación deberán contar con Marcado CE, de acuerdo con la Norma EN 14216.

03.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 14216, para los requisitos siguientes:

- Cementos especiales de muy bajo calor de hidratación (subfamilias) componentes y composición
- Resistencia a compresión
- Principio de fraguado
- Residuo insoluble (solo para VLH III)
- Pérdida por calcinación (solo para VLH III)
- Estabilidad de volumen: expansión y contenido de SO<sub>3</sub>
- Calor de hidratación
- Contenido de cloruros
- Puzolanicidad (solo para VLH IV)
- Durabilidad (se refiere al hormigón, mortero, pastas y otras mezclas hechas de cemento)
- Emisión de sustancias peligrosas

### 4.4.- Cementos de aluminato de calcio. CAC

01.- Se consideran cementos de aluminato de calcio aquellos compuestos únicamente por clinker de cemento de aluminato de calcio, obtenido a partir de una mezcla definida de materiales aluminosos y calcáreos sometida a tratamiento térmico adecuado.

02.- Las prescripciones mecánicas, físicas y químicas de estos cementos son las indicadas en la Instrucción para la Recepción de Cementos.

03.- Los cementos de aluminato de calcio deberán contar con Marcado CE, de acuerdo con la Norma EN 14647.

04.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 14647, para los requisitos siguientes:

- Cemento de aluminato de calcio, componentes y composición
- Resistencia a compresión (6 h y 24 h)
- Tiempo de fraguado
- Contenido de alúmina
- Contenido de sulfuros
- Contenido de cloruros
- Contenido de álcalis
- Contenido de sulfatos (expresado como  $SO_3$ )
- Durabilidad (se refiere al hormigón, mortero y otras mezclas para la construcción hechas con cemento de aluminato de calcio)

#### 4.5.- Cementos de albañilería. MC

01.- Se consideran cementos de albañilería al conglomerante hidráulico finamente molido, producido en fábrica y basado esencialmente en la presencia de clínker de cemento Pórtland para desarrollar su resistencia mecánica. Cuando se mezcla solo con arena y agua, y sin la adición de otros materiales, produce un mortero trabajable adecuado para su uso en revocos, enlucidos y trabajos de albañilería.

02.- La composición de estos cementos será la indicada en la Instrucción para la Recepción de Cementos.

03.- Las prescripciones mecánicas, físicas y químicas de estos cementos son las recogidas en la Instrucción para la Recepción de Cementos.

04.- Los cementos de albañilería deberán contar con Marcado CE, de acuerdo con la Norma EN 413-1.

05.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 413-1, para los requisitos siguientes:

- Composición y durabilidad
- Resistencia a compresión (inicial y normal)
- Tiempo de fraguado
- Finura (residuo sobre tamiz)
- Estabilidad de volumen (expansión y contenido de  $SO_3$ )
- Contenido de aire del mortero fresco
- Contenido de cloruros

#### 4.6.- Cementos resistentes al agua de mar

01.- Además de los cementos comunes definidos en el apartado 4.1, se pueden considerar resistente al agua de mar los cementos que cumplan las prescripciones recogidas en la Instrucción para la Recepción de Cementos.

#### 4.7.- Cementos blancos. BL

01.- Se consideran cementos blancos aquellos con un índice de blancura, determinado por el método descrito en el UNE 80117 sea igual o superior al ochenta y cinco por ciento (85 %), según se especifica en la Norma UNE 80305.

02.- Los tipos, subtipos, denominaciones y composición corresponden a los señalados para los cementos comunes.

#### 4.8.- Cementos para usos especiales. ESP

01.- Se consideran cementos para usos especiales ESP-VI, al recogido en la Instrucción para la Recepción de Cementos.

02.- Las prescripciones mecánicas, físicas y químicas se establecen en la Instrucción para la Recepción de Cementos.

03.- A diferencia de los cementos comunes, la resistencia normal de un cemento especial ESP que se incluye en su designación, viene dada por la resistencia mecánicas determinada a noventa (90) días.

## 5.- DESIGNACIÓN

01.- Cada cemento se designará por su tipo y clase resistente y, en su caso, por sus características adicionales, seguido de la referencia a la Norma UNE correspondiente, de acuerdo con lo indicado en la Instrucción de Recepción de Cementos.

## 6.- SUMINISTRO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

01.- Los cementos se expedirán:

- En sacos adecuados para que su contenido no sufra alteración.
- A granel, mediante instalaciones especiales de transporte, cubas o sistemas similares en hermetismo, seguridad y almacenamiento tales que garanticen su perfecta conservación, que su contenido no sufra alteración y que preserven el medio ambiente.

### 6.1.- Suministro en sacos

01.- Cuando el cemento se suministre envasado, se utilizarán envases adecuados que garanticen la retención del cemento y que permitan mantener sus características hasta el momento de su empleo. Estos envases deberán tener la rigidez y resistencia suficiente para no sufrir daños durante su manipulación que puedan provocar la alteración del cemento en ellos contenido.

02.- A la recepción en obra de cada partida, la Dirección examinará el estado de los sacos y procederá a dar su conformidad para que se pase a controlar el material o a rechazarlo. Se examinará:

- Que no está mojado.
- Que el saco lleva impresa la fecha de envasado desde fábrica.
- Que el procedimiento de fechado de los envases deberá incluir, al menos, la información sobre el número de la semana y el año.
- Que contiene la referencia al cumplimiento del límite reglamentario del cromo (VI) soluble en agua según lo establecido en la Orden Ministerial PRE/1954/2004 que traspone la Directiva 2003/53/CE.
- Que al menos una de las caras lleva impreso, el etiquetado correspondiente al marcado CE y al Real Decreto 1313/1988, cuando aplique, y el correspondiente a cementos con distintivo de calidad oficialmente reconocido, si aplica.
- Que contiene el nombre o marca identificativa del fabricante del cemento y de la fábrica.

03 - Los sacos empleados para el transporte del cemento se almacenarán en sitio ventilado, defendido de la intemperie y de la humedad, tanto del suelo como de las paredes. A tal efecto los sacos se apilarán sobre tarimas o palés, separados de las paredes del almacén, dejando corredores entre las distintas pilas para permitir el paso del personal y conseguir una máxima aireación del local. Cada cuatro (4) capas de sacos como máximo se colocará un tablero o tarima que permita el paso de aire a través de las propias pilas que forman los sacos.

04.- La Dirección comprobará, con la frecuencia que crea necesaria, que los sacos tras la descarga no presentan desperfectos que puedan afectar a la calidad del material; en caso contrario impondrá el sistema de descarga que estime más conveniente.

## 6.2.- Suministro a granel

01.- El transporte de cemento a granel únicamente podrá efectuarse mediante vehículos equipados de contenedores adecuados (cubas o cisternas), con el hermetismo, seguridad y confinamiento necesarios para garantizar su perfecta conservación y que no se afecte negativamente al medioambiente.

02.- El cemento transportado en cisternas se almacenará en silos estancos y se evitará, en particular, su contaminación con otros cementos de tipo y/o clase de resistencia distintos. Por tanto, está expresamente prohibida la mezcla de diferentes variedades de cementos en cuanto a su tipo, clase de resistencia y características adicionales si las tuviere.

03.- Los silos deben estar protegidos de la humedad y tener un sistema o mecanismo de apertura para la carga en condiciones adecuadas desde los vehículos de transporte, sin riesgo de alteración del cemento.

04.- A la vista de las condiciones indicadas en los párrafos anteriores, así como de aquellas otras referentes a la capacidad de la cisterna, rendimiento del suministro, etc., que estime necesarias la Dirección, procederá esta a aprobar o rechazar el sistema de transporte y almacenamiento propuesto.

05.- Se comprobará, con la frecuencia que crea necesaria, que durante el vaciado de las cisternas no se llevan a cabo manipulaciones que puedan afectar a la calidad del material; de llevarse a cabo las mismas, suspenderá la operación hasta que se tomen las medidas necesarias para que aquel se realice satisfactoriamente.

06.- Las instalaciones de almacenamiento, carga y descarga del cemento dispondrán de los dispositivos adecuados para minimizar las emisiones de polvo a la atmósfera.

## 7.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

### 7.1.- Definiciones

01.- **Remesa:** Es la cantidad de cemento, de igual designación y procedencia, recibida en el lugar de suministro en una misma unidad de transporte (camión, contenedor, barco, etc.).

02.- **Lote:** Es la cantidad de cemento de la misma designación y procedencia que se somete a recepción. En el caso de suministros continuos el lote estará constituido por doscientas toneladas (200 t) o fracción de cemento suministrado.

En el caso de suministros discontinuos, cada uno de ellos constituirá un lote.

Otro tamaño del lote de control podrá ser fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o, en su defecto, por la Dirección de Obra.

03.- **Muestra:** Es la cantidad de cemento extraída, en su caso de un lote, a los efectos de control.

### 7.2.- Generalidades

01.- En la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, según la Instrucción para la recepción de cementos. Se considera conforme si:
  - El etiquetado y la documentación se corresponden con los del cemento solicitado.
  - Están completos.

- Reúnen todos aquellos requisitos establecidos.
- Control del suministro mediante inspección visual, según la Instrucción para la recepción de cementos. Se considera conforme si:
  - No presenta síntomas de meteorización relevante en relación con el volumen suministrado.
  - No contiene cuerpos extraños.
  - No presenta de manera evidente muestras de heterogeneidad en su aspecto o en su color.
- En su caso, control mediante ensayos, conforme a la Instrucción para la recepción de cementos.

02.- En el caso de cementos comunes, cementos especiales de muy bajo calor de hidratación, cementos de aluminato de calcio y cementos de albañilería, será obligatorio que el cemento cuente con marcado CE.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del cemento, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

### 7.3.- Prescripciones adicionales

01.- En determinados casos y para ciertos tipos de cemento, el Pliego de Prescripciones Técnicas particulares o la Dirección de Obra podrán exigir especificaciones adicionales o distintas de las recogidas en este Pliego. En este caso es conveniente que se refieran a especificaciones de propiedades cuya determinación esté normalizada en Normas UNE, como son:

- Resistencias mecánicas, según EN 196-1.
- Análisis químico, según EN 196-2.
- Tiempo de fraguado, según EN 196-3
- Estabilidad de volumen, según EN 196-3
- Puzolanicidad, según EN 196-5.
- Finura, según EN 196-6.
- Calor de hidratación, según EN 196-8 o EN 196-9.
- Densidad real, según UNE 80103.
- Humedad, según UNE 80220.
- Óxido de calcio libre, según UNE 80243.

### 8.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, el cemento se medirá por toneladas (t) realmente acopiadas.

## **ARTÍCULO 20.14.- YESOS Y ESCAYOLAS**

---

### **1.- DEFINICIONES**

01.- Los yesos y escayolas son conglomerantes constituidos fundamentalmente por sulfato cálcico semihidrato ( $\text{SO}_4 \text{Ca } \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ ) y anhidro ( $\text{SO}_4\text{Ca}$ ) obtenidos por tratamiento térmico de la piedra de yeso, y que tienen la propiedad de endurecerse únicamente al aire, después de amasados con agua, por cristalización en forma de sulfato cálcico dihidrato ( $\text{SO}_4\text{Ca } 2\text{H}_2\text{O}$ ).

### **2.- NORMATIVA TÉCNICA**

#### **2.1.- Normas EN que implican marcado CE**

01.- EN 13279-1. Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción. Parte 1: Definiciones y especificaciones.

#### **2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento**

01.- UNE-EN 13279-2. Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción. Parte 2: Métodos de ensayo.

02.- UNE 102001. Aljez o piedra de yeso. Caracterización.

03.- UNE 102042. Yesos y escayolas de construcción. Otros métodos de ensayo.

### **3.- CLASIFICACIÓN**

01.- Los yesos se clasifican en tres (3) tipos y diecisiete (17) subtipos, que se indican y designan en el CUADRO 20.14.1.

CUADRO 20.14.1

Designación	Identificación
Conglomerantes a base de yeso*, por ejemplo:	A
Para uso directo o para su transformación (productos en polvo, secos)	A1
Para su empleo directo en la obra	A2
Para su transformación (por ejemplo, en paneles de yeso, en placas de yeso laminado, en placas de escayola para techos)	A3
Yeso para la construcción:	B
Yeso de construcción	B1
Mortero de yeso	B2
Mortero de yeso y cal	B3
Yeso de construcción aligerado	B4
Mortero de yeso aligerado	B5
Mortero de yeso y cal aligerado	B6
Yeso de construcción de alta dureza	B7
Yeso para aplicaciones especiales:	C
Yeso para trabajos con staff	C1
Yeso para morteros de agarre	C2
Yeso acústico	C3
Yeso con propiedades de aislamiento térmico	C4
Yeso para protección contra el fuego	C5
Yeso para su aplicación en capa fina, producto de acabado	C6
Producto de acabado	C7

#### 4.- CARACTERÍSTICAS DE LOS YESOS Y ESCAYOLAS

01.- Las propiedades químicas, físicas y mecánicas de los yesos y escayolas se ajustarán a los valores recogidos en la Norma EN 13279-1.

02.- Las características químicas, físicas y mecánicas de los yesos y escayolas se determinarán de acuerdo con las Normas UNE EN 13279-2 y UNE 102042.

03.- Los yesos y escayolas comunes deberán contar con Marcado CE de acuerdo con la Norma EN 13279-1.

04.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 13279-1, para los requisitos siguientes:

- Reacción al fuego (en situaciones de exposición)
- Aislamiento directo al ruido aéreo (en condiciones finales de uso)
- Resistencia térmica

#### 5.- ENVASADO

01.- Los yesos y escayolas se suministrarán a granel o envasados con medios adecuados para que no sufran alteración. En el caso de utilizar sacos, serán con cierre de tipo de válvula.



## 6.- IDENTIFICACIÓN

01.- En cada saco, o en el albarán si el producto se suministra a granel, deberán figurar los siguientes datos:

- Nombre del fabricante o marca comercial del producto.
- Lugar de fabricación.
- Designación del producto, según el Pliego General de condiciones para la recepción de yesos y escayolas.
- Peso neto.

02.- En el caso de que el producto tenga concedido un distintivo de calidad, este figurará en el envase bajo las condiciones que se impongan en su concesión.

03.- El producto deberá contar con marcado CE.

04.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

05.- La tolerancia en el peso neto respecto del que figure en el saco no será mayor del cuatro por ciento (4%) en más o en menos.

## 7.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

### 7.1.- Definiciones

01.- **Partida:** es la cantidad de producto, de la misma procedencia, recibida en obra en una misma unidad de transporte (camión, contenedor, etc). Cuando en la obra se reciban, en el mismo día de forma habitual, varias unidades de transporte de producto de la misma procedencia, puede considerarse que el conjunto también constituye una partida.

02.- **Muestra:** es la cantidad de yeso o escayola extraída de cada partida y sobre la cual se realizarán, si procede, los ensayos de control de recepción.

### 7.2.- Ensayos previos y toma de muestras

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual. Se comprobará que el producto llega correctamente envasado y los envases en buen estado, que es identificable de acuerdo con las especificaciones de este PCTG y que está seco y exento de grumos.

02.- En determinados casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de Obra podrán exigir controles adicionales, que se llevarán a cabo de acuerdo con las Normas UNE EN 13279-2 y UNE 102042.

03.- El fabricante aportará las fichas técnica y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

## 8.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, los yesos y escayolas se medirán por toneladas (t) realmente acopiadas de cada material.

## Sección 2.<sup>a</sup>

### ADITIVOS

---

#### ARTÍCULO 20.20.- GENERALIDADES

---

##### 1.- DEFINICIONES

01.- Aditivos son aquellas sustancias o productos que, incorporados al hormigón, mortero o lechada antes o durante el amasado (o durante un amasado suplementario) en una proporción no superior al cinco por ciento (5 %) del peso del cemento, producen la modificación deseada en estado fresco y/o endurecido de alguna de sus características, de sus propiedades habituales o de su comportamiento.

02.- Recibe el nombre de hormigón de control o mortero de control el hormigón o mortero que, fabricado con los mismos materiales (cemento, áridos y agua) que hayan de emplearse en obra, sea dosificado para satisfacer las condiciones exigidas en el PCTP de docilidad, resistencia, densidad, durabilidad e impermeabilidad.

03.- Recibe el nombre de hormigón de ensayo o mortero de ensayo el hormigón o mortero obtenido al añadir, durante el amasado, un aditivo al hormigón o mortero de control.

04.- A los efectos de este PCTG, no se denominarán aditivos aquellos productos que se emplean en las obras de hormigón y no quedan incorporados a su masa, tales como los filmógenos de curado, los hidrófugos de superficie o impermeabilizantes, los desencofrantes, etc.

##### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

###### 2.1.- Pliegos e Instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Instrucción de Hormigón Estructural vigente

###### 2.2. - Normas EN que implican marcado CE

01.- EN 934-2, Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado

02.- EN 934-3, Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 3: Aditivos para morteros para albañilería. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado.

03.- EN 934-4, Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 4: Aditivos para lechadas para tendones de pretensado. Definiciones, especificaciones, conformidad, marcado y etiquetado.

04.- EN 12878. Pigmentos para la coloración de materiales de construcción basados en cemento y/o cal. Especificaciones y métodos de ensayo.

###### 2.3. - Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 934-1, Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 1: Requisitos comunes.

02.- UNE-EN 934-5. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 5: Aditivos para hormigón proyectado. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado.

03.- UNE-EN 934-6. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 6: Toma de muestras, control y evaluación de la conformidad

04.- UNE-EN 480. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Métodos de ensayo. Todas las partes.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Los aditivos para hormigones cumplirán los requisitos establecidos en las Normas EN 934-2 y EN 934-1. Se clasificarán en los siguientes grupos:

- Aditivos reductores de agua/plastificantes.
- Aditivos reductores de agua de alta actividad / superplastificantes.
- Aditivos retenedores de agua.
- Aditivos inclusores de aire.
- Aditivos aceleradores de fraguado.
- Aditivos aceleradores de endurecimiento.
- Aditivos retardadores de fraguado.
- Aditivos hidrófugos.
- Aditivos retardadores de fraguado / reductores de agua/plastificantes.
- Aditivos retardadores de fraguado / reductores de agua de alta actividad/superplastificantes.
- Aditivos aceleradores de fraguado / reductores de agua/plastificantes.
- Aditivo modulador de la viscosidad.

02.- Los aditivos para morteros para albañilería cumplirán los requisitos establecidos en las Normas EN 934-3 y EN 934-1. Se clasificarán en los siguientes grupos:

- Aditivo inclusor de aire/plastificante.
- Aditivos fuertemente retardadores de fraguado para morteros para albañilería.

03.- Los Aditivos para lechadas para tendones de pretensado cumplirán lo establecido en las Normas EN 934-4 y EN 934-1.

04.- Los aditivos para hormigón proyectado cumplirán los requisitos establecidos en las Normas EN 934-5 y EN 934-1. Se clasificarán en los siguientes grupos:

- Aditivo acelerador de fraguado para hormigón proyectado.
- Aditivo acelerador de fraguado sin alcalinos para hormigón proyectado.
- Aditivo testigo para la consistencia.
- Aditivo que mejora la adhesión.

05.- Los pigmentos cumplirán los requisitos establecidos en la Norma EN 12878.

### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Salvo indicación previa en contra de la Dirección Facultativa, el Suministrador podrá emplear cualquiera de los aditivos recogidos en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente, enumerados a continuación. La utilización de otros aditivos distintos requiere la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

- Reductores de agua / Plastificantes
- Reductores de agua de alta actividad / Superplastificantes
- Modificadores de fraguado / Aceleradores, retardadores

- Incluidores de aire
- Multifuncionales

02.- La utilización de aditivos en el hormigón, una vez en la obra y antes de su colocación en la misma, requiere de la autorización de la Dirección Facultativa y el conocimiento del Suministrador del hormigón.

03.- A igualdad de temperatura, la densidad y viscosidad de los aditivos líquidos o de sus soluciones o suspensiones en agua, serán uniformes en todas las partidas suministradas y asimismo el color se mantendrá invariable.

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

05.- El empleo del cloruro cálcico como acelerante suele ser beneficioso cuando se trata del hormigón en masa y se utiliza el producto en las debidas proporciones, del orden de uno y medio por ciento (1,5 %) al dos por ciento (2 %) por peso del cemento.

06.- En los elementos pretensados mediante armaduras ancladas exclusivamente por adherencia, no podrán utilizarse aditivos que tengan carácter de aireantes.

07.- La prohibición de la utilización de aireantes para el caso indicado en el punto anterior se basa en que estos productos pueden perjudicar la adherencia entre el hormigón y la armadura.

08.- El aditivo debe ser neutro frente a los componentes del cemento y los áridos tanto a corto como a largo plazo.

09.- Los aditivos pueden suministrarse en estado líquido o sólido. De suministrarse en estado líquido, su solubilidad en agua será total cualquiera que sea la concentración del aditivo. Si el aditivo se suministra en estado sólido, deberá ser fácilmente soluble en agua o dispersable, con la estabilidad necesaria para asegurar la homogeneidad de su concentración por lo menos durante diez horas (10 h).

10.- En el proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en las Normas EN correspondientes, para los requisitos siguientes:

- Aditivos para hormigones (EN 934-2):
  - Contenido en iones cloruro
  - Contenido en alcalinos
  - Comportamiento frente a la corrosión
  - Resistencia a compresión
  - Contenido en aire (Se aplica a todos los aditivos, excepto para los aditivos incluidores de aire)
  - Contenido en aire (aire ocluido) (Se aplica solamente a los aditivos incluidores de aire)
  - Características de los huecos de aire (Se aplica solamente a los aditivos incluidores de aire)
  - Reducción de agua (Se aplica solamente a los aditivos reductores de agua/plastificantes; reductores de agua de alta actividad/superplastificantes; retardadores de fraguado/reductores de agua/plastificantes; retardadores de fraguado/reductores de agua de alta actividad/superplastificantes y aceleradores de fraguado/reductores de agua/plastificantes)
  - Exudación (Se aplica solamente a los aditivos retenedores de agua)
  - Tiempo de fraguado (Se aplica solamente a los aditivos aceleradores de fraguado; retardadores de fraguado; retardadores de fraguado/reductores de agua/plastificantes; retardadores de fraguado/reductores de agua de alta actividad/superplastificantes y aceleradores de fraguado/reductores de agua/plastificantes)

- Tiempo de endurecimiento/desarrollo de las resistencias (Se aplica solamente a los aditivos aceleradores de fraguado; aceleradores del endurecimiento; retardadores de fraguado; retardadores de fraguado/reductores de agua/plastificantes y aceleradores de fraguado/reductores de agua de alta actividad/superplastificantes)
- Absorción capilar (Se aplica solamente a los aditivos hidrófugos)
- Consistencia (Se aplica solamente a los aditivos reductores de agua de alta actividad/superplastificantes y a los aditivos retardadores de fraguado/reductores de agua de alta actividad/superplastificantes)
- Sustancias peligrosas
- Durabilidad
- Porción segregada (Se aplica solamente a los aditivos que mejoran la cohesión)
- Aditivos para morteros para albañilería (EN 934-3):
  - Contenido en iones cloruro
  - Contenido en alcalinos
  - Comportamiento frente a la corrosión
  - Resistencia a compresión
  - Contenido en aire
- Aditivos para lechadas para tendones de pretensado (EN 934-4):
  - Contenido en iones cloruro
  - Contenido en tiocianato
  - Contenido en sulfuros
  - Efecto sobre la corrosión
  - Sustancias peligrosas
  - Durabilidad
  - Resistencia a compresión
  - Exudación
  - Consistencia (fluidez)
  - Variación de volumen
- Pigmentos (EN 12878):
  - Tiempo de fraguado
  - Resistencia a la compresión
  - Composición del pigmento
  - Sustancias solubles en agua
  - Cloruro soluble
  - Cloro total
  - Pérdida por ignición
  - Emisión de radioactividad y emisión de sustancias peligrosas

## 5.- IDENTIFICACIÓN

01.- En los documentos de origen figurará:

- La designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en la Norma EN que corresponda, entre las indicadas en el apartado 2.2.
- El certificado del fabricante que garantice que el producto satisface los requisitos prescritos en la citada norma
- El intervalo de eficacia (proporción a emplear)
- Su función principal.

## 6.- TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

01.- Los aditivos recibidos en obra serán almacenados en la forma recomendada por el fabricante quien deberá facilitar las instrucciones pertinentes.

02.- El aditivo será almacenado en un local cerrado a salvo de humedades y de las heladas. Será colocado de tal forma que sea posible un fácil acceso para realizar la inspección y la identificación de cada una de las partidas recibidas.

03.- Los aditivos se transportarán y almacenarán de manera que se evite su contaminación y que sus propiedades no se vean afectadas por factores físicos o químicos (heladas, altas temperaturas, etc).

04.- Los aditivos pulverulentos se almacenarán en las mismas condiciones que las establecidas para los cementos en el artículo 20.13.

05.- Los aditivos líquidos y los pulverulentos diluidos en agua se deben almacenar en depósitos protegidos de la helada y que dispongan de elementos agitadores para mantener los sólidos en suspensión.

06.- Los aditivos pulverulentos deberán ser medidos en peso, y los aditivos en pasta o líquidos, en peso o en volumen. En ambos casos, la tolerancia será el  $\pm 5\%$  del peso o volumen requeridos. La incorporación de aditivos puede realizarse bien en planta bien o en obra. Sin embargo, en algunas ocasiones, para conseguir hormigones de características especiales puede ser conveniente la combinación de ambas situaciones.

07.- Durante su manipulación deberán tomarse las medidas preventivas para usar productos químicos, entre las que se encuentran usar gafas y guantes, no comer, beber ni fumar, lavarse las manos.

08.- Los envases que contengan el producto serán gestionados adecuadamente según la legislación vigente.

## 7.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- La conformidad de los aditivos que dispongan de marcado CE, se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al citado marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y este PCTG.

03.- En el caso de aditivos que, por no estar incluidos en las normas armonizadas, no dispongan de marcado CE, el Constructor o, en su caso, el Suministrador de hormigón o de los elementos prefabricados, deberá aportar un certificado de ensayo, con antigüedad inferior a seis meses, realizado por un laboratorio de control que demuestre la conformidad del aditivo a las especificaciones contempladas en el proyecto y en este PCTG, con un nivel de garantía estadística equivalente que el exigido para los aditivos con marcado CE en la Norma EN 934-2

04.- En determinados casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de Obra podrán exigir controles adicionales, que se llevarán a cabo de acuerdo con Normas UNE.

05.- El fabricante aportará las fichas técnica y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

## 8.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de los aditivos se realizarán de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que formen parte.



## ARTÍCULO 20.21.- INCLUSORES DE AIRE

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Reciben el nombre de inclusores de aire o aireantes aquellos aditivos que cuando se añaden al agua de amasado del hormigón ocluyen una controlada cantidad de aire en forma de burbujas microscópicas uniformemente repartidas, consiguiéndose las siguientes finalidades:

- a) Mejorar la durabilidad del hormigón bajo la acción del hielo y deshielo y ataques de aguas agresivas.
- b) Aumentar la cohesión del hormigón disminuyendo la tendencia a la disgregación del árido y a la segregación de la lechada de la masa fresca.
- c) Aumentar la trabajabilidad del hormigón.
- d) Mejorar la estanquidad.

### 2.- COMPOSICIÓN

01.- Los aireantes suelen estar fabricados a partir de las siguientes materias primas: Sales de ácidos abiético, pimérico y grasos, alquil-aril sulfonatos, alquil-sulfatos y fenol etoxilatos.

### 3.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Serán de aplicación los documentos indicados en el artículo 20.20.

#### 3.1.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- UNE-EN 12350-2. Ensayos de hormigón fresco. Parte 2: Ensayo de asentamiento.

02.- UNE-EN 12350-7. Ensayos de hormigón fresco. Parte 7: Determinación del contenido de aire. Métodos de presión.

03.- UNE-EN 480-4. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Métodos de ensayo. Parte 4: Determinación de la exudación del hormigón.

04.- UNE-EN 12390-3. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas.

05.- UNE-EN 480-11. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Métodos de ensayo. Parte 11: Determinación de las características de los huecos de aire en el hormigón endurecido.

06.- UNE 83258. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Aditivos para morteros para albañilería. Determinación de la consistencia por medio de la mesa de sacudidas.

### 4.- IDENTIFICACIÓN

01.- Será de aplicación el Apartado 5 del Artículo 20.20.

#### 5.- ALMACENAMIENTO

01.- Será de aplicación el Apartado 6 del Artículo 20.20.

#### 6.- LIMITACIONES DE EMPLEO

01.- Se cumplirá lo establecido en el Apartado 4 del Artículo 20.20.

02.- La disminución de resistencia que produzca la presencia de aireantes será acorde a los límites recogidos en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

03.- No se emplearán aditivos aireantes en hormigones fluidos ni en hormigones de alta dosificación de cemento, salvo justificación de la eficiencia de su empleo en casos particulares.

04.- No se emplearán aditivos aireantes en elementos de hormigón pretensado.

#### 7.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Se cumplirá lo establecido en el Apartado 7 del Artículo 20.20.

#### 8.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de los inclusores de aire se realizarán según lo indicado para la unidad de obra de la que formen parte.

## ARTÍCULO 20.22.- PLASTIFICANTES

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Reciben el nombre de plastificantes, fluidificantes o reductores de agua, aquellos aditivos que se añaden durante el amasado a los hormigones y morteros para conseguir una de las siguientes finalidades:

- a) Aumentar, en todas las edades, la resistencia a compresión del hormigón, manteniendo constante la consistencia.
- b) Aumentar la consistencia del hormigón, manteniendo constante la resistencia a compresión en todas las edades.
- c) Disminuir el contenido de cemento manteniendo constante la consistencia y la resistencia a compresión en todas las edades del hormigón.

### 2.- COMPOSICIÓN

01.- Los plastificantes suelen estar fabricados a partir de las siguientes materias primas: ácidos lignosulfónicos y sus sales, ácidos hidrocarboxílicos y sus sales, polímeros hidroxilados, sales de ácidos formaldehído naftaleno sulfónicos y sales de formaldehído melamina sulfonato.

### 3.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Serán de aplicación los documentos indicados en el artículo 20.20.

#### 3.1.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- UNE 83258. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Aditivos para morteros para albañilería. Determinación de la consistencia por medio de la mesa de sacudidas.

02.- UNE-EN 12350-2. Ensayos de hormigón fresco. Parte 2: Ensayo de asentamiento.

03.- UNE-EN 12350-7. Ensayos de hormigón fresco. Parte 7: Determinación del contenido de aire. Métodos de presión.

04.- UNE-EN 12390-3. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas.

05.- UNE-EN 12350-5. Ensayos de hormigón fresco. Parte 5: Ensayo de la mesa de sacudidas.

### 4.- CLASIFICACIÓN

01.- Se consideran plastificantes a los siguientes tipos de aditivos definidos en la Norma EN 934-2:

#### 4.1.- Aditivo reductor de agua/plastificante

01.- Son aquellos que, sin modificar la consistencia, permite reducir el contenido en agua de un determinado hormigón, o que, sin modificar el contenido en agua, aumenta el asiento/escurrimiento, o que produce ambos efectos a la vez.

#### 4.2.- Aditivo reductor de agua de alta actividad/superplastificante

01.- Son aquellos que, sin modificar la consistencia, permite reducir fuertemente el contenido en agua de un hormigón determinado, o que, sin modificar el contenido en agua, aumenta considerablemente el asiento/escurrimiento, o que produce ambos efectos a la vez.

#### 4.3.- Aditivo retardador de fraguado/reductor de agua/plastificante

01.- Son aquellos que combinan los efectos de un aditivo reductor de agua/plastificante (función principal) y los de un aditivo retardador de fraguado (función secundaria).

#### 4.4.- Aditivo retardador de fraguado/reductor de agua de alta actividad/superplastificante

01.- Son aquellos que combinan los efectos de un aditivo reductor de agua de alta actividad/superplastificante (función principal) y los de un aditivo retardador de fraguado (función secundaria).

#### 4.5.- Aditivo acelerador de fraguado/reductor de agua/plastificante

01.- Son aquellos que combinan los efectos de un aditivo reductor de agua/plastificante (función principal) y los de un aditivo acelerador de fraguado (función secundaria).

### 5.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los plastificantes y superplastificantes cumplirán lo establecido en el Apartado 4 del Artículo 20.20.

### 6.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

01.- Los plastificantes y superplastificantes cumplirán los requisitos exigidos por las Normas EN 934-2 y EN 934-1.

### 7.- IDENTIFICACIÓN

01.- Será de aplicación el Apartado 5 del Artículo 20.20.

### 8.- ALMACENAMIENTO

01.- Será de aplicación el Apartado 6 del Artículo 20.20.

### 9.- LIMITACIONES DE EMPLEO

01.- La eficacia de los plastificantes propiamente dichos, debe ser suficiente con pequeñas dosis ponderales respecto de la dosificación del cemento (del orden de cinco décimas por ciento (0,5%) al uno por ciento (1%) del peso del cemento)

02.- Los plastificantes puros no deben originar una inclusión de aire en el hormigón fresco superior al dos por ciento (2%) de su volumen.

03.- No estarán permitidos plastificantes que contengan cloruros, en cantidad tal que unidos a los del agua de amasado se supere el límite establecido para éstos. En todo caso el fabricante estará obligado a declarar por escrito cual es el contenido de cloruros en el aditivo y si han sido, o no, incorporados durante la fabricación del producto. No estarán permitidos los aditivos con contenido apreciable de cloruros en los hormigones pretensados ni en los que tengan piezas empotradas de aluminio.

04.- La diferencia entre el asiento en cono de Abrams en un hormigón con superplastificante y en otro hormigón de la misma composición y relación agua/cemento pero sin aditivo será, como mínimo, de ocho centímetros (8 cm). A los treinta (30) minutos de la incorporación del superplastificante a la mezcla, el asiento del hormigón con aditivo no debe ser inferior a seis centímetros (6 cm).

05.- La aceptación de un determinado plastificante, propiamente dicho, así como la autorización de su empleo, serán decididas por la Dirección.

06.- En todo caso, será precisa la autorización escrita de la Dirección para el empleo de superplastificantes.

07.- El empleo de superplastificantes solamente es eficaz si la colocación del hormigón o mortero se realiza antes de haber transcurrido treinta (30) minutos desde el momento de su incorporación a la mezcla.

08.- Salvo autorización expresa de la Dirección, si no lo prohibiere el PCTP, no se permitirá la incorporación del superplastificante a la masa una vez terminada la introducción del agua de amasado en la hormigonera. Tampoco se permitirá la adición del superplastificante en los camiones hormigonera durante el trayecto ni después de llegados al tajo. Estas limitaciones únicamente podrá modificarlas la Dirección en casos de hormigonado en condiciones extremas, con las debidas precauciones y bajo una rigurosa vigilancia.

09.- Generalmente, salvo prohibición del uso de superplastificantes en el PCTP, podrá admitirse el empleo de estos aditivos en la fabricación de elementos prefabricados de hormigón, en el relleno de anclajes de piezas metálicas o máquinas, y otros trabajos, siempre que, por la delgadez, forma, concentración de armaduras, y otras circunstancias de difícil colocación del hormigón o mortero, sea necesaria una consistencia fluida sin pérdida apreciable de resistencia final.

10.- No se emplearán en hormigones cuya dosificación de cemento supere los trescientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (350 kg/m<sup>3</sup>)

11.- Los superplastificantes no se emplearán con cemento de elevado contenido de aluminato tricálcico. Cuando el contenido de aluminato tricálcico es superior al ocho por ciento (8%), el efecto fluidificador es despreciable.

## 10.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Se cumplirá lo establecido en el Apartado 7 del Artículo 20.20.

## 11.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de los plastificantes se realizarán según lo indicado para la unidad de obra de la que formen parte.

## **ARTÍCULO 20.23.-RETARDADORES DEL FRAGUADO**

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Reciben el nombre de retardadores del fraguado aquellos aditivos que se añaden durante el amasado a los hormigones para conseguir una de las siguientes finalidades:

- a) Evitar los problemas derivados de un tiempo de transporte dilatado.
- b) Evitar los problemas derivados de hormigonar en tiempo caluroso.
- c) Evitar las juntas de fraguado entre capas de vibrado consecutivas pertenecientes a una misma tongada (juntas frías).

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Serán de aplicación los documentos indicados en el Artículo 20.20.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los retardadores del fraguado cumplirán lo establecido en Apartado 4 del Artículo 20.20.

### 4.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

01.- Los retardadores del fraguado cumplirán los requisitos exigidos por las Normas EN 934-2 y EN 934-1.

### 5.- IDENTIFICACIÓN

01.- Será de aplicación el Apartado 5 del Artículo 20.20.

### 6.- ALMACENAMIENTO

01.- Será de aplicación el Apartado 6 del Artículo 20.20.

### 7.- LIMITACIONES DE EMPLEO

01.- Se cumplirá lo establecido en el Apartado 4 del Artículo 20.20.

02.- El empleo de retardadores de fraguado se tolerará únicamente en casos especiales, debidamente justificados, y siempre con la autorización de la Dirección de Obra.

03.- Estará prohibida la mezcla con otro tipo de aditivo, sin la previa autorización de la Dirección de Obra, una vez realizados los ensayos que ésta ordenare.

04.- No se permitirá el empleo de retardadores del fraguado generadores de espuma.

05.- Se tendrá en cuenta que algunos retardadores del fraguado tienen una acción aireante que debe ser considerada a efectos de la resistencia del hormigón.

#### 8.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Se cumplirá lo establecido en el Apartado 7 del Artículo 20.20.

#### 9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de los retardadores de fraguado se realizarán según lo indicado para la unidad de obra de la que formen parte.

## ARTÍCULO 20.24.- ACELERADORES DEL FRAGUADO

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Reciben el nombre de aceleradores del fraguado aquellos aditivos que se añaden durante el amasado a los hormigones o morteros para adelantar el proceso de fraguado y endurecimiento y conseguir uno de los siguientes objetivos:

- a) Obtener elevadas resistencias iniciales.
- b) Adelantar la generación del calor de hidratación del cemento.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Serán de aplicación los documentos indicados en el artículo 20.20.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los aceleradores del fraguado cumplirán lo establecido en el Apartado 4 del Artículo 20.20.

02.- Entre las sustancias empleadas en los aceleradores de fraguado se encuentran productos corrosivos (como el cloruro cálcico) que tienen un alto poder corrosivo, por lo que se emplearán exclusivamente en hormigón en masa.

### 4.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

01.- Los aceleradores del fraguado cumplirán los requisitos exigidos por las Normas EN 934-2 y EN 934-1.

### 5.- IDENTIFICACIÓN

01.- Será de aplicación el Apartado 5 del Artículo 20.20.

### 6.- ALMACENAMIENTO

01.- Será de aplicación el Apartado 6 del Artículo 20.20.

### 7.- LIMITACIONES DE EMPLEO

01.- Los principales usos de los aceleradores del fraguado son para el hormigonado en tiempo muy frío y para aquellos casos en que se precisa un rápido desencofrado o una rápida puesta en carga.

02.- Debido a los efectos desfavorables que el uso de aceleradores produce en la calidad final del hormigón, únicamente está justificado su empleo en casos concretos, muy especiales, cuando no sean suficientes otras medidas de precaución contra las heladas, tales como aumento de la dosificación del cemento, empleo de cementos de alta resistencia inicial, protecciones para aislamiento térmico, calefacción del ambiente, calentamiento de los componentes del hormigón, y siempre como medida adicional a éstas.



03.- El empleo de aceleradores requiere un cuidado especial en las operaciones de fabricación y puesta en obra del hormigón, pero en ningún caso, justificará la supresión o la minoración, de las medidas de precaución establecidas para el hormigonado en tiempo frío.

04.- En cualquier caso, el empleo de aceleradores del fraguado requerirá la autorización de la Dirección si no lo exigiese o autorizase el PCTP.

#### 8.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Se cumplirá lo establecido en el Apartado 7 del Artículo 20.20.

#### 9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de los aceleradores de fraguado, se realizarán según lo indicado para la unidad de obra de que formen parte.

## ARTÍCULO 20.25.- PIGMENTOS

---

### 1.- DEFINICIÓN

01.- Se definen como pigmentos para hormigones, las sustancias que se incorporan a su masa para dar color al hormigón.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Serán de aplicación los documentos indicados en el Artículo 20.20.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- La aceptación de un producto colorante, así como su empleo, será decidida por la Dirección de Obra, a la vista de las características del producto que facilite el fabricante.

02.- El producto colorante, para poder ser empleado, deberá cumplir las condiciones siguientes:

- Proporcionar al hormigón una coloración uniforme.
- Ser insoluble en agua.
- Ser estable ante la cal y álcalis del cemento.
- No alterar apreciablemente el proceso de fraguado y endurecimiento, la estabilidad de volumen ni las resistencias mecánicas del hormigón con él fabricado.
- No se producirá decoloración del hormigón con la luz solar.
- La dosificación de cualquier pigmento no excederá del diez por ciento (10%) del contenido de cemento, en peso.

03.- Los pigmentos cumplirán los requisitos establecidos en la Norma EN 12878.

### 4.- ALMACENAMIENTO

01.- Será de aplicación el Apartado 6 del Artículo 20.20.

### 5.- LIMITACIONES DE EMPLEO

01.- Se cumplirá lo establecido en el Apartado 4 del Artículo 20.20.

### 6.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Se cumplirá lo establecido en el Apartado 7 del Artículo 20.20.

### 7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de los pigmentos se realizarán según lo indicado para la unidad de obra de la que formen parte.

## ARTÍCULO 20.26.- ADITIVOS HIDRÓFUGOS

---

### 1.- DEFINICIÓN

01.- Se definen como aditivos hidrófugos las sustancias que se añaden al hormigón durante el amasado con el fin de mejorar su impermeabilidad al agua.

### 2.- COMPOSICIÓN

01.- Este tipo de aditivo es mezcla de diferentes productos dividiéndose en:

- Materias finas (bentonitas, acetatos, etc).
- Sales de ácidos grasos (estearatos, oleatos, etc).
- Fluidificantes (resinas, lignosulfanatos).
- Varios (oxalatos sódico, carbonato sódico, etc).

### 3.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Serán de aplicación los documentos indicados en el artículo 20.20.

### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los aditivos hidrófugos cumplirán lo establecido en Apartado 4 del Artículo 20.20.

02.- La aceptación de un producto hidrofugante, así como su empleo, será decidida por la Dirección, a la vista de las características del producto que facilite el fabricante.

03.- Pueden emplearse aditivos hidrófugos que cierren los poros y red capilar físicamente, mejorando la compacidad del conjunto. Pero nunca se podrá impermeabilizar un hormigón mal dosificado o con mala granulometría, etc.

### 5.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

01.- Los retardadores del fraguado cumplirán los requisitos exigidos por las Normas EN 934-2 y EN 934-1.

### 6.- IDENTIFICACIÓN

01.- Será de aplicación el Apartado 5 del ARTÍCULO 20.20.

### 7.- ALMACENAMIENTO

0.1.- Será de aplicación el Apartado 6 del Artículo 20.20.

### 8.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Se cumplirá lo establecido en el Apartado 7 del Artículo 20.20.

## 9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de los aditivos hidrófugos se realizarán según lo indicado para la unidad de obra de la que formen parte.

### Sección 3.<sup>a</sup>

---

## ADICIONES

---

### ARTÍCULO 20.30.- GENERALIDADES

---

#### 1.- DEFINICIONES

01.- Adiciones son aquellos materiales inorgánicos, puzolánicos o con hidraulicidad latente que, finamente divididos, pueden ser añadidos al hormigón con el fin de mejorar alguna de sus propiedades o conferirle características especiales.

03.- Este Pliego contempla la utilización de cenizas volantes y humo de sílice, desarrollados en los Artículos 20.31 y 20.32, respectivamente.

#### 2.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las adiciones pueden utilizarse como componentes del hormigón siempre que se justifique su idoneidad para su uso, produciendo el efecto deseado sin modificar negativamente las características del hormigón, ni representar peligro para la durabilidad del hormigón, ni para la corrosión de las armaduras.

02.- Para utilizar cenizas volantes o humo de sílice como adición al hormigón, deberá emplearse un cemento tipo CEM I.

## ARTÍCULO 20.31.- CENIZAS VOLANTES

---

### 1.- DEFINICIÓN

01.- Las cenizas volantes son los residuos sólidos que se recogen por precipitación electrostática o por captación mecánica de los polvos que acompañan a los gases de combustión de los quemadores de centrales termoeléctricas alimentadas por carbones pulverizados.

02.- El presente Artículo recoge las prescripciones exigibles a la utilización de las cenizas volantes como adiciones al hormigón en el momento de su fabricación.

03.- Las condiciones que se exigen a las cenizas volantes para la fabricación de hormigón seco compactado se recogen en el Artículo correspondiente a esa unidad de obra.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

#### 2.2. – Normas EN que implican marcado CE

01.- EN 450-1. Cenizas volantes para hormigón. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad.

#### 2.3. – Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- UNE-EN 450-2. Cenizas volantes para hormigón. Parte 2: Evaluación de la conformidad.

02.- UNE-EN 451-1. Métodos de ensayo de cenizas volantes. Parte 1: Determinación del contenido de óxido de calcio libre.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las cenizas volantes cumplirán las prescripciones establecidas en la Norma EN 450-1.

02.- Las adiciones pueden utilizarse como componentes del hormigón siempre que se justifique su idoneidad para su uso, produciendo el efecto deseado sin modificar negativamente las características del hormigón, ni representar peligro para la durabilidad del hormigón, ni para la corrosión de las armaduras.

03.- Para utilizar cenizas volantes como adición al hormigón, deberá emplearse un cemento tipo CEM I.

04.- En hormigón pretensado podrá emplearse adición de cenizas volantes según las proporciones recogidas en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

05.- En aplicaciones concretas de hormigón de alta resistencia, fabricado con cemento tipo CEM I, se permite la adición simultánea de cenizas volantes y humo de sílice, según las condiciones recogidas en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

06.- En elementos no pretensados en estructuras de edificación, la cantidad máxima de cenizas volantes adicionadas no excederá los límites establecidos en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

07.- La fabricación del hormigón con adiciones se realizará en central con control de producción, en cuyo caso será preceptiva la realización de los ensayos previos, o bien en central que esté en posesión de un sello o marca de conformidad oficialmente homologado u otro sello de calidad de un país miembro de la UE que tenga un nivel equivalente. Asimismo, y con carácter previo, la central de hormigonado dispondrá de resultados de ensayos de permeabilidad, carbonatación y determinación del pH, así como otros que puedan resultar de interés para la utilización del hormigón.

08.- Las cenizas volantes se suministrarán a granel mediante equipos similares utilizados para el cemento, debiéndose almacenar en recipientes y silos impermeables que les proteja de la humedad y la contaminación.

09.- El suministrador identificará la adición y garantizará documentalmente el cumplimiento de las características exigidas, mediante el Mercado CE.

10.- En el proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 450-1, para los requisitos siguientes:

- Índice de actividad (resistencia a compresión)
- Finura
- Estabilidad de volumen: expansión
- Estabilidad de volumen: óxido de calcio libre
- Pérdida por calcinación
- Composición:
  - Suma de los contenidos de dióxido de silicio, óxido de aluminio y óxido de hierro
  - Contenido total de álcalis
  - Dióxido de silicio reactivo
  - Contenido de sulfato
  - Cloruro
  - Óxido de calcio reactivo
  - Óxido de magnesio
  - Fosfato soluble
  - Fosfato total
- Densidad de partículas
- Tiempo de fraguado inicial
- Agua necesaria
- Durabilidad
- Emisión de sustancias peligrosas y emisión de radioactividad

#### 4.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Será obligatorio que las cenizas volantes cuenten con marcado CE.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y este PCTG.

05.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

06.- Las cenizas con alto contenido de óxido de calcio pueden dar origen a problemas de expansión en el hormigón, por lo que se recomienda extremar en este caso las precauciones y controles, comprobando con frecuencia la forma de las cenizas y la expansión por el método de las agujas.

## 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de las cenizas volantes se realizarán según lo indicado para la unidad de obra de la que formen parte.



## ARTÍCULO 20.32.- HUMO DE SÍLICE

---

### 1.- DEFINICIÓN

01.- El humo de sílice es un subproducto que se origina en la reducción de cuarzo de elevada pureza con carbón en hornos eléctricos de arco para la producción de silicio y ferrosilicio.

02.- El presente Artículo recoge las prescripciones exigibles a la utilización del humo de sílice como adición al hormigón en el momento de su fabricación.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Instrucción de Hormigón Estructural vigente

#### 2.2. – Normas EN que implican marcado CE

01.- EN 13263-1. Humo de sílice para hormigón. Parte 1: Definiciones, requisitos y criterios de conformidad.

#### 2.3. – Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- UNE-EN 13263-2. Humo de sílice para hormigón. Parte 2: Evaluación de la conformidad.

02.- UNE 83461. Adiciones al hormigón. Humo de sílice. Métodos de ensayo. Todas las partes.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- El humo de sílice cumplirá las prescripciones establecidas en la Norma EN 13263-1.

02.- Las adiciones pueden utilizarse como componentes del hormigón siempre que se justifique su idoneidad para su uso, produciendo el efecto deseado sin modificar negativamente las características del hormigón, ni representar peligro para la durabilidad del hormigón, ni para la corrosión de las armaduras.

03.- Para utilizar humo de sílice como adición al hormigón, deberá emplearse un cemento tipo CEM I.

04.- En hormigón pretensado podrá emplearse adición de humo de sílice en la proporción recogida en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

05.- En aplicaciones concretas de hormigón de alta resistencia, fabricado con cemento tipo CEM I, se permite la adición simultánea de cenizas volantes y humo de sílice, según las condiciones recogidas en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

06.- En elementos no pretensados en estructuras de edificación, la cantidad máxima de humo de sílice adicionados no excederá los límites establecidos en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

07.- La fabricación del hormigón con adiciones se realizará en central con control de producción, en cuyo caso será preceptiva la realización de los ensayos previos, o bien en central que esté en posesión de un sello o marca de conformidad oficialmente homologado u otro sello de calidad de un país miembro de la UE que tenga un nivel equivalente. Asimismo, y con carácter previo, la central de hormigonado dispondrá de

resultados de ensayos de permeabilidad, carbonatación y determinación del pH, así como otros que pueden resultar de interés para la utilización del hormigón.

08.- El humo de sílice se suministrará a granel mediante equipos similares utilizados para el cemento, debiéndose almacenar en recipientes y silos impermeables que le proteja de la humedad y la contaminación.

09.- El suministrador identificará la adición y garantizará documentalmente el cumplimiento de las características exigidas, mediante el Marcado CE.

10.- En el proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 13263-1, para los requisitos siguientes:

- Contenido de dióxido de silicio
- Contenido de silicio elemental
- Contenido de óxido de calcio libre
- Contenido de sulfatos (SO<sub>3</sub>)
- Contenido de cloruros
- Pérdida por calcinación
- Finura - superficie específica
- Efectos sobre las propiedades del hormigón - índice de actividad
- Liberación de sustancias peligrosas y emisión de radioactividad

#### 4.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Será obligatorio que el humo de sílice cuente con marcado CE.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y este PCTG.

05.- El fabricante aportará las fichas técnica y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

#### 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono en el humo de sílice se realizarán según lo indicado para la unidad de obra de que forme parte.

## Sección 4.<sup>a</sup>

# MATERIALES PARA MORTEROS Y HORMIGONES

## ARTÍCULO 20.41.- AGUA

### 1.- DEFINICIÓN

01.- En este artículo se tratan las condiciones que debe cumplir el agua de amasado que se emplea en la fabricación de morteros y hormigones, así como el agua empleada en su curado.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e Instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Instrucción de Hormigón Estructural vigente

#### 2.2. - Normas UNE de referencia

01.- UNE 83951. Durabilidad del hormigón. Aguas de amasado y aguas agresivas. Toma de muestras.

02.- UNE 83952. Durabilidad del hormigón. Aguas de amasado y aguas agresivas. Determinación del pH. Método potenciométrico.

03.- UNE 83954. Durabilidad del hormigón. Aguas agresivas. Determinación del contenido en ion amonio.

04.- UNE 83956. Durabilidad del hormigón. Aguas de amasado y aguas agresivas. Determinación del contenido en ion sulfato.

05.- UNE 83957. Durabilidad del hormigón. Aguas de amasado y aguas agresivas. Determinación del residuo seco.

06.- UNE 83958. Durabilidad del hormigón. Aguas de amasado y aguas agresivas. Determinación del contenido en cloruros.

07.- UNE 83959. Durabilidad del hormigón. Aguas de amasado. Determinación cualitativa de hidratos de carbono.

08.- UNE 83960. Durabilidad del hormigón. Aguas de amasado. Determinación del contenido de sustancias orgánicas solubles en éter.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- En general, podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

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

03.- Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas, y salvo justificación especial de que no alteran perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón, deberán rechazarse las que no cumplan una o varias de las condiciones recogidas en el CUADRO 20.41.1

CUADRO 20.41.1

Exponente de hidrógeno pH	$\geq 5$
Sustancias disueltas	$\leq 15$ gramos por litro (15.000 p.p.m.)
Sulfatos, expresados en $\text{SO}_4^{=}$ (UNE 7.131-58), excepto para el cemento SR en que se eleva este límite a 5 gramos por litro, (5.000 p.p.m.)	$\leq 1$ gramo por litro (1.000 p.p.m.)
Ión cloruro $\text{Cl}^-$ :	
-Para hormigón pretensado	$\leq 1$ gramo por litro (1.000 p.p.m.)
-Para hormigón armado u hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración	$\leq 3$ gramos por litro (3.000 p.p.m.)
Hidratos de carbono	0
Sustancias orgánicas solubles en éter	$\leq 15$ gramos por litro (15.000 p.p.m.)

04.- Podrán emplearse aguas de mar o aguas salinas análogas para el amasado o curado de hormigones que no tengan armadura alguna. Salvo estudios especiales, se prohíbe expresamente el empleo de estas aguas para el amasado o curado de hormigón armado o pretensado.

#### 4.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- La Dirección de Obra realizará los ensayos necesarios para garantizar que el agua cumple los requisitos recogidos en el apartado 3 de este Artículo, los cuales se realizarán en los siguientes casos:

- Antes de comenzar la obra, si no se tienen antecedentes del agua que vaya a utilizarse.
- Siempre que varíen las condiciones de suministro, si no se tienen antecedentes del agua que vaya a utilizarse.
- Cuando así lo indique la Dirección.

02.- El no cumplimiento de las especificaciones será razón suficiente para considerar el agua como no apta para amasar hormigón, salvo justificación técnica documentada de que no perjudica apreciablemente las propiedades exigibles al mismo, ni a corto ni a largo plazo.

#### 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono del agua para hormigones y morteros se realizarán según lo indicado para la unidad de obra de la que formen parte.

## ARTÍCULO 20.42.- ÁRIDOS PARA HORMIGÓN

---

### 1.- DEFINICIÓN

01.- En este artículo se tratan las condiciones que deben cumplir los áridos empleados en la fabricación de hormigón.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

#### 2.2. – Normas EN que implican marcado CE

01.- EN 12620. Áridos para hormigón.

02.- EN 13055-1. Áridos ligeros. Parte 1: Áridos ligeros para hormigón, mortero e inyectado.

#### 2.3. – Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- UNE-EN 933-2/1M. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo, tamaño nominal de las aberturas.

02.- UNE-EN 1744-1. Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico.

03.- UNE-EN 932-1. Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 1: Métodos de muestreo.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los áridos cumplirán las prescripciones establecidas en la Norma EN 12620 y en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

02.- En el caso de áridos ligeros, se deberán cumplir las exigencias de la Norma EN 13055-1.

03.- La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se le exijan a este en el P.P.T.P.

04.- Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio. En cualquier caso, el suministrador de áridos garantizará documentalmente el cumplimiento de las especificaciones indicadas en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente hasta la recepción de estos.

05.- Los áridos pertenecerán a las categorías siguientes:

Característica	Norma de ensayo	Categorías o valores
Resistencia al desgaste	EN 1097-1	M <sub>DE</sub> 35 o inferior
Resistencia a la fragmentación y machaqueo	EN 1097-2	M <sub>LA</sub> 40 o inferior
Absorción de agua	EN 1097-6	5 WA o inferior
Coefficiente de forma	EN 933-4	Sl <sub>40</sub> o inferior
Índice de lajas	EN 933-3	Fl <sub>35</sub> o inferior

06.- En el proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN correspondiente, para los requisitos siguientes:

- Áridos obtenidos por tratamiento de materiales naturales, artificiales o reciclados y mezclas de áridos para preparación de hormigón para edificaciones, carreteras y trabajos de obras públicas (EN 12620):
  - Forma, tamaño y densidad de partículas
    - Tamaño de áridos
    - Granulometría
    - Forma de los áridos gruesos
    - Densidad de partículas y absorción de agua
  - Limpieza:
    - Contenido en conchas de los áridos gruesos
    - Finos
  - Resistencia a la fragmentación/machaqueo:
    - Resistencia a la fragmentación del árido grueso
  - Resistencia al pulimento/abrasión/desgaste:
    - Resistencia al desgaste del árido grueso
    - Resistencia al pulimento
    - Resistencia a la abrasión superficial
    - Resistencia a la abrasión por neumáticos claveteados
  - Composición/contenido:
    - Componentes de los áridos reciclados gruesos
    - Cloruros
    - Sulfatos solubles en ácido
    - Azufre total
    - Contenido en sulfato soluble en agua de los áridos reciclados
    - Componentes de los áridos naturales que modifican la velocidad de fraguado y el endurecimiento del hormigón
    - Influencia en el tiempo inicial de fraguado del cemento (áridos reciclados)
    - Contenido en carbonatos de los áridos finos para las capas superficiales de los pavimentos de hormigón
  - Estabilidad en volumen:
    - Estabilidad en volumen. Retracción por secado
    - Componentes que influyen la estabilidad de volumen de las escorias de alto horno enfriadas por aire
  - Absorción de agua:
    - Densidad de partículas y absorción de agua
  - Sustancias peligrosas:
    - Emisión de radioactividad (para los áridos de yacimientos radioactivos destinados al empleo en hormigón para la edificación)
    - Liberación de metales pesados
    - Liberación de carbonos poliaromáticos
    - Liberación de otras sustancias peligrosas
  - Durabilidad frente al hielo y deshielo:
  - Durabilidad frente a la reactividad álcali-sílice

- Filler obtenido por tratamiento de materiales naturales, artificiales o reciclados y mezclas de estos áridos para hormigones para edificaciones, carreteras y trabajos de obras públicas (EN 12620):
  - Finura, tamaño y densidad de partículas:
    - Filler
    - Densidad de partículas y absorción de agua
  - Composición/contenido:
    - Cloruros
    - Sulfatos solubles totales
    - Azufre total
    - Componentes que modifican la velocidad de fraguado y endurecimiento del hormigón
  - Limpieza:
    - Finos
  - Estabilidad en volumen:
    - Estabilidad en volumen. Retracción por secado
    - Componentes que influyen la estabilidad de volumen de las escorias de alto horno enfriadas por aire
  - Liberación de otras sustancias peligrosas
    - Conocimiento de las materias primas
    - Gestión de la producción
  - Durabilidad frente al hielo y deshielo
- Áridos ligeros obtenidos por tratamiento de materiales naturales, artificiales o reciclados y mezclas de áridos para trabajos de ingeniería civil, construcciones, carreteras y fabricación de productos prefabricados de hormigón (EN 13055-1):
  - Forma de las partículas
  - Tamaño de las partículas
  - Densidad aparente
  - Porcentaje de partículas machacadas
  - Limpieza: Contaminantes orgánicos
  - Resistencia a la fragmentación/machaqueo
  - Composición/contenido:
    - Cloruros
    - Sulfatos solubles en ácido
    - Azufre total
  - Estabilidad en volumen: Resistencia a la desintegración
  - Absorción de agua
  - Sustancias peligrosas:
    - Emisión de radioactividad (para los áridos de yacimientos radioactivos destinados al empleo en hormigón de edificios)
    - Liberación de metales pesados
    - Liberación de carbonos poliaromáticos
    - Liberación de otras sustancias peligrosas
  - Durabilidad frente al hielo y deshielo
  - Durabilidad frente a la reactividad álcali-sílice
- Filler de áridos ligeros obtenidos por tratamiento de materiales naturales, artificiales o reciclados y mezclas de áridos para edificaciones, carreteras y trabajos de obras públicas (EN 13055-1):
  - Finura, tamaño de partículas: Granulometría
  - Densidad aparente
  - Composición/contenido:
    - Cloruros
    - Sulfatos solubles en ácido
    - Azufre total
  - Limpieza: Contaminantes orgánicos
  - Consistencia/Estabilidad en volumen: Resistencia a la desintegración
  - Liberación de otras sustancias peligrosas

- Durabilidad frente al hielo y deshielo

#### 4.- DESIGNACIÓN

01.- Los áridos se designarán de acuerdo con el siguiente formato:  
GR-d/D-IL-N-L

- GR es el grupo del árido: AG, árido grueso; AF, árido fino; FN, finos.
- d/D es la Fracción granulométrica, comprendida entre un tamaño mínimo, d, y un tamaño máximo, D, en mm.
- IL es la forma de presentación: R, rodado; T, triturado (de machaqueo); M, mezcla.
- N representa la naturaleza del árido: C, calizo; S, silíceo; G, granito; O, ofita; B, basalto; D, dolomítico; Q, traquita; I, fonolita; V, varios (gneis, pórfidos, anfibolitas...); A, artificial; R, reciclado.
- L refleja que se trata, en su caso, de un árido lavado.

02.- Se denomina tamaño máximo (D) de un árido la mínima abertura de tamiz UNE EN 933-2 que cumple los requisitos generales recogidos en la Norma EN 12620, en función del tamaño del árido.

03.- Se denomina tamaño mínimo (d) de un árido grueso o fino, la máxima abertura de tamiz UNE-EN 933-2 que cumple los requisitos generales recogidos en la Norma EN 12620, en función del tipo y del tamaño del árido.

#### 5.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Será obligatorio que los áridos para hormigón cuenten con marcado CE.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y este PCTG.

05.- El no cumplimiento de las especificaciones es condición suficiente para calificar el árido como no apto para fabricar hormigón, salvo justificación especial de que no perjudica apreciablemente las propiedades exigibles al mismo, ni a corto ni a largo plazo. El no cumplimiento de la limitación de tamaño máximo hace que el árido no sea apto para las piezas en cuestión. Si se hubiera hormigonado algún elemento con hormigón fabricado con áridos en tal circunstancia, deberán adoptarse las medidas que considere oportunas la Dirección de Obra, a fin de garantizar que, en tales elementos, no se han formado oquedades o coqueas de importancia que puedan afectar a la seguridad o durabilidad del elemento.

06.- En el caso de áridos de autoconsumo, el suministrador del hormigón deberá aportar un certificado de ensayo, con antigüedad inferior a tres meses, realizado por un laboratorio de control que demuestre la conformidad del árido respecto a las especificaciones contempladas en la norma europea, con un nivel de



garantía estadística equivalente que el exigido para los áridos con marcado CE en la norma UNE-EN 12620.

07.- Para los áridos fabricados en el propio lugar de construcción, la central debe disponer de los ensayos indicados en la Instrucción Técnica para la Realización del Control de Producción de los Hormigones Fabricados en Central, con la frecuencia indicada que demuestren la conformidad del árido respecto a las especificaciones de la instrucción vigente del hormigón estructural.

#### 6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de los áridos para hormigón se realizarán según lo indicado para la unidad de obra de la que formen parte.

02.- En acopios, los áridos para hormigón se medirán por toneladas (t) realmente acopiadas.

## ARTÍCULO 20.43.- ÁRIDOS PARA MORTEROS

---

### 1.- DEFINICIÓN

01.- En este artículo se tratan las condiciones que deben cumplir los áridos empleados en la fabricación de morteros.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1. – Normas EN que implican marcado CE

01.- EN 13139. Áridos para morteros.

02.- EN 13055-1. Áridos ligeros. Parte 1: Áridos ligeros para hormigón, mortero e inyectado.

#### 2.2. – Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- UNE-EN 933-2/1M. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo, tamaño nominal de las aberturas.

02.- UNE-EN 1744-1. Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico.

03.- UNE-EN 932-1. Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 1: Métodos de muestreo.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los áridos cumplirán las prescripciones establecidas en la Norma EN 13139.

02.- En el caso de áridos ligeros, se deberán cumplir las exigencias de la Norma EN 13055-1.

03.- El árido será fino (menor de 4 mm), arena natural o procedente de la trituración de rocas. Consistirá en partículas pétreas, sanas, inalterables, densas y no heladizas, de forma redondeada o poliédrica. Se rechazarán las arenas de partículas lajosas o exfoliables.

04.- Se recomienda que el tamaño máximo de la arena no sea superior a los siguientes límites:

- Para mampostería y fábricas de ladrillo: 3 mm
- Para revestimientos ordinarios: 2 mm
- Para enlucidos finos: 0,5 mm

05.- Los áridos para morteros contendrán, como máximo, un 1% en masa de compuestos de azufre, ensayados según los capítulos 11 y 12 de la NORMA UNE-EN 1744-1. En el caso de escorias de horno alto enfriadas por aire, se admitirá hasta un 2%.

06.- Los áridos no presentarán un contenido en ion cloruro superior al 0,15% en masa, ensayado según el capítulo 7 de la NORMA UNE-EN 1744-1. Si el mortero va a contener elementos metálicos embebidos, se limitará a un 0,06%.

07.- En el proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN correspondiente, para los requisitos siguientes:

- Áridos obtenidos por tratamiento de materiales naturales, artificiales o reciclados y mezclas de áridos para preparación de morteros para edificaciones, carreteras y trabajos de obras públicas (EN 13139):
  - Forma, tamaño y densidad de partículas
    - Tamaño de áridos
    - Granulometría
    - Forma de las partículas
    - Densidad de partículas
  - Limpieza:
    - Contenido en conchas
    - Finos
  - Composición/contenido:
    - Cloruros
    - Sulfatos solubles en ácido
    - Azufre total
    - Componentes que alteran al tiempo de fraguado y al endurecimiento del mortero
  - Estabilidad en volumen (para áridos artificiales):
    - Materia soluble en agua
  - Absorción de agua:
  - Sustancias peligrosas:
    - Emisión de radioactividad (para los áridos de yacimientos radioactivos destinados al empleo en hormigón para la edificación)
    - Desprendimiento de metales pesados
    - Liberación de carbonos poliaromáticos
    - Emisión de otras sustancias peligrosas
  - Durabilidad contra el hielo y deshielo:
  - Durabilidad contra la reactividad álcali-sílice
- Filler obtenido por tratamiento de materiales naturales, artificiales o reciclados y mezclas de estos áridos para morteros para edificaciones, carreteras y trabajos de obras públicas (EN 12620):
  - Finura/granulometría y densidad:
    - Tamaño de áridos
    - Granulometría
    - Forma de las partículas
    - Densidad de partículas
  - Composición/contenido:
    - Cloruros
    - Sulfatos solubles en ácido
    - Azufre total
    - Componentes que modifican el tiempo de fraguado y el de endurecimiento del mortero
  - Limpieza:
    - Contenido en conchas
    - Finos
  - Pérdida por calcinación (solamente para las cenizas) (aplicable únicamente a los áridos artificiales)
  - Emisión de sustancias peligrosas:
    - Conocimiento de las materias primas
    - Gestión de la producción
  - Durabilidad contra el hielo y deshielo
- Áridos ligeros obtenidos por tratamiento de materiales naturales, artificiales o reciclados y mezclas de áridos para trabajos de ingeniería civil, construcciones, carreteras y fabricación de productos prefabricados de hormigón (EN 13055-1):

- Forma de las partículas
- Tamaño de las partículas
- Densidad aparente
- Porcentaje de partículas machacadas
- Limpieza: Contaminantes orgánicos
- Resistencia a la fragmentación/machaqueo
- Composición/contenido:
  - Cloruros
  - Sulfatos solubles en ácido
  - Azufre total
- Estabilidad en volumen: Resistencia a la desintegración
- Absorción de agua
- Sustancias peligrosas:
  - Emisión de radioactividad (para los áridos de yacimientos radioactivos destinados al empleo en hormigón de edificios)
  - Liberación de metales pesados
  - Liberación de carbonos poliaromáticos
  - Liberación de otras sustancias peligrosas
- Durabilidad frente al hielo y deshielo
- Durabilidad frente a la reactividad álcali-sílice
- Filler de áridos ligeros obtenidos por tratamiento de materiales naturales, artificiales o reciclados y mezclas de áridos para edificaciones, carreteras y trabajos de obras públicas (EN 13055-1):
  - Finura, tamaño de partículas: Granulometría
  - Densidad aparente
  - Composición/contenido:
    - Cloruros
    - Sulfatos solubles en ácido
    - Azufre total
  - Limpieza: Contaminantes orgánicos
  - Consistencia/Estabilidad en volumen: Resistencia a la desintegración
  - Liberación de otras sustancias peligrosas
  - Durabilidad frente al hielo y deshielo

#### 4.- DESIGNACIÓN

01.- Los áridos se designarán mediante dos tamices (d/D), correspondiendo d al límite menor del tamiz y D al superior. Entre esos dos tamaños se encontrará la mayor parte de la granulometría del árido.

02.- Se prefieren los siguientes tamaños de árido:

0/1 mm, 0/2 mm, 0/4 mm, 0/8 mm, 2/4 mm, 2/8 mm

03.- Los límites para los tamaños superiores e inferiores se definen en la Norma EN 13139.

#### 5.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Será obligatorio que los áridos para mortero cuenten con marcado CE.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y este PCTG.

## 6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de los áridos para mortero se realizarán según lo indicado para la unidad de obra de que formen parte.

02.- En acopios, los áridos para mortero se medirán por toneladas (t) realmente acopiadas.

## Sección 5.<sup>a</sup>

### HORMIGONES Y MORTEROS

#### ARTÍCULO 20.51.- HORMIGONES

##### 1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como hormigón la mezcla en proporciones adecuadas de cemento, árido grueso, árido fino y agua, con o sin la incorporación de aditivos o adiciones, que desarrolla sus propiedades por endurecimiento de la pasta de cemento (cemento y agua).

02.- Se define como hormigón preparado a aquel que se fabrica en una central que está inscrita en el Registro Industrial según el Título 4º de la Ley 21/1.992, de 16 de julio, de Industria y el Real Decreto 697/1995 de 28 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Registro de Establecimientos Industriales de ámbito estatal, estando dicha inscripción a disposición del peticionario y de las Administraciones competentes, y que, con carácter general, no pertenece a las instalaciones propias de la obra. Debe cumplir la Instrucción Técnica para la realización del control de producción de los hormigones fabricados en central según el Real Decreto 163/2019, de 22 de marzo.

##### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

###### 2.1.- Instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Real Decreto 163/2019, de 22 de marzo, por el que se aprueba la Instrucción Técnica para la realización del control de producción de los hormigones fabricados en central, en adelante ITCP.

02.- Instrucción de Hormigón Estructural vigente o normativa sustitutiva.

###### 2.2.- Normas UNE de referencia

01.- Todas las normas referenciadas en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente y la ITCP (y en particular la UNE-EN 933-1, UNE-EN 933-3, UNE-EN 933-4, UNE-EN 933-8, UNE-EN 933-9, UNE-EN 933-10, UNE-EN 934-2, UNE-EN 1097-6, UNE-EN 1097-8, UNE-EN 1367-2, UNE-EN 1744-1, UNE-EN 12350-1, UNE-EN 12350-2, UNE-EN 12350-6, UNE-EN 12350-7, UNE-EN 12390-3, UNE-EN 12390-8, UNE-EN 12620, UNE-EN 13055-1, UNE 146507-2, UNE 146508, UNE 146509, UNE-EN ISO 9001, UNE-EN ISO/IEC 17025 y UNE-EN ISO/17065).

##### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los materiales que componen el hormigón cumplirán las exigencias recogidas en los artículos 20.10, 20.13, 20.20, 20.21, 20.22, 20.23, 20.24, 20.25, 20.26, 20.30, 20.31, 20.32, 20.41 y 20.42, así como en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural o normativa sustitutiva.

02.- Para su empleo en las distintas clases de obra, se utiliza la resistencia característica especificada del hormigón a compresión a los veintiocho días expresada en N/mm<sup>2</sup>, determinada según la Norma UNE-EN 12390-3.

03.- Conforme a la vigente Instrucción de Hormigón Estructural o normativa sustitutiva la resistencia de los hormigones estructurales no será inferior a 20 N/mm<sup>2</sup> para hormigones en masa; y a 25 N/mm<sup>2</sup> para hormigones armados.

04.- Los hormigones se tipificarán de acuerdo con el siguiente formato conforme a la Instrucción de Hormigón Estructural vigente o normativa sustitutiva (lo que deberá reflejarse en los planos del proyecto y en el PPTP):

T-R/C/TM/A

donde:

- T Indicativo que será HM en el caso de hormigón estructural en masa, HA en el caso de hormigón armado, HP en el de pretensado, HL en el de limpieza y HNE en el no estructural.
- R Resistencia característica especificada, en N/mm<sup>2</sup>
- C Letra inicial del tipo de consistencia, tal y como se define en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural o normativa sustitutiva.
- TM Tamaño máximo del árido en milímetros definido más adelante.
- A Designación del ambiente para hormigones estructurales, de acuerdo con la vigente Instrucción de Hormigón Estructural o normativa sustitutiva.

05.- El hormigón estructural que se prescriba deberá ser tal que, además de la resistencia mecánica, asegure el cumplimiento de los requisitos de durabilidad (contenido mínimo de cemento y relación agua/cemento máxima) correspondientes al ambiente del elemento estructural, reseñados en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural o normativa sustitutiva.

06.- Existen hormigones de uso no estructural que requieren ser prescritos además con características propias, como son las bases hidráulicas de firmes según art. 40.35, 40.36 y 40.37 de este pliego.

#### 4.- FABRICACIÓN

##### 4.1.- Control de producción en fábrica

01.- Las plantas de fabricación de hormigón, que pertenezcan o no a la obra, deberán cumplir con lo dispuesto en la ITCP.

CUADRO 20.51.1 RESUMEN DE EXIGENCIAS DE LA ITCP APROBADA POR EL REAL DECRETO 163/2019

1.Existencia de un responsable técnico (s/apartado 3)
2.Existencia de un responsable de la fabricación (s/apartado 3)
3.Control de los materiales componentes y condiciones de almacenamiento (s/apartado 4)
4.Registro de verificación semestral de básculas y medidores (s/apartado 5.1)
5.Registro de inspección trimestral de las instalaciones (s/apartado 5.1)
6. Registro de ensayo de homogeneidad. Anual fijas y trianual móviles (s/apartado 5.2)
7.Garantía de volumen suministrado (s/apartado 5.3)
8.Protocolo informativo de comprobación de volumen (s/apartado 5.3)
9.Albaranes, registros de carga y recetas de dosificación del último año (s/apartado 6.4)
10.Certificado de suministrador de cemento SR, MR, junto a los albaranes (s/apartado 6.4)
11.Ensayos de penetración semestrales (s/apartado 6.4)
12.Comprobación semestral del aire ocluido (s/apartado 6.4)
13.Registro de ensayos (s/apartado 6.5)

14.Evaluación de resistencias en autocontrol (s/apartado 6.6)
15.Certificado del fabricante de software (s/apartado 6.b)i)
16.Certificado del fabricante, garantía datos dosificación y carga (s/apartado 6.b)ii)
17.Certificados finales de suministro (s/apartado 7.3)
18.Registro de garantías documentales del cemento (s/apartado 8/4.1)
19.Registro de garantías documentales de los áridos (s/apartado 8/4.2)
20.Registro de garantías documentales de los aditivos (s/apartado 8/4.3)
21.Registro de garantías documentales de las adiciones (s/apartado 8/4.4)
22.Registro de garantías documentales del agua (s/apartado 8/4.5)
23.Laboratorio de control producción propio (s/apartado 9.1)
24.Laboratorio de control producción externo contratado (s/apartado 9.2)
25.Registro de proceso de gestión o reciclado (s/apartado 10)
26.Procedimientos de minimización de impactos medioambientales (s/apartado 10)
27.Visita de seguimiento cada dos años (s/apartado 11)
28.Comprobación del cumplimiento de la ITCP (s/apartado 11)

#### 4.2.- Fórmula de trabajo

01.- El proyecto deberá tipificar el hormigón según la Instrucción de Hormigón Estructural vigente o normativa sustitutiva e indicando otras prestaciones que sean requeridas.

02.- El contratista solicitará la fabricación del hormigón a la central por escrito indicando las prestaciones que deba cumplir el hormigón, conforme al proyecto y a las indicaciones de la Dirección de Obra, especificando al fabricante documentalmente, y previamente al suministro, como mínimo:

- La consistencia.
- El tamaño máximo del árido.
- El tipo de ambiente al que va a estar expuesto el hormigón.
- La resistencia característica a compresión.
- La indicación, en su caso, de características especiales del tipo de cemento, particularmente en aquellos casos que requieren el uso de cementos SR, SRC o MR.
- La indicación de si el hormigón va a ser utilizado en masa, armado o pretensado.

03.- No se podrán emplear adiciones, ni aditivos, sin el conocimiento de la Dirección de Obra.

04.- La variación de cualquier valor que pueda requerir la reconsideración de la fórmula de trabajo se deberá ser consultado al fabricante, al menos cuando varíen:

- Las características de los materiales.
- La docilidad exigida.
- Exigencias especiales de puesta en obra, como por ejemplo el bombeo.
- Acabado superficial requerido.
- La susceptibilidad a la exudación, asentamiento y pérdida de lechada, etc.

05.- La docilidad del hormigón será la necesaria para que, con los métodos previstos de puesta en obra y compactación, el hormigón rodee las armaduras sin solución de continuidad y rellene completamente los encofrados sin que se produzcan coqueras. La docilidad del hormigón se valorará determinando su consistencia, lo que se llevará a cabo por el procedimiento descrito en el método de ensayo UNE-EN 12350-2.

06.- Las distintas consistencias y los valores límites de los asientos correspondientes en el cono de Abrams (UNE-EN 12350-2) son los siguientes conforme a la Instrucción de Hormigón Estructural vigente o normativa sustitutiva:



Consistencia	Asiento en cm
Seca (S)	0-2
Plástica (P)	3-5
Blanda (B)	6-9
Fluida (F)	10-15
Líquida (L)	16-20

07.- La consistencia del hormigón utilizado será la especificada en el PPTP, definiéndola por su tipo, o por el valor numérico A en cm de su asiento, con las tolerancias que a continuación se indican:

CONSISTENCIA DEFINIDA POR SU TIPO		
Tipo de consistencia	Tolerancia en cm	Intervalo resultante
Seca	0	0-2
Plástica	±1	2-6
Blanda	±1	5-10
Fluida	±2	8-17
Líquida	±2	14-22

CONSISTENCIA DEFINIDA POR SU ASIENTO		
Tipo de consistencia	Tolerancia en cm	Intervalo resultante
Entre 0-2	±1	A±1
Entre 3-7	±2	A±2
Entre 8-12	±3	A±3
Entre 13-18	±3	A±3

08.- El límite superior de asiento establecido para la consistencia fluida (15 cm) solo podrá sobrepasarse si en la fabricación del hormigón se emplean aditivos superplastificantes.

## 5.- CONTROL DEL SUMINISTRO

### 5.1.- Consideraciones generales

01.- Se deberá comprobar la conformidad del producto con lo establecido en el proyecto, lo que comprenderá normalmente su resistencia, consistencia y durabilidad, con independencia de la comprobación del tamaño máximo del árido o de otras características especificadas en el PPTP.

02.- De acuerdo con la Instrucción de Hormigón Estructural vigente o normativa sustitutiva previamente al inicio de la obra, la Dirección de Obra aprobará un programa de control, en base al plan de control definido en el proyecto y considerando el plan de control del constructor, el cual entre otros aspectos contemplará la identificación de productos y procesos objeto de control, definiendo los correspondientes lotes de control y unidades de inspección, describiendo para cada caso las comprobaciones a realizar y los criterios a seguir en el caso de no conformidad.

03.- El contratista facilitará a la Dirección de Obra toda la documentación de control entregada por el fabricante.

### 5.2.- Control previo al suministro del hormigón

01.- De acuerdo con la Instrucción de Hormigón Estructural vigente se realizarán ensayos previos y característicos cuando no haya experiencia previa que pueda justificar documentalmente el empleo de

hormigones con los materiales, dosificación y proceso de ejecución que estuvieran previstos en la obra concreta.

02.- Se solicitarán los certificados de ensayos, incluido el certificado de dosificación, que garanticen el cumplimiento de lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural, así como la documentación relativa a los materiales empleados en la elaboración del hormigón.

03.- De acuerdo con la ITCP, el contratista solicitará al fabricante copia del Certificado de conformidad del control de la producción emitido por un organismo de control acreditado, que garantice el cumplimiento de la ITCP. Los hormigones con Distintivo de Calidad Oficialmente Reconocido estarán exentos de la exigencia de dicho Certificado si el correspondiente Reglamento de Certificación recoge todas las exigencias del ITCP.

04.- En el caso de no contar con el Certificado o Distintivo indicado en el punto anterior se exigirá:

- Control de producción mediante la media de los ensayos y el coeficiente de variación.
- Certificado del fabricante del software de dosificación y carga en el que se certifique que la versión de su programa instalada en la planta asegura que los valores realmente pesados y suministrados de todos los componentes del hormigón coinciden con los valores registrados en el software y en los albaranes de suministro. Es decir, el fabricante del software debe certificar que el sistema informático instalado en la planta no permite ninguna diferencia entre los valores de la carga registrados en la aplicación y los realmente suministrados, y no debe facilitar ningún medio para que el suministrador del hormigón pueda modificar dichos registros.
- Certificado del fabricante de hormigón firmado por persona física (apoderado) en el que se garantice que los datos de dosificación y carga, tanto teóricos como reales, recogidos en sus bases de datos no han sufrido alteración y se corresponden con lo cargado.

### 5.3.- Control durante el suministro del hormigón

01.- El fabricante deberá de entregar una hoja de suministro (albarán) de cada partida que incluirá la información mínima que marca la Instrucción de Hormigón Estructural vigente o normativa sustitutiva. El constructor, o la persona designada en obra que le represente técnicamente, comprobará bajo la supervisión de la Dirección de Obra, que los valores reflejados en la hoja de suministro se corresponden con lo solicitado, así como la dosificación declarada por el suministrador.

02.- La planta tendrá a disposición del cliente un protocolo de comparación de volumen.

03.- Se cumplirán las especificaciones de transporte y suministro previstas en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente o normativa sustitutiva.

04.- La toma de muestras del hormigón en la recepción del hormigón se realizará según UNE-EN 12350-1. El representante del laboratorio levantará un acta de toma de las muestras suscrita por todas las partes presentes, conforme a la vigente Instrucción de Hormigón Estructural. El acta reflejará si se cumplen las condiciones de conservación de las probetas en obra.

05.- La consistencia del hormigón será la especificada en el PPTP, o la indicada, en su momento, por la Dirección de Obra, de acuerdo con este artículo, tanto para los hormigones en los que la consistencia se especifica por tipo o por asiento en cono de Abrams, de acuerdo con la Norma UNE-EN 12350-2.

06.- Criterios de aceptación o rechazo: Si la consistencia se ha definido por su tipo, la media aritmética de los dos valores obtenidos según UNE-EN 12350-2 tiene que estar comprendida dentro del intervalo correspondiente. Si la consistencia se ha definido por su asiento, la media de los dos valores obtenidos debe estar comprendida dentro de la tolerancia. El no cumplimiento de las condiciones anteriores implicará el rechazo automático de la amasada correspondiente y la corrección de la dosificación.

#### 5.4.- Control al final del suministro

01.- Al finalizar el periodo de suministro el fabricante deberá proporcionar al contratista el certificado final de suministro conforme a la ITCP y la Instrucción de Hormigón Estructural vigente o normativa sustitutiva.

#### 5.5.- Ensayos de control del hormigón

##### 5.5.1.- Generalidades

01.- Estos ensayos son preceptivos en todos los casos y tienen por objeto comprobar, a lo largo de la ejecución, que la resistencia característica del hormigón de la obra es igual o superior a la de proyecto.

02.- El control podrá realizarse según las siguientes modalidades:

Modalidad 1 Control estadístico.

Modalidad 2 Control al 100 por 100, cuando se conozca la resistencia de todas las amasadas.

Modalidad 3 Control indirecto, que se utilizará para hormigones no estructurales. En el caso de hormigón, estructural, únicamente aplicable si el hormigón está en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido y con el consentimiento de la Dirección de Obra, de acuerdo con lo prescrito por la vigente Instrucción de Hormigón Estructural o normativa sustitutiva.

03.- Los ensayos se realizan sobre probetas fabricadas, conservadas y rotas según UNE-EN 12350-1, UNE-EN 12390-1 y UNE-EN 12390-3.

##### 5.5.2.- Control indirecto

01.- En este nivel el control se realiza por medición de la consistencia del hormigón, fabricado de acuerdo con dosificaciones tipo.

02.- Con la frecuencia que se indique en el PPTP o por la Dirección de Obra, y con el mínimo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente o normativa sustitutiva, se realizará un ensayo de medida de la consistencia según la Norma UNE-EN 12350-2.

03.- De la realización de tales ensayos quedará en obra la correspondiente constancia escrita, a través de los valores obtenidos y decisiones adoptadas en cada caso.

04.- Este nivel de control solo puede utilizarse en los casos establecidos en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente o normativa sustitutiva, tomando las consideraciones que se establecen en la misma.

05.- Se aceptará el hormigón suministrado si se cumplen las condiciones reflejadas en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente o normativa sustitutiva.

##### 5.5.3.- Control al 100 por 100

01.- Esta modalidad de control es de aplicación a cualquier obra.

02.- El control se realiza determinando la resistencia de todas las amasadas componentes de la parte de obra sometida a control y calculando, a partir de sus resultados, el valor de la resistencia característica real, según la vigente Instrucción de Hormigón Estructural o normativa sustitutiva.

03.- Para el conjunto de amasadas sometidas a control se aceptará cuando se cumpla lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente o normativa sustitutiva.

#### 5.5.4.- Control estadístico del hormigón

01.- Esta modalidad de control es la de aplicación general a obras de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón pretensado.

02.- A efecto de control, se dividirá la obra en partes sucesivas denominadas lotes, de acuerdo con lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente o normativa sustitutiva. Todas las unidades de producto (amasadas) de un mismo lote procederán del mismo Suministrador, estarán elaboradas con las mismas materias primas y serán el resultado de la misma dosificación nominal.

03.- El control se realizará determinando resistencia de N amasadas por lote, según las cantidades y el procedimiento indicados en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente o normativa sustitutiva.

04.- Para la aceptación del hormigón se atenderá a lo expresado en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente o normativa sustitutiva.

#### 5.5.5.- Decisiones derivadas del control de resistencia.

01.- La Dirección de Obra aceptará el lote en lo relativo a su resistencia, cuando se cumpla el criterio de aceptación que se haya seleccionado.

02.- En caso de que no se cumpla el criterio de aceptación, se atenderá a lo expresado en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente o normativa sustitutiva.

#### 5.6.- Ensayos de información complementaria del hormigón

01.- Estos ensayos solo serán preceptivos en los casos previstos en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente o normativa sustitutiva, cuando así lo indique el PPTP o cuando lo exija la Dirección de Obra. Su objeto es estimar la resistencia del hormigón de una parte determinada de la obra, a una cierta edad o tras un curado en condiciones análogas a las de la obra.

02.- Los ensayos de información complementaria del hormigón pueden consistir en:

- a) La fabricación y rotura de probetas, en forma análoga a la indicada para los ensayos de control, pero conservando las probetas, no en condiciones normalizadas, sino en las que sean lo más parecidas posible a aquellas en las que se encuentra el hormigón cuya resistencia se pretende estimar.
- b) La rotura de probetas testigo extraídas del hormigón endurecido (método de ensayo según UNE-EN 12390-3). Esta forma de ensayo no deberá realizarse cuando dicha extracción afecte de un modo sensible a la capacidad resistente del elemento en estudio, hasta el punto de resultar un riesgo inaceptable. En estos casos puede estudiarse la posibilidad de realizar el apeo del elemento, previamente a la extracción.
- c) El empleo de métodos no destructivos fiables, como complemento de los anteriormente descritos y debidamente correlacionados con los mismos.

03.- La Dirección de Obra juzgará en cada caso los resultados, teniendo en cuenta que para la obtención de resultados fiables la realización, siempre delicada de estos ensayos, deberá estar a cargo de personal especializado.

#### 6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## ARTÍCULO 20.52.- MORTEROS DE CEMENTO Y CAL

---

### 1.- DEFINICIONES Y ALCANCE

#### 1.1.- Alcance

01.- La serie normativa UNE EN 998 que define especificaciones y criterios para el mercado CE de los morteros de albañilería permite que estos se fabriquen con diferentes conglomerantes inorgánicos. El presente Artículo limita los conglomerantes inorgánicos, para los morteros de albañilería, al cemento y la cal.

02.- Los tipos de morteros de albañilería indicados en el Apartado 3, las especificaciones de los morteros indicadas en el Apartado 4, las designaciones de los morteros indicadas en el Apartado 5 y el control de recepción de los morteros indicados en el Apartado 6 de este Artículo, son igualmente válidas se trate de morteros de cemento, de cal o mixtos.

03.- Al igual que en las normas de la serie UNE EN 998, en este Artículo se exponen especificaciones para los morteros de albañilería hechos en fábrica (morteros industriales), pero no se fijan criterios para los morteros hechos in situ.

#### 1.2.- Morteros de albañilería

01.- Se define como morteros para albañilería a la "mezclas de uno o más conglomerantes inorgánicos, áridos, agua y, a veces, adiciones y/o aditivos". Dichas mezclas deben ser homogéneas y sus componentes se deben utilizar en unas proporciones determinadas de acuerdo con la utilización prevista del mortero.

02.- Los morteros de albañilería para fábrica tienen como función principal actuar como material de cohesión que agrupe las diferentes piezas de albañilería en sus distintos formatos y materiales.

03.- Los morteros para revoco y enlucido son los que se aplican o sitúan sobre la superficie externa de otro elemento o sistema constructivo, con el fin de cubrirlo por razones funcionales o simplemente estéticas.

04.- Aunque en la norma de morteros de albañilería para fábricas UNE EN 998-2 se indica como campo de aplicación los morteros utilizados en muros, pilares y tabiques de albañilería, con el presente Artículo se amplía la aplicación de estos morteros a materiales de obra civil como son los empleados en la pavimentación (baldosas, adoquines, etc.), obras de alcantarillado, etc.

#### 1.3.- Morteros para recrecidos y acabados de suelos

01.- Se define como morteros para recrecidos y acabados de suelos a las "mezclas de uno o más conglomerantes inorgánicos, áridos, agua y, a veces, adiciones y/o aditivos". Dichas mezclas deben ser homogéneas y sus componentes se deben utilizar en unas proporciones determinadas para su uso en suelos interiores en la construcción.

02.- La norma UNE EN 13813 que establece los requisitos para los morteros para recrecido y acabado de suelos para su uso en suelos interiores, abarca varios tipos de conglomerantes. El presente Artículo no incluye los morteros para recrecido a base de masillas asfálticas ni resinas sintéticas.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Los morteros para albañilería y recrecidos y acabados de suelos incluidos en este Artículo han de cumplir lo indicado en las siguientes normas de productos:

- UNE-EN 998-1. Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 1: Morteros para revoco y enlucido.
- UNE-EN 998-2. Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 2: Morteros para albañilería.
- UNE-EN 13813. Mortero para recrecidos y acabados de suelos. Propiedades y requisitos.

02.- En el ámbito de la edificación lo dispuesto por el Código Técnico de la Edificación

### 3.- TIPOS DE MORTERO

#### 3.1.- Morteros de albañilería

01.- Se establecen los siguientes tipos de morteros de albañilería

02.- Morteros según su lugar de fabricación

- Los morteros pueden fabricarse en la obra, morteros "in situ", o en una fábrica, morteros industriales. En el presente Artículo solo se contemplan los morteros hechos en fábrica (morteros industriales).
- Entre los Morteros Industriales hay distintos tipos, que varían en función de su lugar de fabricación y suministro: morteros secos, morteros húmedos y morteros de dos componentes (o predosificados).
- Los Morteros Industriales secos se suministran mediante silos o sacos para mezclarse con agua en la obra.

03.- Morteros según el concepto

Tipo	Definición
Morteros diseñados o descritos	Su composición y sistema de fabricación se han elegido por el fabricante para obtener las propiedades especificadas (concepto de prestación). Se someten a los correspondientes ensayos por parte del fabricante.
Morteros de receta o prescritos	Se fabrican a partir de los componentes primarios (conglomerantes y áridos) en unas proporciones determinadas. Sus propiedades dependen de las características de sus componentes y de su dosificación, que se han declarado. En su fabricación se utilizarán adiciones y aditivos si forman parte de una receta que figure en el correspondiente Pliego de Condiciones de la Obra.

#### 3.1.1.- Morteros de albañilería. Parte 2 morteros para albañilería

01.- Se establecen los siguientes tipos de morteros para albañilería. Parte 2 morteros de albañilería

02.- Morteros según su aplicación

Tipo	Definición
Morteros para uso corriente (G)	Son morteros para albañilería sin características especiales
Morteros para juntas y capas finas (T)	Son morteros para albañilería diseñados para realizar juntas y capas finas, cuyo tamaño máximo del árido sea $\leq$ que 2 mm.
Morteros ligeros (L)	Son morteros para albañilería cuya densidad (en estado endurecido y seco) es $\leq$ 1.300 kg/m <sup>3</sup> .

### 3.1.2.- Morteros de albañilería. Parte 1 mortero para revoco y enlucido

01.- Se establecen los siguientes tipos de morteros para albañilería para revoco y enlucido:

02.- Morteros según sus propiedades y/o aplicación:

Tipo	Aplicación
Morteros de uso corriente (GP)	Son morteros para revoco / enlucido sin características especiales.
Morteros ligeros (LW)	Son morteros para revoco / enlucido diseñados, cuya densidad (en estado endurecido y seco) es $\leq$ 1.300 kg/m <sup>3</sup> .
Morteros coloreados (CR)	Son morteros para revoco / enlucido diseñado especialmente coloreado.
Morteros monocapa (OC)	Son morteros para revoco / enlucido diseñado que se aplica en una capa que cumple con las mismas funciones que un sistema multicapa utilizado en exteriores y que usualmente es especialmente coloreado. Los morteros para revoco monocapa se pueden fabricar con áridos normales y/o ligeros.
Morteros para renovación (R)	Son morteros para revoco / enlucido diseñados que se utilizan en muros de fábrica húmedos que contienen sales solubles en agua. Poseen una alta permeabilidad al vapor de agua y una reducida absorción de agua por capilaridad.
Morteros aislamiento térmico (T)	Son mortero diseñado con propiedades específicas de aislamiento térmico.

### 3.2.- Morteros para recrecidos y acabados de suelos

0.1.- Se establecen los siguientes tipos de morteros para recrecidos y acabados de suelos en función del tipo de conglomerante empleado:

Tipo	Aplicación
CT	Morteros para recrecido y acabados de suelos con base de cemento.
CA	Morteros para recrecido y acabados de suelos con base de sulfato de calcio.
MA	Morteros para recrecido y acabados de suelos con base de magnesita.
AS	Morteros para recrecido y acabados de suelos con base de masilla asfáltica.
SR	Morteros para recrecido y acabados de suelos con base de resinas sintéticas.

#### 4.- ESPECIFICACIONES DE LOS MORTEROS

01.- El Pliego particular de la obra, o en su defecto la Dirección de las obras, definirá las características que debe cumplir el mortero de albañilería para fábrica de las indicadas en las siguientes tablas.

02.- El Proyecto o la Dirección de las Obras pueden definir el tipo y calidad de los componentes del mortero, además de definir las características del mortero terminado, aunque se solicitan morteros de fábrica.

##### 4.1.- Morteros de albañilería. Parte 2 morteros para fábrica

###### 4.1.1.- Estado fresco.

###### 01.- Tiempo de utilización

Características		Periodo de tiempo durante el cual el mortero mantiene la suficiente trabajabilidad para usarlo.
Requisitos	Condición	El tiempo de utilización lo debe declarar el fabricante.
	Campo de aplicación	Para todos los usos.
	Criterio de aceptación	Mayor o igual al declarado.
	Norma de referencia (UNE-EN)	1015-9.

###### 02.- Contenido en iones cloruro

Características		Influye en la corrosión de los aceros en el caso de morteros armados.
Requisitos	Condición	En caso necesario, el contenido en iones cloruro lo debe declarar el fabricante.
	Campo de aplicación	Solo para morteros destinados a ser utilizados en fábricas armadas.
	Criterio de aceptación	Su valor será $< 0.1\%$ de la masa seca de mortero.
	Norma de referencia (UNE-EN)	1015-17.

###### 03.- Contenido en aire



Características		Influye en la resistencia, la trabajabilidad y la durabilidad.
Requisitos	Condición	Cuando la utilización prevista lo justifique, el intervalo de valores de contenido en aire lo debe declarar el fabricante.
	Campo de aplicación	Cuando la utilización prevista lo justifique.
	Criterio de aceptación	Dentro del intervalo declarado.
	Norma de referencia (UNE-EN)	1015-7.

#### 04.- Consistencia

Características		Grado de trabajabilidad del mortero. Se determina mediante la mesa de sacudidas que mide el escurrimiento en mm.
Clasificación	Categoría	Valores (mm)
	Seca	< 140
	Plástica	140 a 200
	Fluida	> 200
Requisitos	Condición	El intervalo de la consistencia lo debe declarar el fabricante.
	Campo de aplicación	Para la puesta en obra del mortero, con el fin de controlar su correcta adhesión y otras propiedades.
	Criterio de aceptación	Dentro del intervalo declarado para su consistencia.
	Norma de referencia (UNE-EN)	1015-3.

El valor de la consistencia de los morteros de albañilería para fábrica depende de su densidad.

Densidad del mortero en estado fresco (kg/m <sup>3</sup> )	Valor de la consistencia (mm)
> 1200	175 ± 10
> 600 a ≤ 1200	160 ± 10
> 300 a ≤ 600	140 ± 10
≤ 300	120 ± 10

#### 4.1.2.- Estado endurecido.

##### 01.- Resistencia a compresión

- Características. Se distinguen las siguientes clases resistentes para morteros de albañilería para fábricas:

Clase	M-1	M-2.5	M-5	M-7.5	M-10	M-15	M-20	Md
Resistencia a compresión (N/mm <sup>2</sup> )	1	2.5	5	7.5	10	15	20	d

Requisitos	Condición	La resistencia a compresión debe ser declarada por el fabricante.
	Campo de aplicación	Para todos los morteros de albañilería para fábricas.
	Criterio de aceptación	≥ Clase resistente declarada.
	Norma de referencia (UNE-EN)	1015-11.

## 02.- Adhesión

Características		El fabricante declarará la resistencia inicial al cizallamiento con arreglo a uno de los dos supuestos siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Declaración basada en ensayos, realizados en combinación con elementos de albañilería conforme a UNE-EN 771 sobre mortero muestreado de acuerdo con UNE-EN 1015-2 y ensayado según UNE-EN 1052-3.</li> <li>- Declaración basada en un valor tabulado: UNE-EN 998-2 Anexo C.</li> </ul>
Requisitos	Condición	El fabricante debe declarar la resistencia inicial al cizallamiento y el procedimiento utilizado para obtenerla.
	Campo de aplicación	Solo para los morteros de albañilería para fábrica destinados a ser utilizados en construcciones sometidas a requisitos estructurales.
	Criterio de aceptación	Mayor que el valor declarado.
	Norma de referencia (UNE-EN)	1015-12.

## 03.- Densidad en seco del mortero endurecido

Características		En el caso de morteros ligeros su densidad será ≤ 1300 kg/cm <sup>3</sup> .
Requisitos	Condición	El fabricante debe declarar el intervalo de valores en kg/m <sup>3</sup> para la densidad en seco aparente.
	Campo de aplicación	Cuando la utilización prevista para el mortero en el mercado lo justifique.
	Criterio de aceptación	Mayor que el valor declarado.
	Norma de referencia (UNE-EN)	1015-12.

## 04.- Absorción de agua

Características		Exigible en fábricas vistas.
Requisitos	Condición	El fabricante debe declarar la absorción de agua.
	Campo de aplicación	Solo para fábricas directamente expuestas al exterior (juntas de mortero vistas).
	Criterio de aceptación	Para los morteros de albañilería para fábricas menor que el valor declarado.
	Norma de referencia (UNE-EN)	1015-18.

## 05.- Permeabilidad al vapor de agua

Características		Exigible en fábricas vistas. Para morteros de albañilería para fábricas valor tabulado: UNE-EN 1745.
Requisitos	Condición	El fabricante debe declarar el valor del coeficiente de difusión del vapor de agua ( $\mu$ ).
	Campo de aplicación	Solo para fábricas directamente expuestas al exterior (juntas de mortero vistas).
	Criterio de aceptación	Menor o igual que el valor declarado o tabulado declarado del coeficiente de difusión del vapor de agua ( $\mu$ ). En morteros para renovación y morteros para aislamiento térmico, $\mu \leq 15$ .
	Norma de referencia (UNE-EN)	1015-19.

## 06.- Conductividad térmica

Características		Se declarará en el caso de construcciones sujetas a requisitos térmicos
Requisitos	Condición	El fabricante debe declarar el valor de conductividad térmica en W/m·K.
	Campo de aplicación	Solo para los morteros con requisitos térmicos.
	Criterio de aceptación	Menor que el valor tabulado declarado.
	Norma de referencia (UNE-EN)	1745.

## 07.- Reacción al fuego

Características		Si el contenido de materia orgánica es inferior al 1 %: Clase A1. Si exceden este valor se declara la clase de reacción conforme a la Norma referenciada.
Requisitos	Condición	El fabricante debe declarar la clase de la reacción frente al fuego.
	Campo de aplicación	Solo para los morteros destinados a ser utilizados en construcciones sometidas a requisitos frente al fuego
	Criterio de aceptación	Euroclases declaradas. En el caso del que el contenido de materia orgánica sea > 1 % comprobar que se trata de la clase apropiada.
	Norma de referencia (UNE-EN)	13501-1

## 08.- Eflorescencia

Características		Exigible a fábricas vistas
Requisitos	Condición	El fabricante declarará si el mortero es o no eflorescible.
	Campo de aplicación	Solo para fábricas directamente expuestas al exterior (Juntas de mortero vistas).
	Criterio de aceptación	No eflorescibilidad.
	Norma de referencia (UNE-EN)	UNE 83830 EX.

## 09.- Propiedades adicionales de los morteros para juntas finas

## – Tamaño del árido

Características		Se corresponde con el tamaño máximo del grano de la arena.
Requisitos	Condición	El fabricante debe declarar el tamaño máximo del árido.
	Campo de aplicación	Para todos los morteros para juntas y capas finas.
	Criterio de aceptación	Menor o igual de 2 mm.
	Norma de referencia (UNE-EN)	1015-1.



– Tiempo de corrección

Características		Se corresponde con el tiempo durante el cual es posible mover o reajustar una pieza desde que es adherida, sin que el mortero pierda sus propiedades.
Requisitos	Condición	El fabricante debe declarar el tiempo abierto o tiempo de corrección.
	Campo de aplicación	
	Criterio de aceptación	No debe ser menor que el valor declarado.
	Norma de referencia (UNE-EN)	1015-9.

#### 4.2.- Morteros de albañilería. Parte 1 morteros para revoco y enlucido

##### 4.2.1.- Estado fresco.

##### 01.- Periodo de trabajabilidad

Características		Periodo de tiempo durante el cual el mortero mantiene la suficiente trabajabilidad para usarlo.
Requisitos	Condición	El tiempo de utilización lo debe declarar el fabricante.
	Campo de aplicación	En el caso de morteros para revestimiento que contengan aditivos con el fin de controlar el tiempo de fraguado.
	Criterio de aceptación	Mayor o igual al declarado.
	Norma de referencia (UNE-EN)	1015-9.

##### 02.- Contenido en aire

Características		Influye en la resistencia, la trabajabilidad y la durabilidad.
Requisitos	Condición	Cuando la utilización prevista lo justifique, el intervalo de valores de contenido en aire lo debe declarar el fabricante.
	Campo de aplicación	Cuando la utilización prevista lo justifique.
	Criterio de aceptación	Dentro del intervalo declarado.
	Norma de referencia (UNE-EN)	1015-7.

## 03.- Consistencia

Características		Grado de trabajabilidad del mortero. Se determina mediante la mesa de sacudidas que mide el escurrimiento en mm.
Requisitos	Condición	La consistencia la debe declarar el fabricante.
	Campo de aplicación	Para la puesta en obra del mortero, con el fin de controlar su correcta adhesión y otras propiedades.
	Criterio de aceptación	Dentro del intervalo declarado para su consistencia.
	Norma de referencia (UNE-EN)	1015-3.

El valor de la consistencia de los morteros de albañilería para revoco y enlucido depende de su densidad.

Densidad del mortero en estado fresco (kg/m <sup>3</sup> )	Valor de la consistencia (mm)
>1200	175±10
>600 a ≤1200	160±10
>300 a ≤600	140±10
≤300	120±10

## 4.2.2.- Estado endurecido.

## 01.- Resistencia a compresión

- Características. Se distinguen las siguientes clases resistentes (CS) para morteros de albañilería para revocos y enlucidos:

Categoría	CS I	CS II	CS III	CS IV
Valores (N/mm <sup>2</sup> )	0,4 a 2,5	1,5 a 5,0	3,5 a 7,5	≥ 6

Requisitos	Condición	La resistencia a compresión debe ser declarada por el fabricante.
	Campo de aplicación	Para todos los morteros de albañilería para revocos y enlucidos.
	Criterio de aceptación	Valor de la resistencia a compresión dentro de la categoría resistente declarada.
	Norma de referencia (UNE-EN)	1015-11.

## 02.- Absorción de agua

- Características. Se distinguen las siguientes clases en función de la capacidad de absorción de agua (W), para morteros de albañilería para revocos y enlucidos:

Categoría	Wc0	Wc1	Wc2
Valores (kg/m <sup>2</sup> .min <sup>0.5</sup> )	No especificado	C ≤0,4	C ≤0,2

Requisitos	Condición	El fabricante debe declarar la absorción de agua.
	Campo de aplicación	Solo para los morteros destinados a ser utilizados en construcciones exteriores.
	Criterio de aceptación	Dentro de la categoría declarada o $\geq 0,3$ Kg/m <sup>2</sup> después de 24 h. para morteros de renovación.
	Norma de referencia (UNE-EN)	UNE-EN 1015-18.

### 03.- Conductividad térmica

- Características. Se distinguen las siguientes clases, en función de la conductividad térmica (T), para morteros de albañilería para revocos y enlucidos:

Categoría	T1	T2
Valores (W/m.K)	≤0,1	≤0,2

Requisitos	Condición	El fabricante debe declarar el valor de conductividad térmica en W/m·K
	Campo de aplicación	Solo para los morteros utilizados en construcciones sometidas a requisitos térmicos.
	Criterio de aceptación	Menor o igual que el valor declarado - tabulado.
	Norma de referencia (UNE-EN)	1745

## 04.- Densidad en seco aparente

Características		En el caso de morteros ligeros su densidad será $\leq 1300 \text{ kg/cm}^3$ .
Requisitos	Condición	El fabricante debe declarar el intervalo de valores en $\text{kg/m}^3$ para la densidad en seco aparente.
	Campo de aplicación	Para todos los morteros para revestimiento diseñados.
	Criterio de aceptación	Dentro del intervalo declarado. Para LW $\leq 1.300 \text{ Kg/m}^3$ .
	Norma de referencia (UNE-EN)	1015-12.

## 05.- Adhesión

Características		Para los morteros para revestimiento excepto para el mortero monocapa (OC).
Requisitos	Condición	Debe ser declarada por el fabricante.
	Campo de aplicación	Para los morteros para revestimiento excepto para el mortero monocapa (OC).
	Criterio de aceptación	Mayor que el valor declarado. Ha de tenerse en cuenta, además, la forma de rotura (FP).
	Norma de referencia (UNE-EN)	1015-12.

## 06.- Permeabilidad al vapor de agua

Características		Solo para los morteros destinados a ser utilizados en construcciones exteriores.
Requisitos	Condición	El fabricante debe declarar el valor del coeficiente de difusión del vapor de agua ( $\mu$ ).
	Campo de aplicación	Solo para los morteros destinados a ser utilizados en construcciones exteriores.
	Criterio de aceptación	Menor o igual que el valor declarado. En morteros para renovación y morteros para aislamiento térmico, $\mu \leq 15$ .
	Norma de referencia (UNE-EN)	1015-19.



## 07.- Adhesión después de ciclos climáticos

Características		Solo para los morteros monocapa (OC).
Requisitos	Condición	El fabricante debe declarar el valor rotura en N/mm <sup>2</sup> y forma de rotura.
	Campo de aplicación	Solo para el mortero monocapa (OC).
	Criterio de aceptación	Igual o mayor que el valor declarado.
	Norma de referencia (UNE-EN)	1015-21.

## 08.- Permeabilidad al vapor de agua sobre soportes relevantes después de ciclos climáticos de acondicionamiento

Características		Solo para los morteros monocapa (OC).
Requisitos	Condición	El fabricante debe declarar el valor de permeabilidad al agua en ml/cm <sup>2</sup> después de 48 h.
	Campo de aplicación	Solo para el mortero monocapa (OC).
	Criterio de aceptación	≤ 1 ml/cm <sup>2</sup> después de 48 h.
	Norma de referencia (UNE-EN)	1015-21.

## 09.- Reacción al fuego

Características		Si el contenido de materia orgánica es igual o inferior al 1 % de la masa o volumen del mortero no requieren ensayo y se clasifican en la clase A1. Si exceden este valor se declara la clase de reacción conforme a la Norma referenciada.
Requisitos	Condición	El fabricante debe declarar la clase de la reacción frente al fuego.
	Campo de aplicación	Para todos los morteros de revestimiento diseñados.
	Criterio de aceptación	Euroclases declaradas. En el caso del que el contenido de materia orgánica sea > 1,0 % comprobar que se trata de la clase apropiada.
	Norma de referencia (UNE-EN)	13501-1

## 4.3.- Morteros de recrecido y acabados de suelos

01.- En la norma UNE-EN 13813 se definen todas las características que se pueden determinar a los morteros para el recrecido y acabados de suelos. En este Artículo se indican las más importantes que se deberían solicitar en los Proyectos de Obras donde contemplen el empleo de este tipo de mortero

## 4.3.1.- Estado fresco.

## 01.- Consistencia.

El fabricante del mortero de recrecidos y acabados de suelos (que no sean masilla asfáltica) declarará la consistencia del mortero según lo indicado en UNE-en 13454-2; si el valor de la consistencia es superior a 300 mm dicha consistencia se determinará según UNE-EN 12706.

## 4.3.2.- Estado endurecido.

## 01.- Resistencia a compresión.

Los morteros para recrecidos y acabados de suelos se clasifican según su resistencia a compresión como:

Clase	C5	C7	C12	C16	C20	C25	C30	C35	C40	C50	C60	C70	C80
Resistencia a compresión (N/mm <sup>2</sup> )	5	7	12	16	20	25	30	35	40	50	60	70	80

## 02.- Resistencia a flexión.

Los morteros para recrecidos y acabados de suelos se clasifican según su resistencia a flexión como:

Clase	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F10	F15	F20	F30	F40	F50
Resistencia a flexión (N/mm <sup>2</sup> )	1	2	3	4	5	6	7	10	15	20	30	40	50

## 03.- Resistencia al desgaste.

Los morteros para recrecidos y acabados de suelos se clasifican según su resistencia al desgaste que puede ser desgaste Böhme, desgaste BCA o desgaste por rodadura.

Clase desgaste Böhme	A22	A15	A12	A9	A6	A3	A1.5
Cantidad de abrasión en cm <sup>3</sup> /50 cm <sup>2</sup> .	22	15	12	9	6	3	1,5

Clase desgaste BCA	AR6	AR4	AR2	AR1	AR0,5
Profundidad máxima de desgaste en μm	600	400	200	100	50

Clase desgaste por rodadura	RW1300	RWA100	RWA20	RWA10	RWA1
Cantidad de abrasión en cm <sup>3</sup>	300	100	20	10	1

## 5.- DESIGNACIONES DE LOS MORTEROS

## 5.1.- Morteros de albañilería. Parte 2 morteros para fábrica

01.- Los morteros de albañilería para fábricas se designarán por su clase resistente, es decir por la letra M seguida de su resistencia a compresión a 28 días, en N/mm<sup>2</sup>.

02.- De requerirse, el proyecto además podrá solicitar otras características de las indicadas en este Artículo para este tipo de mortero.

## 5.2.- Morteros de albañilería. Parte 1 morteros para revoco y enlucido

01.- Los morteros de albañilería para revoco y enlucido se designarán por su clase resistente (CS) y absorción de agua (W).

02.- En la designación del tipo R no se incluye la absorción de agua (W).

03.- De requerirse, el proyecto además podrá solicitar otras características de las indicadas en este Artículo para este tipo de mortero.

## 5.3.- Morteros de recrecidos y acabados de suelos

01.- Los morteros de recrecidos y acabados de suelos se deben designar como mínimo las clases de compresión y flexión, si se trata de acabados de suelos se añadirá una de las resistencia al desgaste.

02.- De requerirse, el proyecto además podrá solicitar otras características de las indicadas en este Artículo para este tipo de mortero.

## 6.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

### 6.1.- Control documental

01.- En el suministro se comprobará que el tipo de mortero suministrado coincide con lo indicado en el proyecto. Se verificarán los documentos que requieren ser aportados por el fabricante:

- El marcado CE conforme a lo establecido por el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, de cualquier tipo de mortero de los contemplados en este Artículo, contendrá el número de referencia de la declaración de prestaciones.
- La declaración de prestaciones acorde al citado marcado CE.
- Distintivo de calidad reconocido en caso de disponerlo, que asegure las características técnicas exigidas en el proyecto.
- Hoja de cada suministro que identifique el mortero suministrado, origen, destino y fecha.

La declaración de prestaciones recogerá todas las características que exija el Proyecto al mortero.

### 6.2.- Control de recepción mediante ensayos

01.- Se define lote como la cantidad de mortero, de la misma designación y procedencia, que se reciba en obra en un mes.

02.- Se tomará una muestra por lote para su ensayo y además una muestra preventiva que se conservará en el laboratorio para, en su caso, realizar ensayos de contraste.

03.- En el caso que el mortero presente distintivo de calidad la Dirección de las Obras podrá eximir la realización de ensayos para el control de recepción.

#### 6.2.1.- Morteros de albañilería. Parte 2 morteros para fábrica.

01.- Los ensayos que se realizarán sobre la muestra para control de recepción serán:

USO	CARACTERÍSTICAS A ENSAYAR	NORMA DE ENSAYO UNE-EN
Todos	Resistencia a compresión	1015-11
Fábricas armadas	Contenido en iones cloruro	1015-17
Fábricas cara vista	Absorción de agua	1015-18
	Eflorescencia	UNE 83830 EX

6.2.2.- Morteros de albañilería. Parte 1 morteros para revoco y enlucido.

01.- Los ensayos que se realizarán sobre la muestra para control de recepción serán:

USO	CARACTERÍSTICAS A ENSAYAR	NORMA DE ENSAYO UNE-EN
Todos	Resistencia a compresión	1015-11
Solo revestimientos exteriores	Absorción de agua	1015-18
Todos	Adhesión	1015-12

6.2.3.- Morteros para recrecidos y acabados de suelos

01.- Los ensayos que se realizarán sobre la muestra para control de recepción serán:

USO	CARACTERÍSTICAS A ENSAYAR	NORMA DE ENSAYO UNE-EN
Todos	Consistencia o determinación de las características de flujo	13454-2 12706
Todos	Resistencia a compresión	13892-2

## 7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de los morteros se realizarán según lo indicado para la unidad de obra de la que formen parte.

02.- El acopio de mortero seco se medirá por toneladas (t) realmente acopiadas.

## ARTÍCULO 20.53.- MORTEROS CEMENTOSOS DE PROTECCIÓN E IMPERMEABILIZACIÓN

---

### 1.- DEFINICIÓN

01.- Se trata de un mortero a base de aglomerantes cementosos, áridos seleccionados de granulometría fina, aditivos especiales y polímeros sintéticos en dispersión acuosa.

### 2.- TIPOS

01.- Los morteros pueden ser monocomponentes o bicomponentes.

02.- Los morteros bicomponentes son aquellos que se presentan en dos envases que, al mezclarse (solos o con otros productos como agua) hace que se obtenga un mortero de consistencia plástica que permite su aplicación con brocha, rodillo y proyección con máquina revocadora provista de lanza.

03.- Por lo general, los morteros bicomponentes son flexibles, mientras que los monocomponentes pueden ser rígidos o flexibles. En la elección del producto se tendrá en cuenta esta característica considerando las condiciones de utilización.

### 3.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 3.1. – Normas EN que implican marcado CE

01.- EN 1504-2. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 2: Sistemas de protección de superficie

### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los morteros de protección e impermeabilización cumplirán con los principios establecidos por la EN 1504-9 y con los requisitos mínimos establecidos por la EN 1504-2 revestimiento (C) según los principios PI, MC e IR.

02.- Se atenderá a las condiciones de humedad y temperatura en el momento de aplicación de acuerdo a las indicaciones del fabricante.

03.- No se añadirá cemento, áridos, agua ni ningún otro material no prescrito por el fabricante.

04.- Tiene que ser posible su aplicación en vertical y horizontal, en el espesor requerido.

05.- Será totalmente impermeable al agua, hasta una presión positiva de 1,5 atmósferas, y a la penetración de sustancias agresivas presentes en la atmosfera, como el anhídrido carbónico, el anhídrido sulfuroso y el sulfúrico, y de las sales solubles como los cloruros y los sulfatos presentes en el agua de mar o en los terrenos.

06.- Salvo que el Proyecto indique otros valores, el mortero deberá cumplir las prestaciones recogidas en el CUADRO 20.53.1.

CUADRO 20.53.1

## PRESTACIONES FINALES

Parámetro	Valor
Espesor final (mm)	2
Adherencia al hormigón según la EN 1542: tras 28 días a +20°C y 50% de HR (N/mm <sup>2</sup> )	1,3
Compatibilidad térmica a los ciclos de hielo/deshielo con sales descongelantes, medida como adherencia según la EN1542 (N/mm <sup>2</sup> )	0,9
Adherencia al hormigón según la EN 1542: tras 7 días a +20°C y 50% de HR + 21 días en agua (N/mm <sup>2</sup> )	0,9
Elasticidad según la DIN 5354 mod. Expresada como alargamiento: tras 28 días a +20°C y 50% de HR (N/mm <sup>2</sup> )	120
Puenteo de fisuras estático según la EN 1062-7 expresado como anchura máxima de la fisura (mm): tras 28 días a +20°C y 50% de HR (N/mm <sup>2</sup> )	Clase A5 (>2,5 mm)
Puente de fisuras dinámico según la EN 1062-7 expresada como resistencia a los ciclos de fisuración	Clase B4,2
Permeabilidad al vapor de agua según la EN ISO 7793-1: espesor de aire equivalente Sp (m)	Sp=3,6; μ=1,800
Impermeabilidad al agua expresada como absorción capilar según la EN 1062-3 (kg/m <sup>2</sup> ·√h)	<0,05
Reacción al fuego (Euroclase)	E
Impermeabilidad al agua a presión según la EN 14891-A.7 (1,5 bar por 7 días de empuje positivo)	Ninguna penetración
Capacidad de puenteo de fisuras a +20°C según la EN 14891-A,9,2 (mm)	2,8
Adherencia inicial según la EN 14891-A,6,2 (N/mm <sup>2</sup> )	1,2
Adherencia tras inmersión en agua según la EN 14891-A,6,3 (N/mm <sup>2</sup> )	0,7
Adherencia tras inmersión acción del calor según la EN 14891-A,6,5 (N/mm <sup>2</sup> )	1,5
Adherencia tras inmersión ciclos hielo/deshielo según la EN 14891-A,6,6 (N/mm <sup>2</sup> )	0,8
Adherencia tras inmersión en agua básica según la EN 14891-A,6,6 (N/mm <sup>2</sup> )	0,8

07.- En el proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 1504-2, para los requisitos siguientes:

- Permeabilidad al vapor de agua (cuando proceda)
- Absorción capilar y permeabilidad al agua
- Resistencia química (cuando proceda)
- Compatibilidad térmica (cuando proceda)
- Adhesión mediante el ensayo de arrancamiento (cuando proceda)
- Reacción al fuego
- Resistencia al derrape (cuando proceda)
- Profundidad de penetración

- Sustancias peligrosas

## 5.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Será obligatorio que los morteros de protección e impermeabilización cuenten con marcado CE.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y este PCTG.

05.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

## 6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- El mortero no será de abono directo, ya que se considera incluido en el precio de la unidad correspondiente, salvo que se defina como unidad independiente, en cuyo caso se medirá y abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente utilizados.

## **ARTÍCULO 20.54.- MORTEROS DE CEMENTO PARA REPARACIÓN DE HORMIGÓN**

### 1.- DEFINICIÓN

01.- Se trata de morteros de cemento empleados en la reparación de estructuras de hormigón.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas EN que implican marcado CE

01.- EN 1504-3. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón - Parte 3: Reparación estructural y no estructural.

#### 2.2.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 1504-9. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 9: Principios generales para el uso de productos y sistemas.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Se establece la siguiente clasificación de métodos para reparación según la Norma UNE-EN 1504-9:

- 3.1 Restauración del hormigón por aplicación de mortero a mano.
- 3.2 Restauración del hormigón por relleno con hormigón.
- 3.3 Restauración del hormigón por proyección de hormigón o de mortero.
- 4.4 Refuerzo estructural por adición de hormigón o de mortero.
- 7.1 Aumento del recubrimiento de la armadura con mortero de cemento o con hormigón adicional.
- 7.2 Reemplazamiento del hormigón contaminado o carbonatado.

02.- Los morteros de reparación se clasifican en R1, R2, R3 y R4. Las características que deben cumplir son las establecidas en la Norma EN 1504-9.

03.- Siempre que se estén reparando elementos estructurales de hormigón, se emplearán morteros de las clases R3 o R4.

04.- Deberán emplearse morteros con una resistencia y elasticidad compatibles con el material original. Se tendrán en consideración los posibles procesos de deterioro que puede producir la inclusión de materiales con características distintas como la permeabilidad.

05.- Las condiciones de aplicación serán las especificadas por el fabricante.

06.- No se añadirá cemento, áridos, agua ni ningún otro material no prescrito por el fabricante, sin la autorización de la Dirección de Obra.

07.- En el proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 1504-3, para los requisitos siguientes:

- Resistencia a compresión
- Contenido en iones cloruro



- Adhesión
- Retracción/expansión (estabilidad dimensional), cuando sea necesario. No se requiere en el caso de ciclos térmicos
- Resistencia a la carbonatación (para la durabilidad de la protección contra la corrosión o inhibición) cuando proceda
- Módulo de elasticidad, cuando proceda
- Compatibilidad térmica (para durabilidad) cuando proceda
- Resistencia al deslizamiento, cuando proceda
- Coeficiente de dilatación térmica (solamente para los hormigones a base de polímeros) cuando proceda
- Absorción capilar, cuando proceda
- Reacción al fuego
- Sustancias peligrosas

#### 4.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Será obligatorio que los morteros para la reparación de hormigón cuenten con marcado CE.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y este PCTG.

05.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

#### 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- El mortero no será de abono directo, ya que se considera incluido en el precio de la unidad correspondiente, salvo que se defina como unidad independiente, en cuyo caso se medirá y abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente utilizados.

## **ARTÍCULO 20.55.- HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE**

---

### **1.- DEFINICIÓN**

01.- Un hormigón autocompactante es aquel hormigón que, como consecuencia de una dosificación estudiada y del empleo de aditivos superplastificantes específicos, se compacta por la acción de su propio peso, sin necesidad de energía de vibración ni de cualquier otro método de compactación, no presentando segregación, bloqueo de árido grueso, sangrado, ni exudación de la lechada.

02.- El hormigón autocompactante está especialmente indicado donde las ejecuciones sean complejas (debido a una alta densidad de armado o debido a complicados accesos al punto de hormigonado), donde se demande un buen acabado, como en el hormigón prefabricado o el hormigón arquitectónico.

### **2.- NORMATIVA TÉCNICA**

#### **2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria**

01.- Normativa de Hormigón Estructural vigente.

02.- Real Decreto 163/2019, de 22 de marzo, por el que se aprueba la Instrucción Técnica para la realización del control de producción de los hormigones fabricados en central, en adelante ITCP.

#### **2.2.- Normas UNE de referencia**

01.- UNE-EN 12390. Ensayos de hormigón endurecido. Todas las partes.

02.- UNE-EN 12350-8. Ensayos de hormigón fresco. Hormigón autocompactante. Ensayo del escurrimiento

03.- UNE-EN 12350-9. Ensayos de hormigón fresco. Parte 9: Hormigón autocompactante. Ensayo del embudo en V.

04.- UNE-EN 12350-10. Ensayos de hormigón fresco. Parte 10: Hormigón autocompactante. Método de la caja en L.

05.- UNE-EN 12350-11. Ensayos de hormigón fresco. Parte 11: Hormigón autocompactante. Ensayo de segregación por tamiz.

06.- UNE-EN 12350-12. Ensayos de hormigón fresco - Parte 12: Hormigón autocompactante. Ensayo con el anillo japonés.

07.- UNE 83361. Hormigón autocompactante. Caracterización de la fluidez. Ensayo del escurrimiento.

### **3.- COMPONENTES**

01.- En un hormigón autocompactante los componentes de la mezcla son variados y deben estudiarse cuidadosamente para conseguir que un hormigón de alta consistencia y cohesión pueda atravesar una densa armadura con un perfecto relleno sin bloqueo del árido grueso y sin segregación ni exudación.

#### **3.1.- Cemento**

01.- Se recomienda limitar el contenido en C3A del cemento o emplear cementos debajo calor de hidratación para minimizar los problemas de retracción que una masa con tanta cantidad de finos pueda generar.

### 3.2.- Agua

01.- Es recomendable considerar la relación agua/finos ya que una relación alta genera hormigones demasiado cohesivos y una relación baja puede dar lugar a un riesgo de exudación.

02.- Se realizará un control estricto de la humedad de los áridos, ya que la mezcla de hormigón autocompactante es muy sensible a pequeñas variaciones en el contenido total de agua.

03.- Si se emplea aditivo modulador de viscosidad, la relación del contenido de agua con el volumen de finos es más flexible, en el aspecto que es posible incrementar el contenido de agua (relación agua/finos superiores a 1.05) ya que el modulador de viscosidad, gracias a su efecto cohesionante, actúa como elemento corrector.

### 3.3.- Aditivo superplastificante

01.- Los aditivos superplastificantes cumplirán las prescripciones del Artículo 20.22 del presente Pliego.

02.- El aditivo superplastificante es imprescindible para la confección de hormigón autocompactante. No todos los tipos son utilizables. Los aditivos basados en naftalen-sulfonatos o condensados de melamina no ofrecen suficiente poder reductor de agua y, en consecuencia, los únicos tipos utilizables son los basados en éter policarboxílico modificado

03.- La dosificación de aditivo varía en función de las características y dosificación de los materiales y no será superior al 2,5% sobre el peso de cemento, salvo que ensayos previos o determinadas propiedades a obtener nos obliguen a una dosificación mayor del mismo.

04.- Independientemente del poder reductor de agua, las características del aditivo deben ajustarse a las características de cada aplicación (en función de si se demanda elevada resistencia inicial, prolongado mantenimiento de la consistencia, etc) y en correspondencia al tipo de cemento, adición y áridos empleados.

05.- La utilización conjunta de plastificantes y superplastificantes o fluidificantes puede suponer una mejora de las resistencias, además de la docilidad, por un efecto sinérgico.

### 3.4.- Aditivo modulador de viscosidad

01.- Los aditivos moduladores de viscosidad ayudan a conseguir mezclas adecuadas minimizando los efectos de la variación del contenido de humedad, el contenido de finos o la distribución granulométrica

02.- Los aditivos moduladores de viscosidad deben cumplir los requisitos generales incluidos en la Tabla 1 de UNE EN 934-2.

03.- Es aconsejable el uso de un aditivo modulador de viscosidad (que confiere cohesión interna a la masa sin apenas pérdidas de fluidez) en caso de insuficiencias en el aporte de finos ya que ayuda al mantenimiento de la fluidez de la masa.

### 3.5.- Adiciones

01.- El empleo de adiciones es imprescindible para satisfacer la demanda de finos que requiere el hormigón autocompactante. No se contempla el uso de adiciones que no estén amparadas por la instrucción vigente.

02.- En general, las cenizas ofrecen grandes resultados en aplicaciones donde no se demande elevada resistencia inicial o se requiera elevado mantenimiento de la consistencia. El empleo de cenizas permite trabajar con cantidades de cemento más ajustadas debido a su puzolanicidad.

03.- El uso de filler, al ser una adición no reactiva, implica trabajar con mayores cantidades de cemento, pero es igualmente válida para conseguir el efecto reológico deseado.

04.- En el caso de la nanosílice, la forma más cómoda de usarlo es en suspensión. Debemos considerar el agua que aporta para calcular la cantidad de agua a añadir para una relación agua/cemento determinada. Se puede emplear para la confección de hormigón autocompactante blanco, ya que no colorea.

### 3.6.- Arenas

01.- No existen limitaciones en cuanto a la naturaleza de las arenas empleadas. Sobre su distribución de tamaños, es necesario emplear arenas continuas, sin cortes en su granulometría, y preferiblemente sin formas lamosas, su cantidad deberá estar en consonancia con la cantidad de grava. Generalmente el contenido de arena puede representar el 65-55% de la cantidad de árido total, en función de la naturaleza y cantidad de la adición empleada y de cemento y de las características de la grava; no obstante, este número sólo sirve como referencia.

02.- Un cierto aporte de finos que pasen por el tamiz de 0,125 mm, supondrá una menor dosificación de adiciones o cemento, para conseguir la cantidad adecuada de finos que nos permitan fabricar un hormigón autocompactante adecuado.

03.- Las fracciones de partículas menores de 0,125 mm se incluyen en el contenido de finos de la pasta y deberán considerarse para el cálculo de la relación agua/finos.

### 3.7.- Árido grueso

01.- El tamaño máximo del árido se limita a 25mm, aunque es preferible limitarlo a 20mm.

02.- El tamaño máximo deberá guardar relación con la distancia entre armaduras. Si fuera posible trabajar con tamaños superiores a 20-25 mm, no deberá excederse este tamaño ya que implica un elevado riesgo de bloqueo y segregación de la masa.

03.- Los mejores resultados globales se consiguen empleando tamaños máximos entre 12-16 mm.

04.- Las mejores propiedades autocompactantes sin bloqueos y elevada fluencia del hormigón se consiguen con gravas rodadas. Las formas lamosas dificultan que el hormigón fluya adecuadamente y aumentan el riesgo de bloqueo.

## 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Se aplicarán todas las indicaciones recogidas en el Artículo 20.51.

02.- Según establece la ITCP se utilizarán preferentemente amasadoras fijas para hormigones con características especiales. Es importante que la hormigonera esté en buenas condiciones mecánicas y que se asegure una carga completa y una mezcla uniforme de los materiales gruesos.

03.- El tiempo necesario para lograr una mezcla completa del hormigón autocompactante puede ser mayor que el de un hormigón convencional. Según establece la

04.- Para evitar la formación de “bolas” no mezcladas de material (especialmente en el amasado con camiones hormigonera) se recomienda dosificar el hormigón a menor consistencia que la requerida para que sea autocompactante y amasar hasta que la pasta quede uniforme. La adición posterior del agua restante con el aditivo superplastificante incrementará la consistencia evitando la formación de “bolas”.

05.- Se encuentra prohibido añadir agua al hormigón en obra.

06.- Por las características especiales de este hormigón es conveniente la combinación de incorporación de aditivos en planta y en obra, bajo el control del fabricante del hormigón.

07.- En el caso de transportes largos, se prestará especial atención a los factores que afecten a la prehidratación, dosificando en caso necesario aditivos estabilizantes. Se tendrá en cuenta el tiempo de transporte, el tiempo de espera y el tiempo de aplicación, así como las temperaturas elevadas.

08.- La puesta en obra, el curado y el control del hormigón se debe realizar siguiendo las particularidades dispuestas en la instrucción de hormigón vigente para el hormigón autocompactante. En particular, la docilidad del hormigón debe medirse mediante la propiedad de autocompacidad.

## 5.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Se recepcionará según lo dispuesto en el Artículo 20.51.

## 6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## ARTÍCULO 20.56.- MORTERO AUTONIVELANTE O GROUT

---

### 1.- DEFINICIÓN

01.- Un mortero autonivelante o grout es aquel mortero que presenta una consistencia fluida y una retracción compensada.

02.- El mortero autonivelante o grout está especialmente indicado para el relleno de elementos estructurales, como anclajes.

### 2.- CONDICIONES GENERALES

01.- Según el uso, serán de aplicación las prescripciones recogidas en los Artículos 20.52 o 20.54.

02.- Las características que debe presentar el mortero son las siguientes:

- Retracción compensada por expansión
- Consistencia fluida sin segregación ni sangrado una vez amasado
- Elevadas resistencias iniciales y endurecido
- Gran adherencia

03.- La consistencia fluida se deberá conseguir por la dosificación del mortero, en la que se emplearán los aditivos necesarios. En ningún caso se empleará más agua de la indicada por el fabricante para conseguir una consistencia fluida.

04.- Se almacenará en su envase original cerrado, al abrigo de la intemperie y la humedad.

05.- El soporte debe estar limpio, firme, rugoso y libre de aceites, grasas, pinturas, restos de aceites desencofrantes, polvo, etc.

06.- Se seguirán las indicaciones del fabricante en el proceso de mezcla, aplicación y curado.

07.- Una vez vertido el mortero se debe proteger del sol y del viento.

### 3.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Se recepcionará según lo dispuesto en el Artículo 20.52 o en el Artículo 20.54, según el uso.

### 4.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono del mortero autonivelante o grout se realizará según lo indicado para la unidad de obra de que forme parte.

## CAPÍTULO 21.- MATERIALES PÉTREOS Y CERÁMICOS

### Sección 1ª.

## MATERIALES PÉTREOS

### ARTÍCULO 21.11.- PIEDRA NATURAL

#### 1.- DEFINICIONES

01.- Las piezas de piedra natural podrán proceder de canteras explotadas a cielo abierto o en minas. Se utilizan para obras de fábrica, pavimentación y revestimientos. Las piedras para trabajos de cantería se definen según se indica a continuación.

02.- Mampuestos. Se denominan mampuestos a las piedras de pequeñas dimensiones, de forma más o menos irregular, nada o apenas desbastadas, que puedan ser fácilmente manejadas por un solo hombre. Su peso oscila, según sus medidas y naturaleza, entre 15 y 25 kg, lo que supone un volumen del orden de una centésima de metro cúbico.

#### 03.- Sillarejos.

- Sillarejos aplantillados. Se denominan sillarejos aplantillados a las piezas manejables a mano, de volumen y peso análogos al de los mampuestos, de forma aproximadamente prismática recta, con una o más caras labradas y uniformes de tamaño, dentro de la hilada o aparejo de la fábrica en que se colocan.
- Sillarejos toscos. Se denominan sillarejos toscos a las piezas manejables a mano, de volumen y peso análogos al de los mampuestos y que, teniendo una forma aproximadamente prismática recta, no tengan cara alguna labrada.

04.- Sillares. Se denominan sillares las piezas de piedra de dimensiones tales, que exijan el empleo de útiles y mecanismos para su traslado y empleo, con una o más caras labradas. Sus medidas rebasan los 40 cm, en dos direcciones al menos, cuando sean prismáticas rectas o se aproximan por exceso a esta cantidad, cuando sean aplantilladas. Su volumen es, aproximadamente, de una vigésima parte de metro cúbico y su peso oscila, según sus medidas y naturaleza, entre los 75 y los 150 kg.

05.- Piezas de labra. Se denominan piezas de labra aquellas piezas de considerables dimensiones, para cuyo traslado y empleo son imprescindibles útiles y mecanismos poderosos, y cuyas caras y contornos están trabajados y labrados, de acuerdo con su destino constructivo u ornamental.

06.- Chapas. Se denominan chapas aquellas piezas de piedra de corta cola o entrega, labradas por su frente y cuatro costados, destinadas a cubrir y revestir un frente de fábrica de ladrillo, hormigón, mampostería u otros materiales.

07.- Losas. Se denominan losas a las piezas llanas y de poco espesor, labradas al menos por una cara, y que se utilicen para solar.

#### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- UNE-EN 771-6. Especificación de piezas para fábrica de albañilería. Parte 6: Piezas de albañilería de piedra natural.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Las piedras, con arreglo al tamaño de su grano, se clasifican en las siguientes clases:

- De grano muy fino. Cuando su diámetro esté comprendido entre 0,2 mm y 0,4 mm.
- De grano fino. Cuando su diámetro esté comprendido entre 1 mm y 2 mm.
- De grano grueso. Cuando su diámetro esté comprendido entre 2 mm y 4 mm.
- De grano muy grueso. Cuando su diámetro sea superior a 4 mm.

02.- Las piedras, con arreglo a su dureza, se clasifican en las siguientes clases:

- Piedras blandas. Aquellas que se pueden cortar con sierra ordinaria de dientes.
- Piedras semiduras. Aquellas que para su corte exigen sierras de dientes de especial dureza.
- Piedras duras. Aquellas que exigen el empleo de sierra de arena.
- Piedras muy duras. Las que exigen el empleo de sierras carborundo o análogas.

03.- Las piedras, según su origen y composición se clasifican básicamente en las siguientes clases:

- Granito. Roca cristalina de origen ígneo, compuesta esencialmente por cuarzo, feldespato y mica.
- Arenisca. Roca de origen sedimentario, constituida por arenas de cuarzo cuyos granos están unidos por materiales aglomerantes diversos como sílice, carbonato de calcio solo o unido al de magnesio, óxido de hierro, arcilla.
- Caliza. Roca cristalina de origen sedimentario, compuesta esencialmente de carbonato cálcico, al que pueden acompañar impurezas como arcillas, compuestos ferruginosos y arenas finamente divididas.
- Dolomía. Roca cristalina de origen sedimentario, compuesta por un carbonato doble de calcio y magnesio.
- Mármol. Roca caliza metamórfica, de textura compacta y cristalina, susceptible de buen pulimento y mezclada frecuentemente con sustancias que le proporcionan colores diversos, manchas o vetas. Con arreglo a su naturaleza, los mármoles se clasifican en:
  - Mármoles calizos. Corresponden a este tipo los mármoles sacaroideos, las calizas carbonatadas y los mármoles propiamente dichos, así como las lumaquelas y alabastros.
  - Mármoles silíceos. Corresponden a este tipo los jaspes y las serpentinias.

### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las piedras serán compactas, homogéneas y tenaces siendo preferibles las de grano fino.

02.- Las piedras carecerán de grietas o pelos, coqueras, restos orgánicos, nódulos o riñones, blandones, gabarros y no deberán estar atronadas por causa de los explosivos empleados en su extracción.

03.- Las piedras deberán tener la resistencia adecuada a las cargas permanentes o accidentales que sobre ellas hayan de actuar. En casos especiales podrán exigirse determinadas condiciones de resistencia a la percusión o al desgaste por rozamiento.

04.- Las piedras no deberán ser absorbentes ni permeables, no debiendo pasar la cantidad de agua absorbida del 4,5% de su volumen. Se determinará según la Norma UNE-EN 1925.

05.- La piedra deberá reunir las condiciones de labra en relación con su clase y destino, debiendo en general ser de fácil trabajo, incluyendo en éste el desbaste, labras lisa y moldeado.

06.- Las piedras presentarán buenas condiciones de adherencia para los morteros.



07.- Las piedras deberán poder resistir sin estallar a la acción del fuego. Según Decisión de la Comisión 96/603/CE, y sus posteriores modificaciones 2000/605/CE y 2003/424/CE, la piedra natural pertenece a las clases A1 y A1FL, sin necesidad de ensayo.

08.- Las piedras serán reconocidas por la Dirección de las Obras antes de su elevación y asiento, a cuyo efecto la piedra deberá presentarse en la obra con la debida antelación y en condiciones de que sea fácil el acceso a todas las piezas para que puedan ser reconocidas por todas sus caras.

09.- Las piedras se presentarán limpias de barro, yeso o de cualquier materia extraña que pueda disimular sus defectos o los desportillados que tengan o los remiendos hechos en las mismas. Además del examen óptico de las mismas, al objeto de apreciar el color, la finura del grano y la existencia de los defectos aparentes de las piedras, serán éstas reconocidas por medio de la maceta o martillo, con el fin de que por su sonido pueda apreciarse la existencia de los pelos y piedras u oquedades que puedan tener en su interior.

10.- Las piedras que tengan cualquiera de estos defectos serán desechadas.

11.- Si se tratase de piezas para uso como pavimento exterior, se ensayará su resistencia al deslizamiento, según la UNE-EN 14231. Se declarará siempre el índice USRV, exigiéndose un valor igual o superior a 45.

12.- En condiciones normales de uso, las piezas de piedra natural deberán mantener la resistencia al deslizamiento/resbalamiento.

13.- Las piezas para uso en exteriores deberán ser resistentes al hielo/deshielo. El fabricante debe declarar el número de ciclos que las unidades pueden resistir sin agrietarse, romperse, etc. Las piezas deberán ser ensayadas de acuerdo con la UNE-EN 12371.

## 5.- CONDICIONES ESPECIALES

### 5.1.- Piedras de granito

01.- Las piedras de esta clase serán, preferiblemente, de color gris azulado, o ligeramente rosado, pero siempre de color uniforme.

02.- Serán preferibles los granitos de grano regular no grueso y en los que predomine el cuarzo sobre el feldespato y sean pobres en mica.

03.- Bajo ningún concepto se tolerará el empleo de granitos que presenten síntomas de descomposición en sus feldespatos característicos. Se rechazarán también los granitos abundantes en feldespato y mica, por ser fácilmente descomponibles.

04.- La densidad será, como mínimo, de 2,6 kg/dm<sup>3</sup>, medida según la UNE-EN 1936.

05.- La resistencia a la compresión mínima, medida según la UNE-EN 1926, será de 100 MPa, debiendo rechazarse las piedras que presenten cargas de rotura inferiores.

06.- La resistencia a la flexión mínima, medida según la UNE-EN 12372, será de 10 MPa.

07.- La absorción máxima de agua, medida según la UNE-EN 1925 será del 1,4%.

### 5.2.- Piedras de arenisca

01.- Su color podrá variar entre el blanco y el ligeramente coloreado de amarillo, rojo, gris verdoso, etc., según los arrastres sufridos por la arena antes de constituirse la piedra.

02.- Serán ásperas al tacto, y las condiciones de dureza y resistencia variarán según la clase y la mayor o menor cantidad de agua de cantera que contengan, así como de la facilidad que presenten para desprenderse de ella.

03.- Serán preferidas por su dureza y compacidad las areniscas constituidas por granos de sílice, cementadas también con sílice, que son también las que resisten mejor la acción de los agentes atmosféricos. Se desecharán las areniscas con aglutinantes arcillosos, por descomponerse, en general, fácilmente. Humedeciendo estas areniscas, el olor acusa la existencia de arcilla.04.- En general, no se empleará ninguna piedra de esta clase sin previo análisis y ensayo de sus condiciones de naturaleza, resistencia, etc.

05.- La densidad será, como mínimo, de 2,4 kg/dm<sup>3</sup>, medida según la UNE-EN 1936.

06.- La resistencia a la compresión mínima, medida según la UNE-EN 1926, será de 30 MPa, debiendo rechazarse las piedras que presenten cargas de rotura inferiores.

07.- La resistencia a la flexión mínima, medida según la UNE-EN 12372, será de 8 MPa.

08.- La absorción máxima de agua será del 1,3%.

### 5.3.- Piedras de caliza

01.- Las piedras de esta clase serán de grano fino y color uniforme, no debiendo presentar grietas o pelos, coqueas, restos orgánicos ni nódulos o riñones.

02.- La composición de la caliza dependerá de su procedencia, prohibiéndose en general el empleo de aquellas que contengan sustancias extrañas en cantidad suficiente para llegar a caracterizarlas.

03.- Atendiendo a esta condición, serán rechazadas las excesivamente bituminosas y que acusen el exceso de betún por su color excesivamente oscuro y su olor característico desagradable.

04.- Serán asimismo desechadas las que contengan demasiada arcilla, por su característica heladicidad y su disgregación fácil en contacto con el aire.

05.- La densidad mínima será de 2,4 kg/dm<sup>3</sup>, medida según la UNE-EN 1936.

06.- La resistencia a la compresión mínima, medida según la UNE-EN 1926 será, de 40 MPa, debiendo rechazarse las piedras que presenten cargas de rotura inferiores.

07.- La resistencia a la flexión mínima, medida según la UNE-EN 12372, será de 7 MPa.

08.- La absorción máxima de agua será del 2%.

### 5.4.- Dolomía

01.- No producirá efervescencia en frío con el ácido clorhídrico diluido, pero sí en caliente.

02.- La densidad mínima será de 2 kg/dm<sup>3</sup>, medida según la UNE-EN 1936.

03.- La resistencia mínima de rotura a la compresión será de 40 MPa, medida según la UNE-EN 1926.

### 5.5.- Mármol

01.- El mármol deberá estar exento de los defectos generales señalados para toda clase de piedras, tales como pelos, grietas, coqueras, etc., bien sean debidos éstos defectos a trastornos en la formación de la masa o a la mala explotación de las canteras.

02.- Queda prohibido el empleo de mármoles procedentes de explotaciones y canteras donde se empleen explosivos de arranque.

03.- Serán rechazados asimismo aquellos mármoles que presenten su estructura masas terrosas.

04.- Los mármoles a emplear en exteriores tendrán condiciones de elasticidad suficientes para resistir a la acción de los agentes atmosféricos, sin deformarse ni quebrarse.

05.- Esta elasticidad deberá ser mínima en las piezas en que predomine con exceso una dimensión sobre las otras dos, tales como jambas, lápidas, etc.

06.- Los mármoles tendrán dureza proporcionada a su destino en obra, para que, conservando bien sus formas y aristas, presenten facilidades para la labra y el pulimento, no siendo tan duros que lleguen a dificultar su trabajo, ni tan blandos que se desmoronen con el roce.

07.- El mármol será examinado y clasificado cuidadosamente, a fin de que la obra resulte lo más perfecta posible; a este objeto, se clasificarán las chapas por trozos del mismo bloque, para que, al labrarlos del mismo modo, resulte simétrica la disposición del veteado.

08.- La empresa Contratista deberá presentar tres muestras, por lo menos, de cada clase de mármol; una tal como sale de la cantera; otra convenientemente pulimentada y otra completamente terminada y de forma y dimensiones semejantes a las que hayan de emplearse en obra.

09.- Para juzgar la pureza del material, se disolverá una pequeña cantidad de mármol, reducida a polvo, en ácido clorhídrico diluido en agua, en la proporción de una parte de peso de ácido clorhídrico por tres o cuatro de agua.

10.- Si el polvo queda disuelto completamente, indicará la ausencia de sílice y arcilla y, por consiguiente, que es puro el material.

11.- Si queda residuo que no disminuye al añadir nuevamente el ácido clorhídrico, este residuo, después de lavado, filtrado y seco, nos dará la cantidad de sustancias extrañas que contenga el mármol.

12.- La densidad mínima será de 2,5 kg/dm<sup>3</sup>, medida según la UNE-EN 1936.

13.- La resistencia a la compresión mínima, medida según la UNE-EN 1926, será de 60 MPa, debiendo rechazarse las piedras que presenten cargas de rotura inferiores.

14.- La resistencia a la flexión mínima, medida según la UNE-EN 12372, será de 7 MPa).

15.- La absorción máxima de agua, medida según la UNE-EN 1925, será del 1,6%.

### 6.- IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

01.- La descripción y denominación de una pieza de piedra natural debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Dimensiones nominales y la tolerancia (para piezas de albañilería de piedra natural dimensionadas).

- Denominación.
- Resistencia a la compresión media y las dimensiones y forma de la probeta ensayada.

02.- Deberán ir marcados sobre la pieza, el embalaje, el albarán o cualquier certificado suministrado por la pieza de albañilería:

- El nombre, marca comercial o cualquier otro medio de identificación el fabricante/suministrador.
- Los medios de identificación de las piezas de albañilería y los relativos a su descripción y denominación.

03.- El marcado CE es obligatorio, salvo en las excepciones previstas por el Reglamento de Productos de Construcción nº305/2011. Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento de Productos de Construcción nº305/2011. El símbolo del marcado CE debe mostrarse sobre el producto o si esto no es posible, en la etiqueta, en el embalaje o en la documentación comercial que le acompaña, por ejemplo, en el albarán de entrega). El símbolo del marcado CE debe ir acompañado por la información que aparece en el apartado ZA.3 del Anexo ZA de la UNE-EN 771-6.

04.- Los documentos que, obligatoriamente, el fabricante debe proporcionar en relación al marcado CE son:

- La etiqueta identificativa del marcado CE, tal como se establece en el punto 03.
- Declaración de Prestaciones según lo previsto en el Reglamento de Productos de Construcción nº305/2011
- Instrucciones e información de seguridad del producto en español

Adicionalmente, la Dirección de las Obras podrá exigir la documentación que sea necesaria para justificar todas las características exigidas.

05.- La empresa Contratista podrá aportar una marca o sello de calidad que acredite el cumplimiento de las características exigidas en este Pliego y que deberá ser aceptada por la Dirección de las Obras.

## 7.- CONTROL DE RECEPCIÓN

### 7.1.- Control documental

01.- En cada remesa de piezas de piedra natural que lleguen a obra se verificará que las características reseñadas en el albarán y en el marcado CE de la remesa corresponden a las especificadas en el proyecto.

02.- Para cada remesa, deberá comprobarse que tanto la documentación facilitada como el etiquetado son conformes con el apartado 6 de este artículo. Se comprobará que el número de identificación del producto del marcado CE coincide con el de la Declaración de Prestaciones facilitada por el fabricante.

### 7.2.- Control mediante inspección a pie de obra

01.- La empresa Contratista deberá presentar, previamente, una muestra de la piedra natural, completamente terminada y de forma y dimensiones semejantes a las que hayan de emplearse en obra, al objeto de comprobar si sus características aparentes se corresponden con las definidas en el proyecto.

02.- En cada partida que llegue a obra se verificará que el marcado y las características de las piezas de piedra natural corresponden a las especificadas en el Proyecto.

03.- Deberá comprobarse que las piezas de piedra natural no presentan síntomas evidentes de deterioro o pérdida de calidad. Se verificará específicamente que no presente grietas, desconchones ni exfoliaciones.

04.- En 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 cumplan las especificaciones establecidas en este Pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones y ensayos sobre las baldosas suministradas a la obra, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

05.- Cuando el producto marcado no haya sido sometido a una evaluación de la conformidad por una tercera parte se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos de recepción de acuerdo con el apartado 7.3 de este artículo.

06.- No se exigirá la comprobación mediante ensayos cuando las baldosas dispongan de un distintivo de calidad reconocido (certificación de producto). El distintivo de calidad deberá avalar su sujeción a lo establecido en las normas referidas en el punto 02, concedido por un evaluador de la conformidad con acreditación en vigor por ENAC o por un organismo nacional de acreditación radicado en otro estado miembro, con un esquema de evaluación tipo 4 según la UNE-EN ISO/IEC 17067. El distintivo de calidad deberá haber sido aceptado por la Dirección de la Obra previamente a la adquisición del producto. No obstante, en el uso de sus atribuciones la Dirección de Obra podrá disponer en cualquier momento de las comprobaciones y ensayos que puedan ser necesarios.

### 7.3.- Control mediante ensayos

01.- Los ensayos de control se realizarán sobre muestras extraídas del material acopiado en obra, para lo cual se dividirá la previsión total en lotes según el cuadro siguiente:

Tipo	Extensión del lote
Adoquines	500 m <sup>2</sup>
Bordillos	1.000 m
Rodapiés	1.000 m
Losas para suelos	1.000 m <sup>2</sup>
Placas para chapados	1.000 m <sup>2</sup>
Peldaños	500 ud

02.- Para cada muestra se realizarán como mínimo los siguientes ensayos:

- Controles dimensionales.
- Densidad aparente.
- Resistencia a flexión.
- Resistencia a compresión.
- Absorción de agua.
- Resistencia al deslizamiento (en caso de empleo en pavimento exterior).

## 8.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## ARTÍCULO 21.12.- PLACAS DE PIZARRA PARA CUBIERTAS

### 1.- DEFINICIONES

01.- Las placas de pizarra para cubiertas son hojas planas y delgadas obtenidas de rocas de pizarra procedentes de formaciones rocosas paleozoicas que se usan principalmente como material de recubrimiento en las cubiertas de los edificios por sus características estéticas y por sus propiedades impermeables y aislantes.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- EN 12326-1. Productos de pizarra y piedra natural para tejados inclinados y revestimientos. Parte 1: Especificaciones para pizarras y pizarras carbonatadas.

#### 2.2.- Normas básicas de referencia

01.- UNE 22190. Productos de piedra natural. Construcción de cubiertas inclinadas y revestimiento de paramentos verticales, con pizarra

02.- UNE-EN 12326-2. Productos de pizarra y piedra natural para tejados inclinados y revestimientos. Parte 2: Métodos de ensayo para pizarras y pizarras carbonatadas.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Por el color, las pizarras se clasifican en:

- Negras: Cuando el color de las placas sea predominantemente negro intenso.
- Grises: Aquellas pizarras cuyo color pueda describirse con el término gris como principal.
- De color especial: Cuando muestren un color especial muy característico (verdes, rojizas, etc.).

02.- Por su aspecto superficial, se distinguen los siguientes tipos:

- Lisas: Cuando regularmente la superficie de las placas no presenta ningún tipo de estrías, huellas o nudos.
- Estriadas: Son aquellas que presentan alineaciones o estrías apreciables, pero sin que resalten en la superficie de las placas.
- Rugosas: Son aquellas que regularmente tienen nudos, huellas, alineaciones o estrías que resaltan claramente en la superficie.

03.- Por su potencial alterabilidad, se clasifican en:

- P.A.C. (Pizarras poco alterables): No contienen inclusiones apreciables de minerales metálicos (pirita, pirrotina, marcasita, etc.) ni carbonatos en proporción superior al uno por ciento (1%). No sufrirán alteraciones apreciables tras los ensayos de ciclos de calentamiento y ataque con ácidos.
- P.A.I. (Pizarras de mediana alterabilidad): Son aquellas que contienen inclusiones de minerales metálicos no excesivamente inestables en ambientes contaminados y/o contenido en carbonatos de hasta un cinco por ciento (5%). Al someterlas a los ensayos de ciclos de calentamiento y ataque por ácido se pueden observar ligeras alteraciones en su aspecto superficial (decoloración, pigmentación difusa, etc.), pero sin que se registren variaciones bruscas en sus propiedades resistentes.
- P.A.S. (Pizarras muy alterables): Son aquellas que contienen inclusiones de minerales metálicos muy inestables en ambientes contaminados (pirita con pirrotina, marcasita, etc.) o contenido en carbonato

superior al cinco por ciento (5%). Todas aquellas pizarras que sufran alteraciones importantes en los ensayos de los ciclos de calentamiento y ataque con ácido serán clasificadas en este grupo.

#### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las pizarras de una misma partida tendrán un color uniforme, aunque pueden admitirse ligeras variaciones en los tonos propios del material.

02.- No presentarán nudos que sobresalgan más de la mitad del espesor de las placas.

03.- Las huellas o estrías no podrán tener una profundidad superior a la mitad del espesor de las placas.

04.- Las placas de pizarras no presentarán imperfecciones ni roturas que manifiestamente dañen su solidez.

05.- Las pizarras no deberán mostrar defectos achacables al labrado (bordes mal cortados, rotura de esquinas, exfoliación defectuosa, etc.).

06.- Las inclusiones de minerales metálicos (en granos agregados o bandas) en ningún caso atravesarán las placas.

07.- Se conocerá la composición mineralógica de las inclusiones observables en la superficie de las placas.

08.- Las pizarras de una misma partida procederán del mismo yacimiento.

09.- Las pizarras no tendrán contenido en materia carbonosa o arcilla superior al uno por ciento (1%), ni carbonatos en proporción superior al diez por ciento (10%).

10.- En el proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 12326-1, para los requisitos siguientes:

- Pizarras y pizarras carbonatadas para tejados:
  - Resistencia mecánica
  - Comportamiento frente al fuego externo
  - Reacción al fuego
  - Permeabilidad al agua
  - Variación dimensional:
    - Espesor nominal
    - Espesor individual
    - Desviación de la longitud y anchura
    - Desviación de la linealidad de las aristas
    - Desviación de la ortogonalidad
  - Emisión de sustancias peligrosas
  - Durabilidad:
    - Absorción de agua
    - Resistencia a la heladicidad
    - Ensayo de ciclo térmico
    - Contenido aparente de carbonato cálcico
    - Ensayo de exposición al dióxido de azufre
    - Contenido en carbono no carbonatado
    - Defectos
- Pizarras y pizarras carbonatadas para revestimiento discontinuo:
  - Comportamiento frente al fuego externo
  - Reacción al fuego



- Permeabilidad al agua
- Emisión de sustancias peligrosas
- Emisión de sustancias peligrosas
- Durabilidad:
  - Absorción de agua
  - Resistencia a la heladicidad
  - Ensayo de ciclo térmico
  - Contenido aparente de carbonato cálcico
  - Ensayo de exposición al dióxido de azufre
  - Contenido en carbono no carbonatado
  - Defectos

## 5.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

01.- Los fabricantes indicarán las dimensiones y tolerancias admisibles en cada tipo de productos.

02.- En ningún caso las placas presentarán espesores de cincuenta por ciento en más o en menos ( $\pm 50\%$ ) del "espesor nominal" correspondiente a su partida.

03.- Las placas de pizarra no tendrán una curvatura superior al uno y medio por ciento (1,5%). Las pizarras con mayor curvatura pueden ser elementos para aplicaciones especiales.

## 6.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

01.- El peso de las placas no mostrará variaciones superiores al diez por ciento (10%) respecto del "peso nominal" que le corresponda a la partida, frente al ataque de los ácidos.

02.- El peso específico aparente no será inferior a dos con seis gramos por centímetro cúbico (2,6 g/cm<sup>3</sup>).

03.- Las placas de pizarra no tendrán un grado de absorción de agua superior al tres por ciento (3%).

04.- Las pizarras secas y sin haber sufrido ningún proceso de alteración no podrán tener un módulo de rotura a flexión inferior a doscientos noventa (290) kg/cm<sup>2</sup>.

05.- Las pizarras embebidas en agua no mostrarán alteraciones visibles apreciables ni un módulo de rotura inferior en un veinte por ciento (20%) respecto de las secas.

06.- Las pizarras no presentarán alteraciones importantes ni pérdidas de peso superior al tres por ciento (3%) del ensayo de resistencia a las heladas.

07.- Las pizarras después de sometidas al ensayo de resistencia a los cambios térmicos mostrarán un módulo de rotura no inferior en un veinte por ciento (20%) al de las secas.

08.- Las pizarras con más del cinco por ciento (5%) de carbonatos tendrán un espesor nominal no inferior a cinco milímetros (5 mm).

## 7.- IDENTIFICACIÓN

01.- Cada partida se definirá por su calificación correspondiente, que incluya las características y propiedades que identifiquen el material.

## 8.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Será obligatorio que las placas de pizarra para cubiertas cuenten con marcado CE, salvo en las excepciones previstas por el Reglamento de Productos de Construcción nº305/2011. El número de identificación del producto del marcado CE debe coincidir con el de la Declaración de Prestaciones que debe ser facilitada por el fabricante.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y este PCTG.

05.- Sin perjuicio de lo anterior, la Dirección de Obra podrá exigir comprobaciones de aquellas características señaladas en el presente Artículo o en el PPTP, que juzgue pertinentes.

06.- Los ensayos de control se realizarán sobre muestras extraídas del material, para lo que se dividirá la previsión total en 2 lotes de 1000 m<sup>2</sup> de extensión o fracción.

07.- En el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinada “Marca de Calidad”, concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo establecido en el Artículo 15.52.

08.- El fabricante aportará las fichas técnica y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

## 9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## ARTÍCULO 21.13.- ADOQUINES DE PIEDRA NATURAL

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Adoquín: Pequeña unidad para pavimentación de piedra natural, en la que la anchura nominal no sobrepasa el doble de su espesor y la longitud no sobrepasa el doble de la anchura. El espesor nominal mínimo es de 50 mm.

02.- Estas especificaciones no son aplicables a los accesorios complementarios.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- UNE-EN 1342. Adoquines de piedra natural para uso como pavimento exterior. Requisitos y métodos de ensayo.

### 3.- CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN

01.- La clasificación y designación de los adoquines de hormigón se compondrá de los siguientes términos:

- Referencia al producto mediante el texto "Adoquines de piedra natural".
- Norma de aplicación, UNE-EN 1342.
- Tratamiento superficial de la piedra (si lo hubiera).
- Dimensiones nominales expresadas en cm separadas por el símbolo "x".
- Resistencia al desgaste por abrasión, según uso.
- Resistencia a flexión y a compresión.
- Resistencia al deslizamiento / resbalamiento.
- Resistencia al hielo / Deshielo.
- Características petrográficas.

### 4.- MATERIALES

01.- Los adoquines deberán ser de granito, cumpliendo con las condiciones señaladas en el Artículo 21.11 "Piedra natural" del presente pliego y lo establecido para ellos por la UNE-EN 1342.

### 5.- REQUISITOS DIMENSIONALES

#### 5.1.- Generalidades

01.- En urbanización se emplearán las dimensiones previstas en la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

#### 5.2.- Dimensiones nominales

01.- Las dimensiones nominales deben ser declaradas por el fabricante.

02.- En el caso de adoquines de piedra labrada, su cara superior será plana, y sus bordes no estarán rotos ni desgastados; tendrán unas medidas de 18 a 20 cm de largo, y 9 a 11 cm de ancho. El tizón será de 14 a 16 cm. La cara inferior tendrá como medidas 5/6 de las homólogas de la superior.

03.- Los ángulos de fractura presentarán aristas vivas.

### 5.3.- Desviaciones permitidas

01.- La desviación de las dimensiones nominales en planta debe cumplir con lo indicado en el cuadro 21.13.1.

CUADRO 21.13.1.- DESVIACIONES EN LAS DIMENSIONES NOMINALES EN PLANTA

Entre dos caras con corte en bruto	±15 mm
Entre una cara texturaza y una cara con corte en bruto	±10 mm
Entre dos caras texturadas	±5 mm

02.- La desviación del espesor nominal debe cumplir con lo indicado en el cuadro 21.13.2.

CUADRO 21.13.2.- DESVIACIONES DEL ESPESOR NOMINAL

	Clase 1	Clase 2
Designación marcado	T1	T2
Entre dos caras con corte en bruto	±30 mm	±15 mm
Entre una cara texturaza y una cara con corte en bruto	±30 mm	±10 mm
Entre dos caras texturadas	±30 mm	±5 mm

03.- Cuando los adoquines se disponen en formas radiales no sólo se requieren adoquines cúbicos sino también un cierto número de adoquines trapezoidales y rectangulares. Para los adoquines previstos para este uso, la entrega puede incluir un máximo del 10% de adoquines cuyas dimensiones sobrepasen en más de 10 mm las desviaciones admisibles. En todos los casos, la altura de los adoquines debe ser la requerida. Si los adoquines no van a disponerse radialmente, esto debe indicarse en el momento de realizar el pedido.

04.- La desviación en la perpendicularidad del rebaje con respecto a una cara lateral no debe exceder en 15 mm con respecto a la cara considerada.

05.- Las protuberancias y cavidades superficiales no deben sobrepasar las desviaciones indicadas en el cuadro 21.13.3.

CUADRO 21.13.3.- DESVIACIONES DE LAS IRREGULARIDADES EN LA SUPERFICIE

Bastas	Texturadas
5 mm	3 mm

## 6.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

### 6.1.- Generalidades

01.- Los adoquines deben cumplir los siguientes requisitos cuando sean declarados conformes para su uso por el fabricante.

#### 6.2.- Resistencia a flexión

01.- La resistencia a flexión se determina mediante el ensayo descrito en la UNE-EN 12372. La resistencia a flexión mínima será de 10 MPa.

#### 6.3.- Resistencia a compresión

01.- La resistencia a compresión se determina mediante el ensayo descrito en la UNE-EN 1926. La resistencia a compresión mínima será de 100 MPa.

#### 6.4.- Resistencia al desgaste por abrasión

01.- La resistencia al desgaste por abrasión se determina mediante el ensayo descrito en la UNE-EN 14157. El desgaste individual no será mayor que los valores indicados, según usos, en el cuadro 21.13.4.

CUADRO 21.13.4.- DESGASTE POR ABRASIÓN

USOS	ANCHURA DE LA HUELLA (mm)
Individual	≤26
Normal	≤24
Colectivo intenso y lento	≤22
Colectivo intenso rápido	≤20

#### 6.5.- Absorción de agua

01.- El valor de la absorción de agua se determina mediante el ensayo descrito en la UNE-EN 1925. La absorción máxima de agua será del 1,4%.

#### 6.6.- Resistencia al deslizamiento

01.- La resistencia al deslizamiento/resbalamiento (índice USRV) se determina mediante el ensayo descrito en la UNE-EN 14231.

02.- Se declarará siempre el índice USRV, exigiéndose un valor igual o superior a 45.

03.- En condiciones normales de uso, los adoquines de piedra natural deberán mantener la resistencia al deslizamiento/resbalamiento durante toda su vida útil.

#### 6.7.- Resistencia al hielo/deshielo

01.- *Se deberán someter a los adoquines de piedra natural a 56 ciclos de congelación, de acuerdo a la UNE-EN 12371. Los requisitos a cumplir serán los especificados en el cuadro 21.13.5.*

CUADRO 21.13.5.- RESISTENCIA AL HIELO DESHIELO

Requisito	Clase 1
Designación marcado	F1
Requisito	Resistente (≤ 20 % de cambio en la resistencia a la compresión)

## 6.8.- Características petrográficas

**01.- Se proporcionará por parte del fabricante un informe del tipo de piedra, que también incluirá su descripción petrográfica según la UNE-EN 12407.**

## 7.- ASPECTOS VISUALES

01.- Los adoquines cumplirán lo establecido en la UNE-EN 1342. Su comprobación se realizará según se establece en dicha norma.

### 7.1.- Apariencia

01.- La piedra es producto natural lo que implica variaciones de color, veteado y textura.

02.- Los adoquines deben mostrar la tonalidad general y el acabado de la piedra natural, lo que implica que exista una uniformidad total en el color y el veteado.

03.- La empresa Contratista deberá presentar, previamente, una muestra de referencia que consistirá en un cierto número de adoquines de piedra natural de suficiente tamaño para mostrar la apariencia superficial y la apariencia aproximada con respecto al color, el tipo de veta, la estructura física y el acabado superficial.

04.- Todas las características que se presentan en la muestra de referencia se deben considerar típicas de la piedra y no como defectos, por tanto, no se deben utilizar como motivo de rechazo, a no ser que su concentración sea excesiva y se pierdan las características típicas de la piedra.

## 8.- IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

01.- Los adoquines deben embalarse de manera que se eviten daños en el transporte, manipulación y almacenamiento y que cualquier fleje metálico utilizado sea resistente a la corrosión.

02.- Los adoquines deben estar limpios antes de embalarse.

03.- La siguiente información debe suministrarse bien en el embalaje o bien en el albarán de entrega:

- Nombre petrográfico de la piedra.
- Nombre comercial de la piedra.
- Nombre y la dirección del proveedor.
- Nombre y la localización de la cantera.
- Nombre, número y fecha de la Norma UNE-EN1342.
- Cantidad y dimensiones de los adoquines.
- Valores declarados o las clases de marcado (resistencia a hielo/deshielo, resistencia a rotura a compresión, resistencia a la abrasión, resistencia al deslizamiento).
- Otra información, como tratamientos superficiales químicos.

04.- El marcado CE es obligatorio para los adoquines de piedra natural, salvo en las excepciones previstas por el Reglamento de Productos de Construcción nº305/2011. Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento de Productos de Construcción nº305/2011. El marcado CE debe aparecer en el embalaje y/o en la documentación comercial que acompañe al producto. El símbolo del marcado CE debe ir acompañado por la información que aparece en el apartado ZA.3 del Anexo ZA de la UNE-EN 1342.

05.- Los documentos que, obligatoriamente, el fabricante debe proporcionar con relación al marcado CE son:

- La etiqueta identificativa del marcado CE, tal como se establece en el punto 03.
- Declaración de Prestaciones según lo previsto en el Reglamento de Productos de Construcción nº305/2011
- Instrucciones e información de seguridad del producto en español

Adicionalmente, la Dirección de las Obras podrá exigir la documentación que sea necesaria para justificar todas las características exigidas.

06.- La empresa Contratista podrá aportar una marca o sello de calidad que acredite el cumplimiento de las características exigidas en este Pliego y cuya validez decidirá la Dirección de las Obras.

## 9.- CONTROL DE RECEPCIÓN

### 9.1.- Control documental

01.- En cada remesa de adoquines que lleguen a obra se verificará que las características reseñadas en el albarán y en el marcado CE de la remesa corresponden a las especificadas en el proyecto.

02.- Para cada remesa, deberá comprobarse que tanto la documentación facilitada como el etiquetado son conformes con el apartado 8 de este artículo. Se comprobará que el número de identificación del producto del marcado CE coincide con el de la Declaración de Prestaciones facilitada por el fabricante.

### 9.2.- Control mediante inspección a pie de obra

01.- En cada partida que llegue a obra se verificará que el marcado y las características de los adoquines corresponden a las especificadas en el Proyecto.

02.- Deberá comprobarse que los adoquines no presentan síntomas evidentes de deterioro o pérdida de calidad. Se verificará específicamente que no presente grietas, desconchones ni exfoliaciones.

03.- En 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 cumplan las especificaciones establecidas en este Pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones y ensayos sobre los adoquines suministrados a la obra, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

04.- Cuando el producto marcado no haya sido sometido a una evaluación de la conformidad por una tercera parte se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos de recepción de acuerdo con el apartado 9.3 de este artículo.

05.- No se exigirá la comprobación mediante ensayos cuando los adoquines dispongan de un distintivo de calidad reconocido (certificación de producto). El distintivo de calidad deberá avalar su sujeción a lo establecido en las normas referidas en el punto 02, concedido por un evaluador de la conformidad con acreditación en vigor por ENAC o por un organismo nacional de acreditación radicado en otro estado miembro, con un esquema de evaluación tipo 4 según la UNE-EN ISO/IEC 17067. El distintivo de calidad deberá haber sido aceptado por la Dirección de la Obra previamente a la adquisición del producto. No obstante, en el uso de sus atribuciones la Dirección de Obra podrá disponer en cualquier momento de las comprobaciones y ensayos que puedan ser necesarios.

### 9.3.- Control mediante ensayos

01.- Se fijará un lote por cada 1.000 m<sup>2</sup> o fracción suministrada en caso de que el producto no haya sido sometido a una evaluación de conformidad por una tercera parte.

02.- La muestra debe ser representativa del lote, tomándose de una sola operación y al azar. Esta deberá ser suficiente para la totalidad de los ensayos previstos, evitando así muestreos posteriores.

03.- Para cada muestra se determinarán las características técnicas que se establecen en la UNE-EN 1342. Considerándose como ensayos preceptivos los siguientes:

- Control dimensional.
- Resistencia a compresión.
- Absorción de agua.
- Resistencia al desgaste por abrasión.
- Resistencia al deslizamiento.

04.- Adicionalmente, la Dirección de las Obras podrá exigir la realización de los siguientes ensayos:

- Aspecto.
- Resistencia al hielo/deshielo.
- Resistencia a flexión.
- Descripción petrográfica.

05.- Si los resultados obtenidos cumplen las prescripciones exigidas para cada una de las características, se aceptará el lote y de no ser así, la Dirección de las Obras decidirá su rechazo o depreciación a la vista de los ensayos realizados.

### 10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, los adoquines se abonarán por metros cuadrados realmente suministrados.



## ARTÍCULO 21.14.- BORDILLOS DE PIEDRA NATURAL

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Los bordillos de piedra natural son elementos de piedra, con una longitud superior a 300 mm, destinados a separar superficies del mismo o diferente nivel, para proporcionar:

- Separación entre superficies sometidas a distintos tipos de tráfico.
- Canales de desagüe, individualmente o en combinación con otros bordillos.
- Confinamiento o delimitación física o visual.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- UNE-EN 1343. Bordillos de piedra natural para uso como pavimento exterior. Requisitos y métodos de ensayo.

### 3.- CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN

01.- La clasificación y designación de los bordillos de piedra se compondrá de los siguientes términos:

- Referencia al producto mediante el texto "Bordillos de piedra natural".
- Norma de aplicación, UNE-EN 1343.
- Acabado superficial: La cara vista de los Tratamiento superficial de la piedra (si lo hubiera).
- Forma: Rectos; Curvos (cóncavo o convexo).
- Resistencia a flexión y compresión.
- Resistencia al desgaste por abrasión.
- Resistencia a hielo / deshielo.
- Resistencia al deslizamiento / resbalamiento.
- Formato, indicando sus medidas nominales expresadas en cm separadas por el símbolo "X".
- Características petrográficas.

### 4.- MATERIALES

01.- Los bordillos deberán ser de granito, cumpliendo con las condiciones señaladas en el Artículo 21.11 "Piedra natural" del presente pliego y lo establecido para ellos por la UNE-EN 1343.

02.- En urbanización se emplearán los materiales previstos en la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

### 5.- REQUISITOS DIMENSIONALES

#### 5.1.- Generalidades

01.- Los bordillos deben suministrarse con dimensiones libres. Para los bordillos curvados, la longitud corresponde con la circunferencia de la cara vista.

02.- Los acabados de los bordillos curvados deben ser radiales.

03.- Los bordillos curvados deben identificarse por el radio de la cara vertical. La longitud total de un cierto número de bordillos curvados debe medirse sin incluir las uniones sobre el borde común a las caras visibles.

04.- La longitud mínima de un bordillo curvo debe ser de 500 mm.

05.- La longitud mínima de las piezas será de 1 m aunque en suministros grandes se admitirá que el 10% de las piezas tenga una longitud comprendida entre 60 cm y 1 m. Las secciones extremas deberán ser normales al eje de la pieza.

06.- La sección transversal de los bordillos curvos será la misma que la de los rectos y su directriz se ajustará a la curvatura del elemento constructivo en que vayan a ser colocados.

07.- Las partes vistas de los bordillos deberán estar labradas con puntero o escoda y las operaciones de labra se terminarán con bujarda media. Los 2 cm superiores de las caras inferiores se labrarán a cincel. El resto del bordillo se trabajará a golpe de martillo, refinándose a puntero las caras de junta, hasta obtener superficies aproximadamente planas y normales a la directriz del bordillo.

## 5.2.- Dimensiones nominales

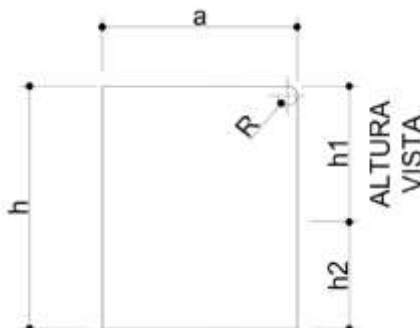
01.- Las dimensiones nominales deben ser declaradas por el fabricante.

02.- Las longitudes de los bordillos rectos y curvos (distancia entre las dos caras extremas sin incluir el espesor de las juntas) se ajustarán a lo establecido en el cuadro 21.14.1.

CUADRO 21.14.1.- DIMENSIONES NOMINALES (cm)

Tipo	Altura (h)	Altura vista (h1)	Altura oculta (h2)	Anchura (a)	Radio (R)
gI	30	14	16	20	1
gII	25	14	11	30	1
gIII	25	14	11	20	1
gIV	20	10	10	9	1
gV	20	20	0	10	0,5
gVI	20	20	0	20	0
gVII	10	10	0	20	0

FIGURA 21.14.3.- LEYENDA DE NOMECLATURA GENERAL PARA BORDILLOS



## 5.3.- Desviaciones permitidas

01.- La desviación admisible de la altura y anchura nominales totales, deben ser conformes al cuadro 21.14.2.

CUADRO 21.14.2.- DESVIACIÓN DE LA ANCHURA Y ALTURA TOTAL NOMINAL

Localización	Anchura	Altura	
		Clase 1	Clase 2
Designación marcado		H1	H2
Entre dos caras con corte en bruto	±10 mm	±30 mm	±20 mm
Entre una cara texturada y otra cara con corte en bruto	±5 mm	±20 mm	±10 mm
Entre dos caras texturadas	±3 mm	±10 mm	±5 mm

02.- La desviación admisible en el biselado de los bordillos biselados debe ser conforme al cuadro 21.14.3.

CUADRO 21.14.3.- DESVIACIÓN EN EL BISELADO O REBAJADO

	Clase 1	Clase 2
Designación marcado	D1	D2
Cortado	±5 mm	±2 mm
Corte en bruto	±15 mm	±15 mm
Texturado	±5 mm	±5 mm

03.- La desviación admisible entre las caras de bordillos rectos debe ser conforme al cuadro 21.14.4.

CUADRO 21.14.4.- DESVIACIÓN ENTRE LAS CARAS DE BORDILLOS RECTOS

	Corte en bruto	Texturado
Borde recto paralelo al plano de la cara superior	±6 mm	±3 mm
Borde recto perpendicular al plano de los 3 mm superiores	±6 mm	±3 mm
Perpendicularidad entre la cara superior y la caras frontales, cuando sean rectangulares	±10 mm	±7 mm
Deformación de la cara superior	±10 mm	±5 mm
Perpendicularidad entre la cara superior y la vertical	Todos los bordillos ±5 mm	

04.- El radio de curvatura de un bordillo con corte en bruto o texturado, respecto de la cara mecanizada debe estar en el intervalo del 2% del valor declarado. Se debe comprobar el cumplimiento de la curvatura de los bordillos en la cara mecanizada con respecto a la forma requerida mediante la correspondiente plantilla, la desviación en cualquier punto debe cumplir con las tolerancias indicadas en la tabla 21.14.2.

05.- La superficie de los bordillos debe estar libre de agujeros. Los límites de las protuberancias y cavidades superficiales deben ser conformes al Cuadro 21.14.5.

CUADRO 21.14.5.- DESVIACIÓN DE LAS IRREGULARIDADES EN LA SUPERFICIE

	Caras frontal y posterior	Cara vertical
Corte en bruto	+10 mm,- 15 mm	+3 mm,- 10 mm
Textura gruesa	+5 mm,-10 mm	+3 mm,-10 mm
Textura fina	+3 mm,-3 mm	+3 mm,-3 mm

Las tolerancias no se deben sumar unas con otras, por ejemplo, las tolerancias de las irregularidades y la de la perpendicularidad.

## 6.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

### 6.1.- Generalidades

01.- Los bordillos deben cumplir los siguientes requisitos cuando sean declarados conformes para su uso por el fabricante.

### 6.2.- Resistencia a flexión

01.- La resistencia a flexión se determina mediante el ensayo descrito en la UNE-EN 12372. La resistencia a flexión mínima será de 10 MPa.

### 6.3.- Resistencia a compresión

01.- La resistencia a compresión se determina mediante el ensayo descrito en la UNE-EN 1926 La resistencia a compresión mínima será de 100 MPa.

### 6.4.- Resistencia al desgaste por abrasión

01.- La resistencia al desgaste por abrasión se determina mediante el ensayo descrito en la UNE-EN 14157. El desgaste individual no será mayor que los valores indicados, según usos, en el cuadro 21.14.6.

CUADRO 21.14.6.- DESGASTE POR ABRASIÓN

USOS	ANCHURA DE LA HUELLA (mm)
Individual	≤26
Normal	≤24
Colectivo intenso y lento	≤22
Colectivo intenso rápido	≤20

### 6.5.- Absorción de agua

01.- El valor de la absorción de agua se determina mediante el ensayo descrito en la UNE-EN 13755. La absorción máxima de agua será del 1,4%.

#### 6.6.- Resistencia al deslizamiento

01.- La resistencia al deslizamiento/resbalamiento (índice USRV) se determina mediante el ensayo descrito en la UNE-EN 14231.

02.- Se declarará siempre el índice USRV, exigiéndose un valor igual o superior a 45.

03.- En condiciones normales de uso, los bordillos de piedra natural deberán mantener la resistencia al deslizamiento/resbalamiento durante toda su vida útil.

#### 6.7.- Resistencia al hielo/deshielo

01.- *Se deberán someter a los bordillos a 56 de congelación, de acuerdo a la UNE-EN 12371. Los requisitos a cumplir serán los especificados en el cuadro 21.14.7.*

**CUADRO 21.14.7.- RESISTENCIA AL HIELO DESHIELO**

<i>Requisito</i>	<i>Clase 1</i>
<i>Designación marcado</i>	<i>F1</i>
<i>Requisito</i>	<i>Resistente (<math>\leq 20</math> % de cambio en la resistencia a la a compresión)</i>

#### 6.8.- Características petrográficas

01.- *Se proporcionará por parte del fabricante un informe del tipo de piedra, que también incluirá su descripción petrográfica según la UNE-EN 12407.*

#### 7.- ASPECTOS VISUALES

01.- Los bordillos cumplirán lo establecido en la UNE-EN 1343. Su comprobación se realizará según se establece en dicha norma.

##### 7.1.- Apariencia

01.- La piedra es producto natural lo que implica variaciones de color, veteado y textura.

02.- Los bordillos deben mostrar la tonalidad general y el acabado de la piedra natural, lo que implica que exista una uniformidad total en el color y el veteado.

03.- La empresa Contratista deberá presentar, previamente, una muestra de referencia que consistirá en un número adecuado de bordillos de piedra natural de suficiente tamaño para mostrar la apariencia superficial y la apariencia aproximada con respecto al color, el tipo de veta, la estructura física y el acabado superficial.

#### 8.- IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

01.- Los bordillos deben embalarse de manera que se proporcione una protección adecuada, sólida y duradera, de manera que se eviten daños en el transporte, manipulación y almacenamiento, y que cualquier fleje metálico utilizado sea resistente a la corrosión.

La siguiente información debe suministrarse bien en el embalaje o bien en el albarán de entrega:

- Nombre petrográfico de la piedra.
- Nombre comercial de la piedra.

- Nombre y la dirección del proveedor.
- Nombre y la localización de la cantera.
- Nombre, número y fecha de la Norma UNE-EN 1343
- Valores declarados o las clases de marcado (resistencia a hielo/deshielo, resistencia a rotura a compresión, resistencia a la abrasión, resistencia al deslizamiento).
- Otra información, como tratamientos superficiales químicos.

02.- El marcado CE es obligatorio para los bordillos de piedra natural, salvo en las excepciones previstas por el Reglamento de Productos de Construcción nº305/2011. Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento de Productos de Construcción nº305/2011. El marcado CE debe aparecer en el embalaje y/o en la documentación comercial que acompañe al producto. El símbolo del marcado CE debe ir acompañado por la información que aparece en el apartado ZA.3 del Anexo ZA de la Norma UNE-EN 1343.

03.- Los documentos que, obligatoriamente, el fabricante debe proporcionar en relación al marcado CE son:

- La etiqueta identificativa del marcado CE, tal como se establece en el punto 02.
- Declaración de Prestaciones según lo previsto en el Reglamento de Productos de Construcción nº305/2011
- Instrucciones e información de seguridad del producto en español

Adicionalmente, la Dirección de las Obras podrá exigir la documentación que sea necesaria para justificar todas las características exigidas.

04.- La empresa Contratista podrá aportar una marca o sello de calidad que acredite el cumplimiento de las características exigidas en este Pliego y cuya validez decidirá la Dirección de las Obras.

## 9.- CONTROL DE RECEPCIÓN

### 9.1.- Control documental

01.- En cada remesa de bordillos que lleguen a obra se verificará que las características reseñadas en el albarán y en el marcado CE de la remesa corresponden a las especificadas en el proyecto.

02.- Para cada remesa, deberá comprobarse que tanto la documentación facilitada como el etiquetado son conformes con el apartado 8 de este artículo. Se comprobará que el número de identificación del producto del marcado CE coincide con el de la Declaración de Prestaciones facilitada por el fabricante.

### 9.2.- Control mediante inspección a pie de obra

01.- En cada partida que llegue a obra se verificará que el marcado y las características de los bordillos corresponden a las especificadas en el proyecto.

02.- Se deberá comprobar que los bordillos no presentan síntomas evidentes de deterioro o pérdida de calidad. Se verificará específicamente que no presente grietas, exfoliaciones ni delaminaciones.

03.- En 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 cumplan las especificaciones establecidas en este Pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier

momento la realización de comprobaciones y ensayos sobre los bordillos suministrados a la obra, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

04.- Cuando el producto marcado no haya sido sometido a una evaluación de la conformidad por una tercera parte se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos de recepción de acuerdo con el apartado 9.3 de este artículo.

05.- No se exigirá la comprobación mediante ensayos cuando los bordillos dispongan de un distintivo de calidad reconocido (certificación de producto). El distintivo de calidad deberá avalar su sujeción a lo establecido en las normas referidas en el punto 02, concedido por un evaluador de la conformidad con acreditación en vigor por ENAC o por un organismo nacional de acreditación radicado en otro estado miembro, con un esquema de evaluación tipo 4 según la UNE-EN ISO/IEC 17067. El distintivo de calidad deberá haber sido aceptado por la Dirección de la Obra previamente a la adquisición del producto. No obstante, en el uso de sus atribuciones la Dirección de Obra podrá disponer en cualquier momento de las comprobaciones y ensayos que puedan ser necesarios.

### 9.3.- Control mediante ensayos

01.- Se fijará un lote por cada 1.000 m o fracción suministrada en caso de que el producto no haya sido sometido a una evaluación de conformidad por una tercera parte.

02.- La muestra de bordillos debe ser representativa del lote, tomándose de una sola operación y al azar. Esta deberá ser suficiente para la totalidad de los ensayos previstos, evitando así muestreos posteriores.

03.- Para cada muestra se determinarán las características técnicas que se establecen en la Norma UNE-EN 1343. Considerándose como ensayos perceptivos los siguientes:

- Control dimensional.
- Resistencia a flexión.
- Absorción de agua.

04.- Adicionalmente, la Dirección de las Obras podrá exigir la realización de los siguientes ensayos:

- Aspecto.
- Resistencia a compresión.
- Resistencia al hielo/deshielo.
- Resistencia al desgaste por abrasión.
- Resistencia al deslizamiento.
- Descripción petrográfica.

05.- Si los resultados obtenidos cumplen las prescripciones exigidas para cada una de las características, se aceptará el lote y de no ser así, la Dirección de las Obras decidirá su rechazo o depreciación a la vista de los ensayos realizados.

### 9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, los bordillos se abonarán por metros suministrados.

## ARTÍCULO 21.15.- BALDOSAS DE PIEDRA NATURAL

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Las baldosas de piedra natural son elementos de piedra, de forma y espesor uniforme, utilizados como material de pavimentación, en los que la anchura nominal es superior a 150 mm y también, generalmente, dos veces superior al espesor.

02.- Estas especificaciones no son aplicables a los accesorios complementarios.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- UNE-EN 1341. Baldosas de piedra natural para uso como pavimento exterior. Requisitos y métodos de ensayo.

### 3.- CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN

01.- La clasificación y designación de las baldosas de piedra natural se compondrá de los siguientes términos:

- Referencia al producto mediante el texto "Baldosa de piedra natural".
- Norma de aplicación, UNE-EN 1341.
- Tratamiento superficial de la piedra (si lo hubiera).
- Dimensiones nominales expresadas en cm separadas por el símbolo "x".
- Resistencia al desgaste por abrasión, según uso.
- Resistencia a flexión y a compresión.
- Resistencia al deslizamiento / resbalamiento.
- Resistencia al hielo / Deshielo.
- Características petrográficas.

02.- En caso de baldosas no rectangulares se indicarán las medidas necesarias para describirlas.

### 4.- MATERIALES

01.- Los materiales empleados en la fabricación de las baldosas de piedra natural deberán cumplir con las condiciones señaladas en el Artículo 21.11 "Piedra natural" del presente pliego y lo establecido para ellos por la UNE-EN 1342.

### 5.- REQUISITOS DIMENSIONALES

#### 5.1.- Generalidades

01.- El proveedor debe indicar las dimensiones nominales de cada baldosa, a no ser que se suministre en tamaños aleatorios.

02.- Las dimensiones se deben medir de acuerdo al anexo A de la UNE-EN 13373.



## 5.2.- Desviaciones permitidas (excluyendo las baldosas con forma en planta irregular)

01.- La desviación de las dimensiones nominales en planta medidas según el capítulo A.2 o A.3 de la UNE-EN 13373, deben ser conformes al cuadro 21.15.1.

CUADRO 21.15.1.- DESVIACIÓN EN LA DIMENSIÓN EN PLANTA (mm)

	Clase 1	Clase 2
Designación marcado	P1	P2
Bordes serrados $\leq 700$ mm	$\pm 4$	$\pm 2$
Bordes partidos y mecanizados	$\pm 10$	$\pm 10$

02.- La diferencia máxima entre la longitud de las dos diagonales de una baldosa rectangular no debe exceder los valores indicados en el cuadro 21.15.2.

CUADRO 21.15.2.- DESVIACIONES EN LAS DIAGONALES (mm)

Clase	Diagonal	Diferencia
Designación marcado	D1	D2
1	6	3
2	15	10

03.- La desviación del espesor nominal de las baldosas texturadas medida según el capítulo A.4 de la UNE-EN 1341, debe cumplir con lo indicado en el Cuadro 21.15.3.

CUADRO 21.15.3.- DESVIACIÓN EN EL ESPESOR (mm)

Baldosas texturadas	Clase 0	Clase 1	Clase 2
Designación marcado	T0	T1	T2
$\leq 30$ mm espesor	Ningún requisito para la medida del espesor	$\pm 3$	$\pm 10$
$30 \text{ mm} > \text{espesor} \leq 60$ mm		$\pm 4$	$\pm 3$
$> 60$ mm de espesor		$\pm 5$	$\pm 4$

04.- Las irregularidades de las caras en las baldosas partidas, medidas según el capítulo A.5 de la UNE-EN 1341, deben tener un máximo de 20 mm por encima del espesor nominal y no por debajo del espesor nominal.

05.- La desviación de la planeidad a lo largo de las aristas de baldosas texturadas, medida según el capítulo A.6 de la UNE-EN 1341, debe cumplir con lo indicado en el cuadro 21.15.4.

CUADRO 21.15.4.- DESVIACIÓN EN LA PLANEIDAD A LO LARGO DE LAS ARISTAS (mm)

Borde recto más largo	0,5 m	1 m	1,5 m
Cara de textura fina	$\pm 2$	$\pm 3$	$\pm 4$
Cara de textura gruesa	$\pm 3$	$\pm 4$	$\pm 6$

06.- La desviación de la planeidad y de la curvatura medidas según el capítulo A.6 de la UNE-EN 1341, deben cumplir con lo indicado en el cuadro 21.15.5., a no ser que la superficie esté cortada, en cuyo caso, el fabricante debe suministrar información sobre las desviaciones.

CUADRO 21.15.5.- DESVIACIÓN EN LA PLANEIDAD DE LAS CARAS (mm)

<b>Textura fina</b>		
<b>Longitud de galga (*)</b>	<b>Máx. desviación en la convexidad</b>	<b>Máx. desviación en la concavidad</b>
300	2,2	1,0
500	3,0	2,0
800	4,0	3,3
1000	5,0	4,0
<b>Textura gruesa</b>		
<b>Longitud de galga (*)</b>	<b>Máx. desviación en la convexidad</b>	<b>Máx. desviación en la concavidad</b>
300	3,0	2,0
500	4,0	3,0
800	5,0	4,0
1000	8,0	6,0

(\*) Véase la figura A.1. de la UNE-1341:2002

07.- Las aristas descritas como rectas o vivas pueden tener un chaflán en las direcciones horizontal o vertical que no excedan de 2 mm, a discreción del fabricante.

08.- Cuando las baldosas se suministren con una arista biselada o redondeada, el fabricante debe declarar las dimensiones y las dimensiones vertical y horizontal deben estar dentro del intervalo de  $\pm 2$  mm respecto de las dimensiones declaradas.

## 6.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

### 6.1.- Generalidades

01.- Las baldosas deben cumplir los siguientes requisitos cuando sean declarados conformes para su uso por el fabricante.

### 6.2.- Resistencia a flexión

01.- La resistencia a flexión se determina mediante el ensayo descrito en la UNE-EN 12372. Los valores serán conformes a lo señalado en el cuadro 21.15.6.

CUADRO 21.15.6.- RESISTENCIA A FLEXIÓN (MPa)

<b>Tipo</b>	<b>Resistencia a flexión mínima</b>
Granito	$\geq 10$
Caliza	$\geq 7$

### 6.3.- Resistencia a compresión

01.- La resistencia a compresión se determina mediante el ensayo descrito en la UNE-EN 1926. Los valores serán conformes a lo señalado en el cuadro 21.15.7.

CUADRO 21.15.7.- RESISTENCIA A COMPRESIÓN (MPa)

Tipo	Resistencia a compresión mínima
Granito	≥100
Caliza	≥40

## 6.4.- Resistencia al desgaste por abrasión

01.- La resistencia al desgaste por abrasión se determina mediante el ensayo descrito en la UNE-EN 14157. El desgaste individual no será mayor que los valores indicados, según usos, en el cuadro 21.15.8.

CUADRO 21.15.8.- DESGASTE POR ABRASIÓN (mm)

USOS	ANCHURA DE LA HUELLA
Individual	≤26
Normal	≤24
Colectivo intenso y lento	≤22
Colectivo intenso rápido	≤20

## 6.5.- Absorción de agua

01.- El valor de la absorción de agua se determina mediante el ensayo descrito en la UNE-EN 1925:1999. Los valores serán conformes a lo señalado en el cuadro 21.15.9.

CUADRO 21.15.9.- ABSORCIÓN DE AGUA (%)

Tipo	Absorción de agua
Granito	≤1,4
Caliza	≤2

## 6.6.- Resistencia al deslizamiento

01.- La resistencia al deslizamiento/resbalamiento (índice USRV) se determina mediante el ensayo descrito en la UNE-EN 14231.

02.- Se declarará siempre el índice USRV, exigiéndose un valor igual o superior a 45.

03.- En condiciones normales de uso, las baldosas de piedra natural deberán mantener la resistencia al deslizamiento/resbalamiento durante toda su vida útil.

## 6.7.- Resistencia al hielo/deshielo

01.- Se deberán someter a las baldosas de piedra natural a 48 de congelación, ensayado de acuerdo a la UNE-EN 12371. Los requisitos a cumplir serán los especificados en el cuadro 21.15.10.

CUADRO 21.15.10.- RESISTENCIA AL HIELO DESHIELO

Requisito	Clase 1
Designación marcado	F1
Requisito	Resistente (≤ 20 % de cambio en la resistencia a la a compresión)

## 6.8.- Características petrográficas

**01.- Se proporcionará por parte del fabricante un informe del tipo de piedra, que también incluirá su descripción petrográfica según la UNE-EN 12407.**

## 7.- ASPECTOS VISUALES

01.- Las baldosas cumplirán lo establecido en la norma UNE-EN 1341. Su comprobación se realizará según se establece en dicha norma.

### 7.1.- Apariencia

01.- La piedra es un producto natural lo que implica variaciones de color, veteado y textura.

02.- Las baldosas deben mostrar la tonalidad general y el acabado de la piedra natural, lo que implica que exista una uniformidad total en el color y el veteado.

03.- La empresa Contratista deberá presentar, previamente, una muestra de referencia que consistirá en un cierto número de elementos de piedra natural de suficiente tamaño para mostrar la apariencia del acabado. Las dimensiones de la cara de la muestra deben estar comprendidas entre 0,01 m<sup>2</sup> y 0,25 m<sup>2</sup> y debe representar la apariencia aproximada en cuanto al color, el tipo de veta, la estructura física y el acabado. Las muestras de referencia deben mostrar el acabado superficial propuesto.

## 8.- IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

01.- Las baldosas deben embalarse de manera que se eviten daños en el transporte y que cualquier fleje metálico utilizado sea resistente a la corrosión.

02.- La siguiente información debe suministrarse bien en el embalaje o bien en el albarán de entrega:

- Nombre petrográfico de la piedra.
- Nombre comercial de la piedra.
- Nombre y la dirección del proveedor.
- Nombre y la localización de la cantera.
- Nombre, número y fecha de la Norma UNE-EN1341:2002
- Valores declarados o las clases de marcado.
- Otra información, como tratamientos superficiales químicos.

03.- El marcado CE es obligatorio, salvo en las excepciones previstas por el Reglamento de Productos de Construcción nº305/2011. Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento de Productos de Construcción nº305/2011. El marcado CE debe aparecer en el embalaje y/o en la documentación comercial que acompañe al producto. El símbolo del marcado CE debe ir acompañado por la información que aparece en el apartado ZA.3 del Anexo ZA de la Norma UNE-EN 1341.

04.- Los documentos que, obligatoriamente, el fabricante debe proporcionar en relación al marcado CE son:

- La etiqueta identificativa del marcado CE, tal como se establece en el punto 03.
- Declaración de Prestaciones según lo previsto en el Reglamento de Productos de Construcción nº305/2011

- Instrucciones e información de seguridad del producto en español

Adicionalmente, la Dirección de las Obras podrá exigir la documentación que sea necesaria para justificar todas las características exigidas.

05.- La empresa Contratista podrá aportar una marca o sello de calidad que acredite el cumplimiento de las características exigidas en este Pliego y cuya validez decidirá la Dirección de las Obras.

## 9.- CONTROL DE RECEPCIÓN

### 9.1.- Control documental

01.- En cada remesa de baldosas que lleguen a obra se verificará que las características reseñadas en el albarán y en el marcado CE de la remesa corresponden a las especificadas en el proyecto.

02.- Para cada remesa, deberá comprobarse que tanto la documentación facilitada como el etiquetado son conformes con el apartado 9.3 de este artículo. Se comprobará que el número de identificación del producto del marcado CE coincide con el de la Declaración de Prestaciones facilitada por el fabricante.

### 9.2.- Control mediante inspección a pie de obra

01.- En cada partida que llegue a obra se verificará que el marcado y las características de las baldosas corresponden a las especificadas en el proyecto.

02.- Deberá comprobarse que las baldosas no presentan síntomas evidentes de deterioro o pérdida de calidad. Se verificará específicamente que no presente grietas, exfoliaciones.

03.- En 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 cumplan las especificaciones establecidas en este Pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones y ensayos sobre las baldosas suministrados a la obra, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

04.- Cuando el producto marcado no haya sido sometido a una evaluación de la conformidad por una tercera parte se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos de recepción de acuerdo con el apartado 9.3 de este artículo.

05.- No se exigirá la comprobación mediante ensayos cuando las baldosas dispongan de un distintivo de calidad reconocido (certificación de producto). El distintivo de calidad deberá avalar su sujeción a lo establecido en las normas referidas en el punto 02, concedido por un evaluador de la conformidad con acreditación en vigor por ENAC o por un organismo nacional de acreditación radicado en otro estado miembro, con un esquema de evaluación tipo 4 según la UNE-EN ISO/IEC 17067. El distintivo de calidad deberá haber sido aceptado por la Dirección de la Obra previamente a la adquisición del producto. No obstante, en el uso de sus atribuciones la Dirección de Obra podrá disponer en cualquier momento de las comprobaciones y ensayos que puedan ser necesarios.

### 9.3.- Control mediante ensayos

01.- Se fijará un lote por cada 1.000 m<sup>2</sup> o fracción suministrada en caso de que el producto no haya sido sometido a una evaluación de conformidad por una tercera parte.

02.- En el caso de que el producto haya sido sometido a una evaluación de conformidad por una tercera parte el lote podrá ser de hasta 2.000 m<sup>2</sup> o fracción.

03.- La muestra de baldosas debe ser representativa del lote, tomándose de una sola operación y al azar. Esta deberá ser suficiente para la totalidad de los ensayos previstos, evitando así muestreos posteriores.

04.- Para cada muestra se determinarán las características técnicas que se establecen en la Norma UNE-EN 1341. Considerándose como ensayos perceptivos los siguientes:

- Control dimensional.
- Resistencia a flexión.
- Absorción de agua.

05.- Adicionalmente, el Dirección de las Obras podrá exigir la realización de los siguientes ensayos:

- Aspecto.
- Planeidad de la superficie
- Resistencia al hielo/deshielo.
- Resistencia al desgaste por abrasión.
- Resistencia al deslizamiento.
- Descripción petrográfica.

06.- Si los resultados obtenidos cumplen las prescripciones exigidas para cada una de las características, se aceptará el lote y de no ser así, la Dirección de las Obras decidirá su rechazo o depreciación a la vista de los ensayos realizados.

## 10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, las baldosas se abonarán por metros cuadrados realmente suministrados.

## Sección 2.<sup>a</sup>

### MATERIALES CERÁMICOS

---

#### **ARTÍCULO 21.21.- LADRILLOS Y PIEZAS DE ARCILLA COCIDA PARA FÁBRICAS DE ALBAÑILERÍA.**

---

##### 1.- DEFINICIONES

01.- Pieza de arcilla cocida es toda pieza elaborada de arcilla u otros materiales arcillosos con o sin arena, combustibles u otros aditivos, cocida a una temperatura suficientemente elevada para alcanzar una unión cerámica.

02.- Ladrillo es toda pieza generalmente ortoédrica utilizada en la construcción y que se obtiene por moldeo, secado y cocción, a temperatura elevada, de una pasta arcillosa con o sin adición de materias áridas, cuya dimensión máxima sea igual o inferior a veintinueve centímetros (29 cm).

03.- Las aristas de un ladrillo reciben los siguientes nombres:

- Arista mayor: Soga
- Arista media: Tizón
- Arista menor: Grueso

04.- Las caras de un ladrillo se denominan así:

- Cara mayor (soga x tizón): Tabla
- Cara media (soga x grueso): Canto
- Cara menor (tizón x grueso): Testa

##### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

###### 2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Código Técnico de la Edificación

###### 2.2.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- EN 771-1. Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Piezas de arcilla cocida.

###### 2.3.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 772. Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Todas las partes.

02.- UNE 67039. Productos cerámicos de arcilla cocida. Determinación de inclusiones calcáreas.

##### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- La clasificación de las piezas cerámicas se hará atendiendo a las características siguientes: Tipo, Clase, Resistencia, Formato y Categoría, según lo establecido en la Norma EN 771-1 y la costumbre del mercado.

### 3.1.- Tipo

01.- Según el Código Técnico de la Edificación, se definen cuatro tipos de ladrillo:

- Macizo: es el ladrillo sin perforaciones o con perforaciones de volumen no superior al veinticinco por ciento (25%).
- Perforado: es el ladrillo con perforaciones de volumen comprendido entre el veinticinco y cincuenta por ciento (25 - 50%).
- Aligerado: es el ladrillo con perforaciones de volumen entre el cincuenta y el sesenta por ciento (50 - 60%).
- Hueco: es el ladrillo con perforaciones de volumen entre el sesenta y el setenta por ciento (60 - 70%).

### 3.2.- Clase

01.- Se definen dos clases de piezas de arcilla cocida, según la Norma EN 771-1:

- Piezas P: para su uso en una fábrica de albañilería que está protegida frente a la penetración de agua y no está en contacto ni con el suelo ni con el agua subterránea.
- Piezas U: para su uso en fábricas de albañilería que pueden estar expuestas a la lluvia, hielo/deshielo y/o puede estar en contacto con el suelo y agua subterránea sin una protección adecuada.

### 3.3.- Formato

01.- Los ladrillos se comercializan generalmente según unas series normalizadas, con valores expresados en milímetros (mm). Se indican en el CUADRO 21.21.1.

CUADRO 21.21.1

Serie	Soga	Tizón	Grueso
a	290	140	70
			60
			52
			35
b	240	115	70
			52
			35

### 3.4.- Categoría

01.- Se definen dos categorías de piezas de arcilla cocida, según la Norma EN 771-1:

- Categoría I: piezas con una resistencia a compresión declarada con una probabilidad de no alcanzarse no superior al 5%.
- Categoría II: piezas no destinadas a cumplir con el nivel de confianza especificado para las piezas de categoría I.

## 4.- CARACTERÍSTICAS

01.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 771-1, para los requisitos siguientes:

- Piezas P de arcilla cocida en muros, pilares y particiones de fábrica de albañilería protegida:
  - Dimensiones y tolerancias dimensionales (para piezas destinadas a la ejecución de elementos sujetos a requisitos estructurales)



- Configuración (para piezas destinadas a la ejecución de elementos sujetos a requisitos estructurales)
- Resistencia a compresión (para piezas destinadas a la ejecución de elementos sujetos a requisitos estructurales)
- Estabilidad dimensional (para piezas destinadas a la ejecución de elementos sujetos a requisitos estructurales)
- Resistencia a la adherencia (para piezas destinadas a la ejecución de elementos sujetos a requisitos estructurales)
- Resistencia a la adherencia (para piezas destinadas a la ejecución de elementos sujetos a requisitos estructurales)
- Reacción al fuego (para piezas destinadas a la ejecución de elementos sujetos a requisitos de resistencia al fuego)
- Absorción de agua (para piezas destinadas a la ejecución de barreras anticapilaridad o de elementos exteriores con una cara expuesta)
- Permeabilidad al vapor de agua (para piezas destinadas a la ejecución de elementos exteriores)
- Aislamiento acústico a ruido aéreo directo (en condiciones finales): Densidad y configuración (para piezas destinadas a la ejecución de elementos sujetos a requisitos acústicos)
- Resistencia térmica: Densidad y configuración (Para piezas destinadas a la ejecución de elementos sujetos a requisitos de aislamiento térmico)
- Durabilidad frente al hielo/deshielo
- Sustancias peligrosas
- Piezas U de arcilla cocida en muros, pilares y particiones de fábrica de albañilería no protegida:
  - Dimensiones y tolerancias dimensionales (para piezas destinadas a la ejecución de elementos sujetos a requisitos estructurales)
  - Configuración (para piezas destinadas a la ejecución de elementos sujetos a requisitos estructurales)
  - Resistencia a compresión (para piezas destinadas a la ejecución de elementos sujetos a requisitos estructurales)
  - Estabilidad dimensional (para piezas destinadas a la ejecución de elementos sujetos a requisitos estructurales)
  - Resistencia a la adherencia (para piezas destinadas a la ejecución de elementos sujetos a requisitos estructurales)
  - Contenido de sales solubles activas (para piezas destinadas a la ejecución de elementos sujetos a requisitos estructurales)
  - Reacción al fuego (para piezas destinadas a la ejecución de elementos sujetos a requisitos de resistencia al fuego)
  - Absorción de agua (para piezas destinadas a la ejecución de barreras anticapilaridad o de elementos exteriores con una cara expuesta)
  - Permeabilidad al vapor de agua (para piezas destinadas a la ejecución de elementos exteriores)
  - Aislamiento acústico a ruido aéreo directo (en condiciones finales): Densidad y configuración (para piezas destinadas a la ejecución de elementos sujetos a requisitos acústicos)
  - Resistencia térmica: Densidad y configuración (Para piezas destinadas a la ejecución de elementos sujetos a requisitos de aislamiento térmico)
  - Durabilidad frente al hielo/deshielo
  - Sustancias peligrosas

#### 4.1.- Características estructurales

Los ladrillos de arcilla cocida cumplirán las siguientes prescripciones.

##### 4.1.1.- Fisuras

01.- Tomando seis (6) unidades de la muestra no se admitirá más de una pieza fisurada.

#### 4.1.2.- Exfoliaciones y laminaciones

01.- Ningún ladrillo de la muestra presentará síntomas de exfoliaciones o laminaciones.

#### 4.1.3.- Desconchados

01.- Antes y después de someter la muestra de seis (6) unidades al ensayo descrito en la Norma UNE 67039-93 EX. Determinación de inclusiones calcáreas, se deberá cumplir:

- El número de piezas desconchadas no será superior a uno (1).
- Ningún desconchado en las caras no perforadas tendrá individualmente una dimensión media superior a quince milímetros (15 mm).

#### 4.2.- Características geométricas

Los ladrillos de arcilla cocida deberán cumplir las siguientes especificaciones:

##### 4.2.1.- Tolerancias dimensionales

01.- Se considerarán dos tipos de tolerancias dimensionales para cada una de las tres dimensiones de fabricación de las piezas: Soga, tizón y grueso.

02.- Tolerancia del valor medio: Es el valor máximo de la diferencia entre el valor nominal de una dimensión y el valor medio de la misma en la muestra.

03.- Intervalo: Es el valor máximo de la diferencia entre el menor y el mayor valor de una dimensión dentro de la muestra.

04.- Para La tolerancia del valor medio y el intervalo, se establecen unas categorías indicadas en la Norma EN 771-1.

05.- Salvo que el PPTP establezca unos requisitos más exigentes, se emplearán piezas de las categorías T1 y R1.

06.- Los ladrillos manuales y rugosos, así como las piezas especiales, quedan exentos de cumplir las tolerancias dimensionales.

##### 4.2.2.- Características de la forma

01.- Planeidad: Se medirán las flechas según la Norma UNE-EN 772-20, siendo las tolerancias admitidas las dadas en el CUADRO 21.21.2.

CUADRO 21.21.2

#### TOLERANCIA DE LAS FLECHAS EN MILÍMETROS (mm)

Longitud de la diagonal cm	Clase	
	U	P
$L > 30$	4	6
$30 \geq L > 25$	3	5
$L \leq 25$	2	3

02.- Los ladrillos manuales quedan exentos de cumplir las tolerancias de planeidad, así como los ladrillos rugosos y las piezas especiales en sus caras vistas.

03.- Los espesores mínimos de pared para todos los tipos y clases de ladrillo se dan en el CUADRO 21.21.3.

CUADRO 21.21.3

**ESPEORES MÍNIMOS DE PARED PARA TODAS LAS PIEZAS EN MILÍMETROS (mm)**

Clases	U	P
Pared exterior vista	15	-
Pared exterior no vista	10	6
Tabiques interiores	5	5

**4.3.- Características físicas, químicas y mecánicas**

01.- Las especificaciones a cumplir por las piezas de arcilla cocida serán las siguientes:

*4.3.1.- Absorción de agua*

01.- La absorción de agua se determinará según lo especificado en la Norma UNE-EN 772-21. El valor de la absorción media se limita al veintidós por ciento (22%) para todas las piezas.

*4.3.2.- Succión*

01.- La succión de agua se determinará según lo especificado en la UNE-EN 772-11:2001. Las piezas cuya succión sea superior a quince centésimas de gramo por centímetro cuadrado por minuto (0,15 gr/cm<sup>2</sup>/min), deberán humedecerse antes de su colocación.

*4.3.3.- Heladicidad*

01.- El ensayo deberá realizarse según la Norma UNE 67028, indicando además del comportamiento frente a la acción del hielo, otros efectos derivados del proceso de cocción.

02.- Las piezas de la clase U deberán ser calificados como no heladizos.

*4.3.4.- Color*

01.- La coloración, en masa o en capa superficial, se producirá siempre como resultado de la cocción.

02.- Los ladrillos esmaltados o coloreados en superficie no deberán experimentar variación sensible de color, ni alteración de la superficie esmaltada o coloreada, al ser sometidos a un ensayo de cocción en horno eléctrico a quinientos grados centígrados (500°C) durante dos horas (2 h) y posterior cepillado tras su enfriamiento, con cepillo de púas no metálicas.

*4.3.5.- Eflorescibilidad*

01.- El ensayo de eflorescibilidad en las piezas deberá realizarse según la Norma UNE 67029:1995 EX, debiendo obtenerse como máximo la calificación de ligeramente eflorescido para los de clase V.

#### 4.3.6.- Resistencia a la compresión

01.- Se determinará siguiendo la Norma UNE-EN 772-1.

02.- El resultado se dará mediante el valor medio.

03.- Las resistencias medias mínimas de las piezas serán las reflejadas en el Código Técnico de la Edificación.

#### 4.3.7.- Masa

01.- La masa de los ladrillos perforados será como mínimo la indicada en el CUADRO 21.21.5, admitiéndose una reducción de la misma en función de la absorción de agua indicada en el CUADRO 21.21.4.

CUADRO 21.21.4

#### REDUCCIÓN DE MASA EN FUNCIÓN DE LA ABSORCIÓN DE AGUA.

Absorción de agua %	Reducción de masa %
≥ 20	10
≥ 18 y < 20	7
≥ 16 y 18	4

CUADRO 21.21.5

#### MASA DE LOS LADRILLOS

Soga (mm)	Grueso (mm)	Masa (g)	
		U	P
Menor o igual de 260	35	1.000	-
	52	1.500	1.350
	70	2.000	1.800
Mayor de 260	35	1.500	-
	52	2.200	2.000
	60	2.550	2.300
	70	3.000	2.700

#### 5.- TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

01.- Las piezas se descargarán y se apilarán en rejales para evitar el desportillamiento, agrietado o rotura. Se prohíbe la descarga de piezas por vuelco de la caja del vehículo transportador.

02.- Se recomienda que en fábrica se realice el empaquetado de las piezas para su transporte a obra, a fin de permitir una descarga rápida por medios mecánicos.

#### 6.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:



- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Será obligatorio que las piezas de arcilla cocida cuenten con marcado CE, salvo en las excepciones previstas por el Reglamento de Productos de Construcción nº305/2011. El número de identificación del producto del marcado CE debe coincidir con el de la Declaración de Prestaciones que debe ser facilitada por el fabricante.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- En el caso de productos con marca de calidad reconocida, la conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y este PCTG.

En el caso de productos sin marca de calidad, se someterán al control recogido en el Apartado 6.1 de este Artículo.

05.- En determinados casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de Obra podrán exigir controles adicionales, que se llevarán a cabo de acuerdo con las Normas UNE correspondientes.

06.- El fabricante aportará las fichas técnica y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

#### **6.1.- Ensayos de control**

02.- Para el control de aprovisionamiento a la obra de ladrillos cerámicos se dividirá la previsión total en lotes de cuarenta y cinco mil (45.000) piezas o fracción que provengan de una misma fabricación.

03.- El plan de control se establecerá considerando tantas tomas de muestras como número de lotes se hayan obtenido.

04.- La extracción de cada muestra se realizará al azar sobre los suministros del material a obra, considerándose homogéneo el contenido de un camión o el material suministrado en un mismo día, en diferentes entregas, pero procedentes del mismo fabricante.

05.- Para cada muestra se determinarán las características técnicas que se establecen en la Norma UNE-EN 771-1 con los métodos de ensayo fijados por dicha Norma, considerándose como ensayos preceptivos los siguientes:

- Defectos y geometría.
- Absorción de agua.
- Succión.
- Resistencia a compresión.

En el caso de tratarse de piezas U, se determinarán adicionalmente las siguientes características:

- Eflorescibilidad.
- Heladicidad.

06.- Si los resultados obtenidos cumplen las prescripciones exigidas para cada una de las características, se aceptará el lote y de no ser así, la Dirección decidirá su rechazo o depreciación a la vista de los ensayos realizados.

#### 7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, las piezas se medirán por millares de unidades realmente acopiadas.

## ARTÍCULO 21.22.- TEJAS CERÁMICAS

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se definen como tejas cerámicas las piezas fabricadas con arcilla o tierra arcillosa, a veces con adición de áridos, por el procedimiento de cocción al rojo y que son empleadas en la ejecución de faldones de cubiertas.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Código Técnico de la Edificación

#### 2.2.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- EN 1304. Tejas de arcilla cocida para colocación discontinua. Definiciones y especificaciones de producto.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Según la Norma EN 1304, las tejas se clasifican en:

- Tejas con encaje lateral y encaje de cabeza: tejas que tienen un dispositivo de encaje longitudinal y un dispositivo de encaje transversal simple o múltiple.
- Tejas con solo encaje lateral: tejas que tienen un dispositivo de encaje longitudinal pero que no tienen un dispositivo de encaje transversal.
- Tejas con solo encaje de cabeza: tejas que tienen un dispositivo de encaje transversal pero que no tienen un dispositivo de encaje longitudinal.
- Tejas con solape de cabeza variable: tejas con encaje lateral y encaje de cabeza cuyo diseño permite valores variables de solape de cabeza.
- Tejas con solape lateral variable: Tejas con encaje lateral y encaje de cabeza cuyo diseño permite valores variables de solape lateral.
- Tejas planas: tejas generalmente planas que pueden presentar o no ligeros nervios transversales y/o longitudinales y que no tienen ningún sistema de encaje. Por lo general son rectangulares, pueden sin embargo tener un borde frontal con una forma especial (por ejemplo: tejas de escamas con borde frontal redondeado o en punta).
- Tejas de solape: tejas perfiladas en forma de S que no tienen ni encaje longitudinal, ni encaje transversal.
- Tejas curvas: tejas en forma de canal cuyo diseño permite o un solape de cabeza variable o un solape de cabeza fijo mediante tacones en las tejas.

02.- Comercialmente las tejas se clasifican en:

- Teja curva: Llamada también teja árabe, de forma troncocónica característica y espesor constante.
- Teja plana: De forma aproximadamente rectangular y perfectamente plana o ligeramente curvada. Disponen de un resalto en su cara inferior para su apoyo en los elementos de cubierta. Generalmente presenta orificios para ser clavada en listones de madera.

- Teja mixta: Llamada también teja de Marsella y teja de Alicante. Tiene un contorno sensiblemente rectangular, con espesor variable que da lugar a rehundidos y pestañas que permiten el encaje de unas piezas con otras. Se corresponden con las tejas de solape de la clasificación de la Norma EN 1304.

#### 4.- CARACTERÍSTICAS

01.- En el proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 1304, para los requisitos siguientes:

- Tejas y piezas auxiliares de arcilla cocida para cubiertas de tejados:
  - Resistencia mecánica
  - Comportamiento frente al fuego exterior (clase)
  - Reacción al fuego (clase)
  - Impermeabilidad al agua (categoría y método de ensayo)
  - Dimensiones y tolerancias dimensionales
  - Durabilidad (nivel declarado y número de ciclos)
  - Liberación de sustancias peligrosas
- Tejas y piezas auxiliares de arcilla cocida para revestimiento interior de muros:
  - Reacción al fuego (clase)
  - Impermeabilidad al agua (categoría y método de ensayo)
  - Liberación de sustancias peligrosas
- Tejas y piezas de arcilla cocida para revestimiento exterior de muros:
  - Reacción al fuego (clase)
  - Impermeabilidad al agua (clase y método de ensayo)
  - Durabilidad (nivel y número de ciclos)
  - Liberación de sustancias peligrosas

##### 4.1.- Características estructurales

Las tejas cerámicas cumplirán los requisitos de la Norma EN 1304 y, además, las siguientes prescripciones:

###### 4.1.1.- Fisuras y grietas

01.- Ninguna de las piezas debe presentar fisuras o grietas visibles.

###### 4.1.2.- Exfoliaciones y laminaciones

01.- Ninguna pieza presentará exfoliaciones o laminaciones. La aparición de una sola pieza que presente exfoliación o laminación determina el rechazo de la partida.

###### 4.1.3.- Desconchados y saltados

01.- Se considerará como defecto todo desconchado con una dimensión media superior a siete milímetros (7 mm).

02.- Antes y después de someter la muestra de seis (6) unidades al ensayo de determinación de inclusiones calcáreas (según la Norma UNE 67039) ninguna pieza de la muestra presentará en su(s) cara(s) vista(s), uno o más desconchados con dimensión media mayor a quince milímetros (15 mm), ni más de tres (3) desconchados por decímetro cuadrado (dm<sup>2</sup>) con dimensión media comprendida entre siete milímetros (7 mm) y quince milímetros (15 mm).

03.- Se considera dimensión media de un desconchado, la media aritmética de las longitudes de los lados del menor rectángulo circunscrito.



#### 4.1.4.- Roturas

01.- Ninguna de las piezas presentará rotura imputable al proceso de fabricación.

#### 4.2.- Características geométricas

Las tejas cerámicas deberán cumplir las siguientes especificaciones:

##### 4.2.1.- Características de forma

01.- No se establecen limitaciones para las formas, radios de curvatura ni dimensiones generales, salvo las derivadas de los Apartados siguientes.

02.- El espesor mínimo de las piezas será de ocho milímetros (8 mm) en cualquier punto.

03.- Los diseños deberán asegurar:

- a) Un solapamiento de doce centímetros y medio (12,5 cm) medidos en la dirección en que se produzca aquel.
- b) Un recorrido mínimo de treinta milímetros (30 mm) para pasar del exterior al interior, medidos siguiendo el contorno de las piezas en los encajes.

##### 4.2.2.- Tolerancias dimensionales

01.- Los valores medios de la longitud y la anchura de las tejas, medidos según la Norma EN 1024, estarán dentro del margen establecido en dicha Norma de los valores declarados por el fabricante.

##### 4.2.3.- Deformaciones

01.- El valor medio de la flecha longitudinal, medido según la Norma EN 1024, será conforme a los límites recogidos en dicha Norma.

02.- El alabeo permitido será tal que, medido según la Norma EN 1024, el coeficiente de alabeo sea conforme a dicha norma.

#### 4.3.- Características físicas y mecánicas

Las especificaciones a cumplir por las tejas cerámicas serán las siguientes:

##### 4.3.1.- Permeabilidad

01.- Las tejas deberán pertenecer a la categoría 1, de las definidas en la EN 1304.

02.- Si las tejas se colocan sobre una capa estanca al agua, se podrán emplear tejas de categoría 2. Para que esta capa se considere estanca, deberá estar formada por un material impermeable, y garantizar la salida del agua.

##### 4.3.2.- Resistencia a la helada

01.- Todas las tejas tendrán un nivel 1 de resistencia a la helada. Esto significa que tras 150 ciclos ninguna teja muestra daño alguno, ensayándose según la Norma EN 539-2.

##### 4.3.3.- Resistencia a la flexión

01.- Las probetas deben considerarse satisfactorias si, cuando se someten a flexión como se describe en la Norma EN 538, soportan sin romperse la carga establecida en la Norma EN 1304.

#### 4.3.4.- Resistencia al impacto

01.- Las tejas deberán soportar sin roturas ni desconchados, las pruebas definidas en el ensayo de la Norma UNE 67032.

#### 4.3.5.- Coloración

01.- La coloración en masa o en capa superficial se producirá siempre como resultado de la cocción.

02.- Las tejas esmaltadas o coloreadas en superficie, no deberá experimentar variación sensible de color al ser sometidas a un ensayo de cocción en horno eléctrico a seiscientos grados centígrados (600°C) durante dos horas (2 h).

### 5.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Será obligatorio que las tejas cerámicas cuenten con marcado CE, salvo en las excepciones previstas por el Reglamento de Productos de Construcción n°305/2011. El número de identificación del producto del marcado CE debe coincidir con el de la Declaración de Prestaciones que debe ser facilitada por el fabricante.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y este PCTG.

05.- En determinados casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de Obra podrán exigir controles adicionales, que se llevarán a cabo de acuerdo con las Normas UNE correspondientes.

06.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

#### 5.1.- Ensayos previos y toma de muestras

01.- Con objeto de determinar si el producto es en principio aceptable o no, la Dirección de Obra podrá verificar en fábrica o a su llegada a obra el material que vaya a ser suministrado, a partir de una muestra extraída del mismo.

02.- Sobre dicha muestra se podrán determinar las características técnicas que a continuación se indican, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 1304:

- Defectos estructurales y características geométricas.
- Deformaciones.
- Resistencia a flexión.
- Resistencia al impacto.
- Permeabilidad.
- Resistencia a la helada.
- Coloración.

03.- Si del resultado de estos ensayos se desprende que el producto no cumple alguna de las características exigidas, se rechazará el suministro. En caso contrario, se aceptará el mismo con carácter provisional, quedando condicionada la aceptación de cada uno de los lotes que a continuación se vayan recibiendo en obra al resultado de los ensayos de control.

04.- En el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinada "Marca de Calidad", concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo establecido en el Artículo 15.52.

## 5.2.- Ensayos de control

01.- Si se establecen controles de aprovisionamiento a la obra de tejas cerámicas, se dividirá la previsión total en lotes de diez mil (10.000) piezas o fracción que provengan de una misma fabricación.

02.- El plan de control se establecerá determinando tantas tomas de muestras como números de lotes se hayan obtenido.

03.- La extracción de cada muestra se realizará al azar sobre los suministros del material a obra, considerándose homogéneo el contenido de un camión o el material suministrado en un mismo día, en distintas entregas, pero procedentes del mismo fabricante.

04.- Para cada muestra se determinarán las características técnicas que determine el Proyecto o la Dirección de Obra, según lo establecido en la Norma EN 1304.

05.- Si los resultados obtenidos cumplen las prescripciones exigidas para cada una de las características, se aceptará el lote y de no ser así, la Dirección decidirá su rechazo o depreciación a la vista de los ensayos realizados.

## 6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, las tejas se medirán por unidades realmente acopiadas.

## ARTÍCULO 21.23.- BOVEDILLAS CERÁMICAS PARA FORJADOS

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se definen como bovedillas cerámicas las obtenidas por moldeo, secado y cocción a alta temperatura de una pasta arcillosa, en cuanto a su aplicación en la construcción de forjados.

02.- Se consideran bovedillas cerámicas todos los elementos de una forma y dimensiones tales que permitan su utilización en la construcción de forjados unidireccionales, sirviendo, una vez colocados, como encofrado de la capa de compresión superior y soporte de un revestimiento en la inferior.

03.- Alas de apoyo: Son los salientes inferiores de la bovedilla, en general ligeramente desplazados del plano inferior hacia arriba, que ocupan toda la longitud de una pieza, sobre los que se apoya la bovedilla en su colocación en obra en forjados unidireccionales no hormigonados in situ.

04.- Anchura: Es la dimensión máxima exterior en el sentido de la luz entre viguetas o nervios.

05.- Anchura de las alas de apoyo: Es la dimensión de los apoyos en el sentido de la anchura de la bovedilla.

06.- Anchura entre ejes o luz cubierta: Es la distancia entre los ejes de las viguetas o nervios a las que se asocia la bovedilla para formar el forjado.

07.- Canto o altura: Es la dimensión máxima en el sentido vertical, supuesta la bovedilla colocada en obra.

08.- Longitud (o tizón): Es la dimensión máxima en el sentido paralelo al eje de las viguetas, supuesta la bovedilla colocada en obra.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e Instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

#### 2.2.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- EN 15037-3. Productos prefabricados de hormigón. Sistemas de forjado de vigueta y bovedilla. Parte 3: Bovedillas de arcilla cocida.

#### 2.3.- Normas básicas de referencia

01.- UNE-EN 13670. Ejecución de estructuras de hormigón.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Según su función, se distinguen los tres tipos siguientes:

- a) Bovedillas aligerantes y no resistentes (LNR o NR). Son aquellas cuya misión es servir de encofrado al hormigón del forjado.
- b) Bovedillas semi-resistentes (SR). Son aquellas que participan en la transmisión de las cargas a las viguetas. Sin embargo, la parte superior de la misma en contacto con el hormigón no puede actuar sola como capa de compresión en el sistema de forjado.

- c) Bovedillas resistentes (RR). Son aquellas que, además de servir de encofrado, puede considerarse que la parte superior de la misma, bajo ciertas condiciones, hace la función de capa de compresión en el sistema de forjado final.

#### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las piezas a emplear en forjados deberán cumplir las condiciones señaladas en la Norma EN 15037, además de las siguientes:

- Ser homogéneas, uniformes de textura compacta, carecer de grietas, coqueras, planos de exfoliación y materias extrañas que puedan disminuir su resistencia y duración o ataquen al hierro, mortero u hormigón.
- Ser inalterables al agua.

02.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 15037-3, para los requisitos siguientes:

- Capacidad portante (clase R1 o R2)
- Resistencia al fuego (para bovedillas que se van a utilizar en elementos sometidos a requisitos de fuego)
- Aislamiento acústico al ruido aéreo y aislamiento acústico al ruido por impacto (cuando también se prevé utilizar el producto para aplicaciones acústicas)
- Resistencia térmica (cuando también se prevé utilizar el producto para aplicaciones térmicas)
- Detalles constructivos:
  - Dimensiones mínimas (clase N1, N2 o N3 y TF1 o TF2)
  - Tolerancias de fabricación (clase T1, T2 o T3)
- Densidad seca aparente
- Durabilidad
- Sustancias peligrosas

#### 5.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

01.- Las piezas a emplear en forjados cumplirán las siguientes prescripciones:

##### 5.1.- Dimensiones

01.- Las bovedillas se clasificarán en uno de los siguientes grupos, en función de la dimensión mínima de su ala de apoyo:

- N1: dimensión mínima 15 mm.
- N2: dimensión mínima 20 mm.
- N3: dimensión mínima 25 mm.

02.- Las bovedillas con capa de compresión incorporada (RR), deberán cumplir las siguientes condiciones para la capa de compresión:

- a) Los bordes laterales perpendiculares al sentido de la extrusión deberán estar cortados en bisel, de modo que permita el hormigonado de las uniones entre piezas, con objeto de asegurar la correcta transmisión de esfuerzos en la capa de compresión.
- b) La separación de la parte superior de dos (2) piezas contiguas (a), FIGURA 21.23.1, deberá ser igual o superior a cinco centímetros (5 cm).

- c) Las bovedillas serán de clase TF2, lo que implica que la capa de compresión (b), FIGURA 21.23.1, deberá ser igual o superior a cinco centímetros (5 cm).

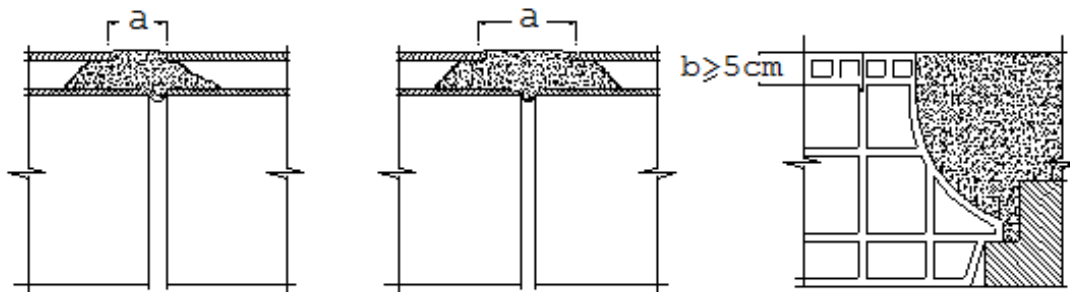


FIGURA 21.23.1

- d) La capa de compresión perforada cumplirá la siguiente condición:

$$\frac{\text{Área total de las perforaciones}}{\text{Área delimitada por el perímetro}} \leq 0,5 \text{ (FIGURA 21.23.2)}$$

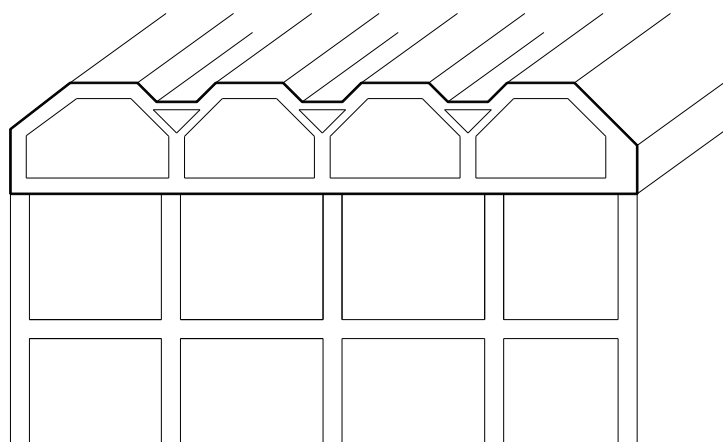


FIGURA 21.23.2

### 5.2.- Tolerancias dimensionales

01.- Las bovedillas tendrán una clase T2 según se indica en la Norma EN 15037-3 o más exigente.

## 6.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

01.- Las piezas que se utilicen en forjados deberán cumplir las siguientes condiciones:

### 6.1.- Expansión por humedad

01.- El ensayo deberá realizarse según las indicaciones de Norma UNE 67036.

02.- El valor medio de la expansión por humedad será conforme a lo indicado en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

### 6.2.- Desconchados

01.- Tras una inspección visual, se deberán rechazar los defectos que probablemente vayan a ser perjudiciales para sus prestaciones mecánicas.

02.- Tras realizar el ensayo descrito en la Norma UNE 67039, no se admitirá en la muestra ningún desconchado producido por caliche, cuya dimensión media sea superior a quince milímetros (15 mm).

03.- Se admitirán como máximo tres (3) desconchados por decímetro cuadrado (dm<sup>2</sup>), cuya dimensión media esté comprendida entre siete (7) y quince milímetros (15 mm).

### 6.3.- Resistencia mecánica

01.- Según la Norma EN 15037-3, se establecen dos clases resistentes: R1 y R2.

02.- La resistencia a compresión, según el ensayo descrito en la Norma EN 15037-3, deberá ser superior a 20 MPa para piezas de clase R1 y 15 MPa para piezas de clase R2.

03.- Además, el fabricante declarará, en el caso de clase R1, la resistencia a punzonamiento característica (fractil 5%), que deberá ser igual o superior a los recogidos en la Norma EN 15037-3.

04.- En el caso de piezas de clase R2, el fabricante deberá declarar que resiste a flexión una carga recogida en la Norma EN 15037-3.

05.- La carga de rotura a flexión para cualquier pieza de entrevigado debe cumplir lo dispuesto en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

### 7.- RESISTENCIA AL FUEGO

01.- El comportamiento de reacción al fuego de las piezas que estén o pudieran quedar expuestas al exterior durante la vida útil de la estructura, cumplirán con la clase de reacción al fuego que sea exigible.

02.- En el caso de edificios, deberá ser conforme con lo indicado en la sección SI.1 del Documento Básico DB SI "Seguridad en caso de incendio" del Código Técnico de la Edificación, en función de la zona en la que esté situado el forjado.

03.- La clase deberá estar determinada conforme a la norma UNE EN 13501-1 según las condiciones finales de utilización, es decir, con los revestimientos con los que vayan a contar las piezas.

04.- Las bovedillas fabricadas con materiales inflamables deberán resguardarse de la exposición al fuego mediante capas protectoras eficaces. La idoneidad de las capas de protección deberá ser justificada empíricamente para el rango de temperaturas y deformaciones previsibles bajo la actuación del fuego de cálculo.

### 8.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Será obligatorio que las bovedillas cerámicas cuenten con marcado CE, salvo en las excepciones previstas por el Reglamento de Productos de Construcción nº305/2011. El número de identificación del

producto del marcado CE debe coincidir con el de la Declaración de Prestaciones que debe ser facilitada por el fabricante.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y este PCTG.

05.- El fabricante aportará las fichas técnica y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

## 9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.



## ARTÍCULO 21.24.- BALDOSAS CERÁMICAS PARA PAVIMENTOS Y REVESTIMIENTOS

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Las baldosas cerámicas son placas de poco grosor fabricadas con arcillas, sílice, fundentes, colorantes y otros materiales, generalmente utilizadas como revestimientos para suelos, paredes y fachadas. Se fabrican mediante molturación, tamizado, amasado, humidificación, etc. y se moldean por prensado, extrusión, colado u otro procedimiento, generalmente a la temperatura ambiente. Seguidamente son secadas y, posteriormente, cocidas a altas temperaturas. Las baldosas cerámicas pueden ser esmaltadas (GL), no esmaltadas (UGL) o engobadas y son incombustibles e inalterables a la luz.

02.- El esmalte es una cubierta vitrificada y prácticamente impermeable.

03.- El engobe es una cubierta a base de arcilla con un acabado mate, que puede ser permeable o impermeable.

04.- Se denominan baldosas de monococción aquellas que son esmaltadas antes de la cocción.

05.- Se denominan baldosas de doble cocción aquellas baldosas esmaltadas después de una primera cocción y luego cocidas por segunda vez.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- UNE-EN 14411: Baldosas cerámicas. Definiciones, clasificación, características y marcado.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Las baldosas cerámicas se dividen en grupos según su método de fabricación (moldeo) y su absorción de agua (ver cuadro 21.24.1).

**CUADRO 21.24.1.- CLASIFICACIÓN DE LAS BALDOSAS CERÁMICAS  
SEGÚN SU ABSORCIÓN DE AGUA Y MÉTODO DE  
ENSAYO.**

Moldeo	Grupo I E ≤ 3%	Grupo IIa 3% < E ≤ 6%	Grupo IIb 6% < E ≤ 10%	Grupo III E > 10%
A Extrusión	Grupo AI <sub>a</sub> E ≤ 0,5% UNE-EN 14411 (Anexo M)	Grupo AII <sub>a-1</sub> <sup>(*)</sup> UNE-EN 14411 (Anexo B)	Grupo AII <sub>b-1</sub> <sup>(*)</sup> UNE-EN 14411 (Anexo D)	Grupo AIII UNE-EN 14411 (Anexo F)
	Grupo AI <sub>b</sub> 0,54 < E ≤ 3 % UNE-EN 14411 (Anexo A)	Grupo AII <sub>a-2</sub> <sup>(*)</sup> UNE-EN 14411 (Anexo C)	Grupo AII <sub>b-2</sub> <sup>(*)</sup> UNE-EN 14411 (Anexo E)	
B Prensado en seco	Grupo BI <sub>a</sub> E ≤ 0,5 % UNE-EN 14411 (Anexo G)	Grupo BII <sub>a</sub> UNE-EN 14411 (Anexo J)	Grupo BII <sub>b</sub> UNE-EN 14411 (Anexo K)	Grupo BIII <sup>(**)</sup> UNE-EN 14411 (Anexo L)
	Grupo BI <sub>b</sub> 0,5 < E ≤ 3% UNE-EN 14411 (Anexo H)			

(\*) Los Grupos AII<sub>a</sub> y AII<sub>b</sub> se dividen en dos subgrupos atendiendo a diferentes especificaciones de producción (apartados de dimensiones y calidad superficial, y propiedades físicas).

(\*\*) El grupo BIII cubre solamente baldosas esmaltadas. Hay una pequeña cantidad de baldosas prensadas en seco, no esmaltadas con absorción de agua mayor de 10% que no se incluyen en este grupo de producto.

02.- Atendiendo a los métodos de fabricación, las baldosas pueden ser:

- Extruidas (método A): Baldosas cuya masa se moldea en estado plástico mediante una galletera, y la cinta obtenida se corta en piezas de longitud predeterminada.
- Prensadas en seco (moldeo B): Baldosas formadas de una masa reducida a polvo o pequeños granos y moldeadas en matrices a alta presión.

03.- Según la UNE-EN ISO 10545-3 existen 3 grupos de absorción de agua (E) como se indica en el cuadro 21.24.2.

CUADRO 21.24.2.- GRUPOS DE ABSORCIÓN DE AGUA

<b>Baldosas con baja absorción de agua (Grupo I), <math>E \leq 3\%</math></b>	
Baldosas extruidas	$E \leq 0,5\%$ (Grupo AI <sub>a</sub> )
	$0,5\% < E \leq 0,5\%$ (Grupo AI <sub>b</sub> )
Baldosas prensadas en seco	$E \leq 0,5\%$ (Grupo BI <sub>a</sub> )
	$0,5\% < E \leq 3\%$ (Grupo BI <sub>b</sub> )
<b>Baldosas con absorción de agua media (Grupo II), <math>3\% &lt; E \leq 10\%</math></b>	
Baldosas extruidas	$3\% < E \leq 6\%$ (Grupo AII <sub>a</sub> , Partes 1 y 2)
	$6\% < E \leq 10\%$ (Grupo AII <sub>b</sub> , Partes 1 y 2)
Baldosas prensadas en seco	$3\% < E \leq 6\%$ (Grupo BII <sub>a</sub> )
	$6\% < E \leq 10\%$ (Grupo BII <sub>b</sub> )
<b>Baldosas con elevada absorción de agua (Grupo III), <math>E &gt; 10\%</math></b>	

04.- Las baldosas completamente gresificadas, tendrán un valor máximo individual de absorción de agua del 0,5%.

05.- Valores superiores al 20% de absorción de agua deberán ser indicados por el fabricante.

#### 4.- CARACTERÍSTICAS

01.- Las características para las diferentes aplicaciones de las baldosas cerámicas son las dadas en el cuadro 21.24.3.

02.- Las características relativas a dimensiones, aspecto superficial, y las propiedades físicas y químicas, vienen dadas para cada grupo de baldosas cerámicas en el cuadro (21.24.3).

CUADRO 21.24.3.- CARACTERÍSTICAS PARA LAS DIVERSAS APLICACIONES

Características	Suelos		Paredes		Método de ensayo
	Interior	Exterior	Interior	Exterior	Referencia
Longitud y anchura	X	X	X	X	ISO 10545-2
Espesor	X	X	X	X	ISO 10545-2
Rectitud de lados	X	X	X	X	ISO 10545-2
Ortogonalidad	X	X	X	X	ISO 10545-2
Planitud de superficie (curvatura y alabeo)	X	X	X	X	ISO 10545-2
Aspecto superficial	X	X	X	X	ISO 10545-2
<b>Propiedades físicas</b>	<b>Interior</b>	<b>Exterior</b>	<b>Interior</b>	<b>Exterior</b>	<b>Referencia</b>
Absorción de agua	X	X	X	X	ISO 10545-3
Resistencia a la flexión	X	X	X	X	ISO 10545-4
Módulo de ruptura	X	X	X	X	ISO 10545-4
Resistencia a la abrasión profunda de baldosas no esmaltadas	X	X			ISO 10545-6
Resistencia a la abrasión superficial de baldosas esmaltadas	X	X			ISO 10545-7
Dilatación térmica lineal	X	X	X	X	ISO 10545-8
Resistencia al choque térmico <sup>a</sup>	X	X	X	X	ISO 10545-9
Resistencia al cuarteo de las baldosas esmaltadas	X	X	X	X	ISO 10545-11
Resistencia a la helada <sup>b</sup>		X		X	ISO 10545-12
Coefficiente de fricción	X	X			Declarar método utilizado
Expansión por humedad	X	X	X	X	ISO 10545-10
Pequeñas diferencias de color <sup>a</sup>	X	X	X	X	ISO 10545-16
Resistencia al impacto <sup>a</sup>	X	X			ISO 10545-5
<b>Propiedades químicas</b>	<b>Interior</b>	<b>Exterior</b>	<b>Interior</b>	<b>Exterior</b>	<b>Referencia</b>
Resistencia a las manchas					ISO 10545-14
-baldosas esmaltadas	X	X	X	X	ISO 10545-14
-baldosas no esmaltadas <sup>a</sup>	X	X	X	X	ISO 10545-14
Resistencia a ácidos y álcalis de baja concentración	X	X	X	X	ISO 10545-13
Resistencia a ácidos y álcalis de alta concentración <sup>a</sup>	X	X	X	X	ISO 10545-13
Resistencia a los agentes de limpieza domésticos y productos químicos para agua de piscinas	X	X	X	X	ISO 10545-13
Emisión de cadmio y plomo de baldosas esmaltadas <sup>a</sup>	X	X	X	X	ISO 10545-15

a Método disponible, aunque esta norma no especifica valores.

b Para baldosas que se destinan a ser utilizadas en lugares donde pueden estar sometidas a condiciones de hielo.

## 5.- IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

01.- Las baldosas cerámicas y/o su embalaje, deben ser marcados según sigue:

- La marca comercial del fabricante y/o una marca de fabricación propia, y del país de origen.
- La marca de primera calidad.
- La referencia del anexo correspondiente de la Norma UNE-EN 14411 y clasificación ("precisión" o "natural"), cuando sea aplicable.

- Las medidas nominales y las medidas de fabricación.
- La naturaleza de la superficie, es decir: esmaltada (GL) o no esmaltada (UGL).

02.- Las baldosas deben ser designadas como se indica en los ejemplos siguientes:

- Baldosa cerámica, 1ª calidad Norma Europea EN 14411, anexo A, Precisión
- 25 cm x 12,5 cm (W 240 mm x 150 mm x 12 mm) GL
- Baldosa cerámica, 1ª calidad Norma Europea EN 14411, anexo A, Natural
- 15 cm x 15 cm (W 150 mm x 150 mm x 12 mm) UGL

03.- El marcado CE es obligatorio para las baldosas cerámicas, salvo en las excepciones previstas por el Reglamento de Productos de Construcción nº305/2011. Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento de Productos de Construcción nº305/2011. El símbolo de marcado CE para baldosas cerámicas debe aparecer en el embalaje y/o en la documentación comercial que lo acompaña y debe ir acompañado por la información que aparece en el apartado ZA.3 del Anexo ZA de la norma UNE-EN 14411.

04.- Los documentos que, obligatoriamente, el fabricante debe proporcionar en relación al marcado CE son:

- La etiqueta identificativa del marcado CE, tal como se establece en el punto 03.
- Declaración de Prestaciones según lo previsto en el Reglamento de Productos de Construcción nº305/2011
- Instrucciones e información de seguridad del producto en español

Adicionalmente, la Dirección de las Obras podrá exigir la documentación que sea necesaria para justificar todas las características exigidas.

## 6.- CONTROL DE RECEPCIÓN

### 6.1.- Control documental

01.- En cada partida de baldosas cerámicas entregadas en obra se verificará que su marcado y designación corresponden a las especificadas en el proyecto.

02.- Para cada remesa, deberá comprobarse que tanto la documentación facilitada como el etiquetado son conformes con el apartado 5 de este artículo.

### 6.2.- Control mediante inspección a pie de obra

01.- Deberá comprobarse que las baldosas no presentan síntomas evidentes de deterioro.

02.- Se comprobará que las baldosas no presentan indicios de haber estado sometidas a un transporte o almacenamiento inadecuado que puedan haber afectado a las características de las mismas.

### 6.3.- Control mediante ensayos

01.- Para el control de calidad de estos productos se dividirá el pedido en lotes de inspección, formados por partidas de baldosas de un mismo fabricante con propiedades y condiciones presumiblemente uniformes.

02.- Se realizará un ensayo completo para lotes de inspección de más de 1.000 m<sup>2</sup> de baldosas.

03.- Los ensayos de las baldosas se realizarán de acuerdo con los métodos de ensayo indicados en la UNE-EN ISO 10545-1. Se consideran como ensayos perceptivos los contenidos en el cuadro 21.24.3.

04.- Si los resultados obtenidos cumplen las prescripciones exigidas para cada una de las características, se aceptará el lote y de no ser así, la Dirección de las Obras decidirá su rechazo o depreciación a la vista de los ensayos realizados.

#### 7.- MEDICIÓN Y ABONO.

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02. En acopios, las baldosas se abonarán por metros cuadrados suministrados.

## ARTÍCULO 21.25.- TUBOS DE GRES (PCTG99)

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Los tubos de gres son los destinados a conducciones de saneamiento y de drenaje sometidos a nula o baja presión interior. La presión de ensayo máxima será de seiscientos kilopascales (600 kPa) (6,0 bar). Su empleo está especialmente indicado en los casos de aguas agresivas.

02.- Están fabricados a base de arcillas vitrificables o de arcillas a las que se agregan productos fundentes que les den este carácter y, además en un período avanzado de la cocción, se espolvorea el recinto del horno con cloruro sódico, que produce sobre la superficie de las piezas una capa de vitrificación más avanzada.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos de Condiciones de aplicación obligatoria

01.- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de Tuberías de Saneamiento de Poblaciones del MOPU.

02.- Pliego de Prescripciones Técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua (OM 28-7-1974).

#### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- Norma UNE-EN 295-1-93

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las tuberías y sus accesorios se fabricarán con arcillas adecuadas y se cocerán hasta su vitrificación. La calidad y la homogeneidad de la arcilla garantizarán que el producto final cumpla las exigencias de la Norma UNE-EN 295-1-93. Las tuberías y sus accesorios estarán libres de todo defecto que perjudique su correcto funcionamiento durante el servicio.

02.- Se aceptan defectos visuales tales como: pérdidas en el vitrificado, asperezas, pliegues en el paso de la tubería al manguito y daños ligeros en la superficie; siempre que éstos no afecten la impermeabilidad, la durabilidad y el flujo en las tuberías y sus accesorios.

03.- Las tuberías y sus accesorios pueden estar vitrificados o no en su interior o en el exterior. Las tuberías y accesorios vitrificados no necesitan la vitrificación de las superficies de unión de las espigas y los enchufes.

04.- Las tuberías y los accesorios son rígidos y las uniones son flexibles. Todos poseen una alta resistencia a la corrosión.

05.- Los accesorios se completarán fijando entre sí las partes cocidas.

06.- Los productos pueden ser tratados superficialmente después de su cocción.

07.- Todas las tuberías y los accesorios irán marcados con la información siguiente:

– EN 295-1.

- Símbolo CE (Se añadirá una vez que el Consejo de la CE regule el uso del símbolo CE).
- Símbolo de identificación del organismo de certificación.
- Identificación del fabricante.
- Fecha de fabricación.
- Diámetro nominal (DN).
- Sistema de acoplamiento.

08.- Las tuberías también irán marcadas con:

- La resistencia a la compresión en kN/m.
- La resistencia al momento de flexión en (kN/m) si se estima conveniente.

09.- Estas marcas se harán preferiblemente antes del proceso de cocción o, de no ser esto posible, se harán marcas indelebles en cada tubería y accesorio después de la cocción.  
En los codos y las juntas, se marcará además con el valor del ángulo.

10.- Todos los acoplamientos mecánicos, flexibles, suministrados por separado, irán marcados con la identificación del fabricante y el sistema de acoplamiento. Los accesorios de unión (conectores y adaptadores) tendrán la marca de identificación del sistema de acoplamiento que ellos van a conectar.

11.- Los productos llevarán la marca del número de la Norma UNE-EN 295-1-93 sólo si existe un certificado del Organismo de certificación debidamente acreditado de acuerdo con la Norma UNE-EN 295-2-93.

#### 4.- CLASIFICACIÓN

En función de su resistencia a la compresión los tubos de gres cumplirán los valores de los CUADROS 21.25.1 y 21.25.2

CUADRO 21.25.1

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (FN) EXPRESADA EN kN/m DN 100 Y DN 150**

Tamaño Nominal (DN)	Resistencia a la compresión (FN)		
	100	22	28
150	22	28	34



CUADRO 21.25.2

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (FN) EXPRESADA EN kN/m  $\geq$  DN 200**

Diámetro nominal (DN)	Clase L*	Número de clase			
		95	120	160	200
200			24	32	40
225			28	36	45
250			30	40	50
300			36	48	60
350			42	56	70
400		38	48	64	
450		43	54	72	
500		48	60	80	
600	48	57	72		
700	60	67	84		
800	60	76	96		
1.000	60	95			
1.200	60				

\* Tuberías de resistencia inferior

**5.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS****5.1.- Diámetro de los tubos**

01.- Los diámetros nominales de los tubos se ajustarán a los siguientes valores:  
100; 150; 200; 225; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 600; 700; 800; 1.000; 1.200

02.- Otros tamaños nominales > DN 100 pueden ser fabricados para que cumplan esta Norma, con tal de que su diámetro interior mínimo admisible no sea superior a un dos coma cinco por ciento (2,5%) menos que el diámetro nominal, redondeado al milímetro (mm) más cercano.

**5.2.- Tolerancia de los diámetros interiores**

01.- Se admitirán las siguientes tolerancias en milímetros:

Tamaño nominal (DN)	Diámetro mínimo interior (mm)
100	96
150	146
200	195
225	219
250	244
300	293
350	341
400	390
450	439
500	487
600	585
700	682
800	780
1.000	975
1.200	1.170

### 5.3.- Longitud

01.- Las longitudes nominales recomendadas de las tuberías de DN 200 y mayores se regirán por el CUADRO 21.25.3 o serán múltiplos enteros de doscientos cincuenta milímetros (250 mm). No existen longitudes nominales recomendadas para tuberías de DN 100 y DN 150.

CUADRO 21.25.3

#### LONGITUDES NOMINALES RECOMENDADAS

Diámetro nominal (DN)	Longitud (m)
200	1,5 2,0
225	1,5 1,75 2,0
250	1,5 2,0
300	1,5 2,0 2,5
≥ 350	1,5 2,0 2,5 3,0

02.- Además, se recomiendan las longitudes de uno coma cero metros, uno coma seis metros y uno ochenta y cinco metros (1,0 m; 1,6 m y 1,85 m) para el intervalo DN 200 a 450.

### 5.4.- Tolerancia en las longitudes

01.- Los límites de tolerancia en la longitud nominal declarada por el fabricante para las tuberías y los racores rectos se miden con precisión de milímetros. Serán de menos uno por ciento y más cuatro por ciento (-1% y +4%), con límites mínimos de tolerancia de mas o menos diez milímetros ( $\pm 10$  mm). En el caso de los accesorios rectos se aplicará la misma tolerancia a la longitud nominal establecida por el fabricante.

### 5.5. Desviación de la línea recta

01.- Al realizar un ensayo conforme al Capítulo 3 de la UNE-EN 295-3, la desviación permisible en la rectitud de las paredes de la tubería con relación al eje central no será superior a los valores mostrados en el CUADRO 21.25.4 con precisión de milímetros.

CUADRO 21.25.4

**FLECHA**

DN < 150	DN ≥ 150 ≤ 250	DN > 250
6	5	4

Longitud nominal mm/m

**5.6.- Perpendicularidad de los extremos**

01.- La desviación de la perpendicularidad medida con respecto a dos generatrices opuestas en los extremos de la tubería será igual o inferior a seis milímetros (6 mm) hasta DN 300 (incluida).

Para un DN superior a 300, la desviación no excederá un dos por ciento (2%) del DN. El método de ensayo aparece en el Capítulo 2 de la Norma UNE-EN 295-3

**5.7.- Sello hidráulico de los accesorios**

01.- Los sifones para el saneamiento fuera de los edificios y para el alcantarillado tendrán una profundidad mínima en el sello hidráulico de cincuenta milímetros (50 mm).

**5.8.- Ángulo de curvatura y radio de los codos**

01.- Las curvaturas nominales recomendadas de los codos son once coma veinticinco grados, quince grados, veintidós coma cinco grados, treinta grados, cuarenta y cinco grados y noventa grados (11,25°; 15°; 22,5°; 30°; 45°; 90°).

02.- La tolerancia de la curvatura nominal será de tres grados ( $\pm 3^\circ$ ) para codos de once coma veinticinco grados y quince grados (11,25° y 15°); de cuatro grados ( $\pm 4^\circ$ ) para codos de veintidós coma cinco grados y treinta grados (22,5° y 30°) y de cinco grados ( $\pm 5^\circ$ ) para codos de cuarenta y cinco grados y noventa grados (45° y 90°).

03.- El radio medido en el eje neutro, nunca será inferior al diámetro nominal en milímetros (mm), excepto para los codos de "charnela" que pueden tener hasta un DN 150.

**5.9.- Derivaciones de las juntas**

01.- Los ángulos nominales recomendados para las derivaciones son cuarenta y cinco grados y noventa grados (45° y 90°). La tolerancia para el valor nominal de la derivación será de más o menos cinco grado ( $\pm 5^\circ$ ).

**6.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MECÁNICAS****6.1.- Resistencia a la compresión (FN)**

01.- Cuando es ensayada, conforme al Capítulo 4 de la Norma UNE-EN 295-3, la resistencia a la compresión de las tuberías o tramos de tuberías, no sea inferior a los valores dados en las tablas 21.25.1 y 21.25.2.

02.- Se pueden declarar resistencias a la compresión mayores, para tuberías de DN 100 o DN 150, si el aumento se realiza en intervalos de 6 kN/m.

03.- La resistencia a la compresión de otros tamaños nominales, no incluidas en la Clase L, se calcularán por la fórmula:

$$\text{Resistencia a la compresión} = \frac{\text{Número de Clase} \times \text{DN}}{1.000} \text{ (kN/m)}$$

04.- Se pueden declarar otras resistencias a la compresión superiores, con tal de que se ajusten a los requisitos de la clase inmediata superior. Los números de clase están limitados a los valores de 95, 120, 160 y 200, y a partir de aquí en incrementos de 40.

05.- A efectos de cálculo, el fabricante deberá declarar el espesor nominal de la pared y el diámetro nominal exterior.

#### 6.2.- Resistencia a la flexión

01.- Si no se dispone de tuberías enteras o tramos de tuberías, se puede realizar un ensayo de la resistencia a la flexión, conforme al Capítulo 5 de la Norma UNE-EN 295-3, con trozos de tuberías rotas para determinar la resistencia a la compresión de una tubería.

02.- La resistencia a la flexión de la tubería se calculará a partir de la resistencia media a la flexión de al menos diez muestras de ensayo.

#### 6.3.- Resistencia al momento de flexión (RMF)

01.- Cuando es ensayada, conforme al Capítulo 6 de la Norma UNE-EN 295-3, la resistencia al momento de flexión en tuberías con diámetros nominales inferiores o iguales a DN 225 y con longitudes nominales mayores a uno coma uno milímetros (1,1 mm), no será inferior a los valores del CUADRO 21.25.5.

CUADRO 21.25.5

**RESISTENCIA AL MOMENTO DE FLEXIÓN (RMF) EXPRESADA EN kN/m PARA LOS VALORES DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (FN) EXPRESADOS EN kN/m**

Diámetro nominal (DN)	FN	BMR	FN	BMR	FN	BMR
100	22	1,0	28	1,3	34	1,7
150	22	2,8	28	3,4	34	4,0
200	24	5,2	32	6,2	40	7,4
225	28	6,5	36	7,4	45	9,0

02.- Se requerirán valores mayores de resistencia al momento de flexión en caso de declararse valores para la resistencia a la compresión superiores a los CUADROS 21.25.1 y 21.25.2.

**6.4.- Adherencia de la sustancia adhesiva utilizada para unir las partes de arcilla cocida**

01.- Resistencia mínima a la flexión. Las probetas no romperán a través de las sustancia adhesiva ni en las zonas de contacto unidas por esta sustancia durante la realización de un esfuerzo de flexión equivalente a cinco Newtons por milímetro cuadrado ( $5 \text{ N/mm}^2$ ), después de un proceso de curado total, si éstas son fabricadas y ensayadas conforme al Capítulo 7 de la Norma UNE-EN 295-3.

**6.5.- Resistencia a la fatiga bajo cargas intermitentes**

01.- Las tuberías de gres deben ser resistentes a la fatiga producida por cargas intermitentes. Para condiciones especiales de aplicación, la resistencia a la fatiga se verificará por cargas cíclicas de  $2 \times 10^6$  ciclos con una carga equivalente variando entre cero coma uno y cero coma cuatro (0,1 y 0,4) veces la resistencia a la compresión de la tubería. Las probetas soportarán el ensayo sin rotura, que se realizará de acuerdo al Capítulo 8 de la Norma UNE-EN 295-3.

**6.6.- Estanquidad al agua de las tuberías**

01.- Cuando las tuberías y los tramos de tuberías son ensayadas de acuerdo con el Capítulo 9 de la Norma UNE-EN 295-3 el agua añadida  $W_{15}$  necesaria para mantener la presión de cincuenta kilopascasles (50 kPa), no excederá los cero coma cero siete litros por metro cuadrados ( $0,07 \text{ litros/m}^2$ ) del área de la pared interna de la tubería, sin provocar fugas.

**6.7.- Resistencia al ataque químico**

01.- Las tuberías de gres, y los accesorios deben ser resistentes al ataque químico. Para condiciones especiales de aplicación, la resistencia al ataque químico puede determinarse mediante la realización del ensayo descrito en el Capítulo 10 de la Norma UNE-EN 295-3

**6.8.- Rugosidad hidráulica**

01.- Las tuberías de gres y los accesorios deben tener una baja rugosidad hidráulica.

02.- Para condiciones especiales de aplicación, la rugosidad hidráulica puede determinarse mediante realización del ensayo expuesto en el Capítulo 11 de la Norma UNE-EN 295-3.

**6.9.- Resistencia a la abrasión**

01.- Las tuberías de gres y los accesorios deben ser resistentes a la abrasión. Para condiciones especiales de aplicación, la resistencia a la abrasión puede determinarse mediante el uso del método de ensayo que aparece en el Capítulo 12 de la Norma UNE-EN 295-3.

#### 6.10.- Estanquidad de los accesorios

01.- Los accesorios se comprobarán de acuerdo al Capítulo 13 de la Norma UNE-EN 295-3, utilizando un ensayo de aire o agua.

02.- Al someter las paredes de los accesorios a un ensayo de aire, estas soportarán una presión de aire inicial equivalente a cien milímetros (100 mm) de columna de agua y no descenderá por debajo de los setenta y cinco milímetros (75 mm) de columna de agua en cinco minutos (5 min).

03.- Si se realiza un ensayo interno de agua, las paredes soportarán una presión inicial de agua de cincuenta kilopascales (50 kPa) durante cinco minutos (5 min.), sin fugas.

#### 6.11.- Material de las juntas

##### 6.11.1.- Juntas de estanquidad de caucho

01.- Las juntas de estanquidad de caucho cumplirán los requisitos de la Norma ISO/DIN 4633.

02.- Cuando las juntas de estanquidad de caucho se acoplen a las tuberías, no mostrarán grietas visibles como resultado del ensayo en ozono, según el Capítulo 14 de la Norma UNE-EN 295-3.

##### 6.11.2.- Juntas de estanquidad de poliuretano

01.- Las juntas de estanquidad de poliuretano cumplirán los requisitos materiales del CUADRO 21.25.6, una vez realizado el ensayo de acuerdo con el Capítulo 15 de la Norma UNE-EN 295-3.

CUADRO 21.25.6

### REQUISITOS MATERIALES PARA LAS JUNTAS DE ESTANQUIDAD DE POLIURETANO

Ensayo	Unidades de medida	Requisitos	Capítulo de la Norma UNE-EN 295-3
Resistencia a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	≥ 2	15,2
Alargamiento de rotura	%	≥ 90	15,2
Dureza	Shore A o DIDC	67 ± 5	15,3
Deformación remanente por compresión una temperatura de 70°C durante 24h	%	< 20	15,5
Deformación remanente por compresión a una temperatura de 23°C durante 70h	%	< 5	15,5
Resistencia al envejecimiento	Shore A o DIDC	67 ± 5	15,6
Relajación de esfuerzos a A <sub>σ1.4</sub>	%	≤ 14	15,4
Relajación de esfuerzos a A <sub>σ1.5</sub>	%	≤ 15	15,4
Comportamiento a baja temperatura	Shore A o DIDC	≤ 80	15,7

### 6.11.3.- Acoplamiento con manguitos de polipropileno. Requisitos materiales.

01.- Al realizar una comprobación, de acuerdo con el Capítulo 16 de la Norma UNE-EN 295-3, en los acoplamientos con manguitos de polipropileno elaborados por fabricantes que poseen la licencia de la marca de certificación para la Norma UNE-EN 295-3, estos cumplirán con los requisitos materiales del CUADRO 21.25.7.

CUADRO 21.25.7

#### REQUISITOS MATERIALES PARA LOS ACOPLAMIENTOS CON MANGUITO DE POLIPROPILENO

Ensayo	Unidad de medida	Requisitos	Capítulo de la Norma UNE-EN 295-3
Índice de fluidez	-	$\leq 1,5$ veces el valor nominal	16,1
Resistencia a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	$\geq 20$	16,2
Alargamiento a la rotura	%	$\geq 200$	16,2
Temperatura elevada	-	Sin defectos	16,3

### 6.11.4.- Acoplamiento con manguito de polipropileno. Requisitos de funcionamiento

01.- Los acoplamientos con manguito de polipropileno comprados a un proveedor externo, resistirán:

- Una presión interna constante de agua de sesenta kilopascales (60 kPa) (0,6 bar) por minuto como mínimo, sin fuga visible.
- Una presión interna constante de aire de treinta kilopascales (30 Kpa) (0,3 bar) durante un minuto, sumergidos en agua, sin fuga visible cuando se ensayan según el Capítulo 17 de la Norma UNE-EN 295-3.

### 6.11.5.- Juntas realizadas con otros materiales

01.- Otros materiales utilizados en las uniones cumplirán con las especificaciones declaradas por el fabricante de tuberías y accesorios, las cuales incluirán los requisitos para el comportamiento a largo plazo.

## 6.12.- Estanquidad al agua de las juntas

### 6.12.1.- Presión interna

01.- Las juntas de unión cumplirán los requisitos de los Apartados 6.13 y 6.14, cuando son ensayadas a presiones internas de cinco kilopascales (5 kPa) (0,05 bar) y cincuenta kilopascales (50 kPa) (0,5 bar). Un componente no se ensayará en más de una unión.

### 6.12.2.- Presión externa

01.- Las juntas de unión cumplirán los requisitos de los Apartados 6.13 y 6.14, al ser sometidas a presiones externas de cinco kilopascales (5 kPa) (0,05 bar) y cincuenta kilopascales (50 kPa) (0,5 bar).

## 6.13.- Deformación angular

01.- La junta de unión de una tubería se flexionará mediante el método descrito en el Capítulo 18 de la Norma UNE-EN 295-3, hasta el límite establecido en el CUADRO 21.25.8 para su tamaño nominal, y una

vez deformada, ésta soportará presiones constantes de cinco kilopascales (5 kPa) (0,05 bar) y cincuenta kilopascales (50 kPa) (0,5 bar), según se especifica en el Apartado 6.12, durante 5 minutos, sin fuga visible.

CUADRO 21.25.8

## DEFORMACIÓN

Diámetro nominal (DN)	Deformación por metro de longitud de tubería flexionada (mm)
100-200	80
112-500	30
600-800	20
> 800	10

**6.14.- Resistencia al esfuerzo cortante**

01.- Se comprobará la junta de unión por medio de los métodos descritos en el Capítulo 18 de la Norma UNE-EN 295-3. Se aplicará a una tubería una carga externa para provocar una carga de esfuerzo cortante en la junta de unión de veinticinco Newton por milímetro cuadrado (25 N/mm<sup>2</sup>) de su diámetro nominal.

02.- La unión resistirá, sin fuga visible, las presiones constantes especificadas en el Apartado 6.12 durante 15 minutos.

03.- En caso de declararse resistencias a la presión superiores a los valores de los CUADROS 21.25.1 ó 21.25.2, se requerirán cifras superiores para la resistencia al esfuerzo cortante.

04.- Las juntas que pasen este ensayo se considerarán resistentes a la penetración de raíces.

**6.15.- Continuidad del curso del agua**

01.- Al ensayarse de acuerdo con el Capítulo 19 de la UNE-EN 295-3, la diferencia en los niveles de las paredes interiores de las tuberías y acoplamientos contiguos, no excederán los valores siguientes:

- Cinco milímetros (5 mm) hasta e incluyendo DN 300.
- Seis milímetros (6 mm) para mayores que DN 300 e incluyendo DN 600.
- Un uno por ciento (1 %) del tamaño nominal en milímetros (mm) por encima de DN 600.

**6.16.- Intercambiabilidad de juntas**

01.- En los CUADROS 21.25.9 y 21.25.10 aparecen las dimensiones de 7 sistemas de acoplamiento disponibles en Europa.

02.- En el CUADRO 21.25.9 se muestran los sistemas de acoplamiento A,B,C y D, en los que el diámetro interno del enchufe o de los elementos de sellado de éste (d<sub>4</sub>) es la dimensión de referencia.

03.- El cuadro 21.25.10 abarca los sistemas de acoplamiento E,F y G, en los que el diámetro externo de la espiga (d<sub>3</sub>) es la dimensión de referencia (véase figura 1).

04.- Son directamente intercambiables las tuberías y acoplamientos pertenecientes al mismo sistema que aparecen en el CUADRO 21.25.9 con igual diámetro nominal y clase.

05.- No son intercambiables las tuberías y los acoplamientos de igual tamaño, pero de clases diferentes. Son directamente intercambiables las tuberías y acoplamientos con igual sistema para tuberías con DN



igual o mayor que doscientos cincuenta milímetros (250 mm) (véase CUADRO 21.25.10), y con igual tamaño nominal y clase.

06.- Se aceptan otros sistemas de dimensiones con diferentes valores de  $d_3$  y  $d_4$ , siempre que las tuberías y los acoplamientos cumplan con el Apartado 5.2. y las uniones de la junta don el 6.11, y los Apartados 6.12 a 6.15 y 3.7 a 3.9.

07.- Los fabricantes que utilicen sistemas de acoplamiento con diferentes dimensiones a los CUADROS 21.25.9 y 21.25.10, en caso necesario, ofrecerán adaptadores que se ajusten a las dimensioens de los sistemas de los CUADROS 21.25.9 y 21.25.10.

#### **6.17.- Resistencia a los ataques físicos y químico de los líquidos residuales.**

##### *6.17.1.- Juntas de unión*

01.- Las juntas de unión se comprobarán por los métodos descritos en el Capítulo 20 de la Norma UNE-EN 295-3, utilizando todas las soluciones de ensayo especificadas. Se empleará una junta de unión por separado para cada solución de ensayo. Cada junta de unión que ha sido sometida a la acción de una solución de ensayo soportará, sin fuga visible, las presiones internas constantes especificadas en el Apartado 6.12 durante cinco (5) minutos.

##### *6.17.2.- Materiales*

01.- En el Capítulo 22 de la Norma UNE-EN 295-3 aparece un método para determinar el índice de resistencia al ataque químico (CR) de los materiales utilizados en las uniones de la tuberías que transportan líquidos residuales con una agresividad superior a la normal.

#### **6.18.- Estabilidad a los ciclos térmicos**

01.- Las juntas de unión resistirán cambios cíclicos de temperatura de menos diez grados ( $-10^{\circ}\text{C}$ ) a mas setenta grados ( $70^{\circ}\text{C}$ ), sin daños, visibles al ensayarse de acuerdo al Capítulo 21.1 de la Norma UNE-EN 295-3. Finalmente, se realizará un ensayo de la estanquidad al agua de acuerdo con el Apartado 6.12.1

#### **6.19.- Estabilidad térmica a largo plazo**

01.- Las juntas de unión soportarán un ensayo de la estabilidad térmica a largo plazo de acuerdo con el Apartado 21.1 de la Norma UNE-EN 295-3, durante siete días a una temperatura de cuarenta y cinco grados ( $45^{\circ}\text{C}$ ) más cinco grados ( $+ 5^{\circ}\text{C}$ ) menos cero grados ( $- 0^{\circ}$ ).

02.- Finalmente, se realizará un ensayo de la estanquidad al agua según se especifica en el Apartado 6.12.1.



CUADRO 21.25.9

**DIMENSIONES Y TOLERANCIAS PARA SISTEMAS DE ACOPLAMIENTO CONTROLADOS  
POR LOS DIÁMETROS DE LOS ENCHUFES  $D_4$  = DIÁMETRO INTERNO DEL ENCHUFE O DEL  
ELEMENTO DE SELLADO DEL ENCHUFE.**

DN	Número de clase	FN kN/m	Sistema A		Sistema B		Sistema C		Sistema D	
			d4 mm	+ - mm	d4 mm	+ - mm	d4 mm	+ - mm	d4 mm	+ - mm
100	-	28							146,8	0,5
150	-	28					197,0	0,5	204,5	0,5
150	-	34					202,0	0,5	212,5	0,5
150	-	(40)	185,8	0,2	195,0	0,5	208,0	0,5		
200	120	24					256,0	0,5		
200	160	32			250,0	0,5	260,0	0,5	265,0	0,5
200	200	40	244,5	0,2	252,0	0,5	269,0	0,5	269,0	0,5
200	(240)	48	248,5	0,2	254,0	0,5	275,0	0,5		
225	120	28								
225	160	36	276,0	0,2					294,6	0,5
225	200	45	281,0	0,2					306,0	0,5
250	120	30					315,0	0,5		
250	160	40	306,8	0,2	309,0	0,5	317,5	0,5	331,3	0,6
250	200	50	313,0	0,2	313,0	0,5	328,0	0,5	336,5	0,6
250	(240)	60	319,0	0,2	319,0	0,5	341,5	0,5		
300	120	36					375,5	0,5	385,8	0,6
300	160	48	367,7	0,25			371,5	0,5	404,4	0,6
300	200	60	373,7	0,25			402,0	0,5	409,8	0,6
350	120	42					431,5	0,5	443,0	0,7
350	160	56					433,5	0,5	455,0	0,7
350	200	70					459,0	0,5	474,3	0,7
400	95	38					481,0	0,5		
400	120	48					483,5	0,5	521,0	0,75
400	160	64					507,5	0,5	529,0	0,75
400	(200)	80					515,5	0,5	545,0	0,75
450	95	43							572,0	0,75
450	120	54					547,0	0,5	583,1	0,75
450	160	72					579,0	0,5	600,0	0,75
500	95	48					609,0	0,5	639,0	0,5
500	120	60					605,0	0,5	651,5	0,5
500	160	80					637,0	0,5	662,3	0,5
600	L	48					697,0	0,5		
600	95	57					720,0	0,5	739,8	0,5
600	120	72					737,5	0,5	751,0	0,5
600	(160)	96					758,0	0,5		
700	L	60					826,5	0,5	842,0	0,6
700	95	67					840,0	0,5	854,4	0,6
700	120	84					871,0	0,5		
800	L	60					932,0	0,5	958,6	0,7
800	95	76					950,0	0,5	967,6	0,7
800	120	96					976,0	0,5		
1000	L	60					1152,5	0,5	1179,3	0,8
1000	95	95					1203,0	0,5	1195,5	0,8
1000	(120)	120								
1200	L	60					1380,0	0,5		

La tolerancia de  $d_4$  siempre será inferior a 1,0 mm del intervalo para cualquier otro sistema especificado en esta tabla.



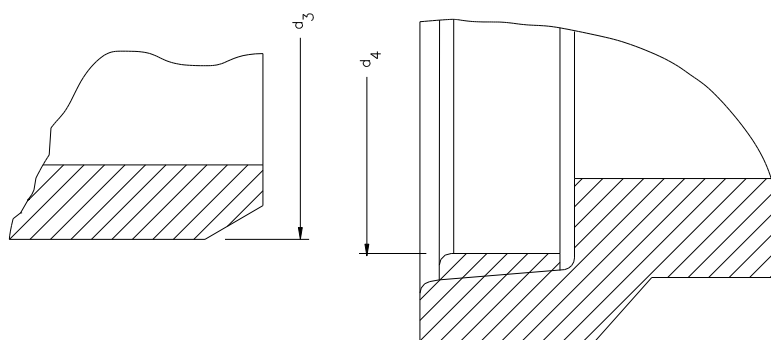
CUADRO 21.25.10

**DIMENSIONES Y TOLERANCIAS PARA SISTEMAS DE ACOPLAMIENTO CONTROLADOS  
POR LOS DIÁMETROS DE LAS ESPIGAS**

DN	Número de clase	FN kN/m	Sistema E		Sistema F		Sistema G	
			d <sub>3</sub> mm	+ - mm	d <sub>3</sub> mm	+ - mm	d <sub>3</sub> mm	+ - mm
100	-	22						
100	-	28					131,40	2,00
100	-	34			131	1,5	139,10	2,00
100	-	(40)	122	1,5	138	2,0		
150	-	22					187,20	3,50
150	-	28					187,75	2,75
150	-	34			186	2,0	196,20	3,50
150	-	(40)	178	1,5	194	2,0		
200	120	24					244,90	4,00
200	160	32	231	2,0	242	3,0	244,75	2,25
200	200	40	234	2,0	248	3,0	252,90	4,00
200	(240)	48	237	2,0				
225	120	28			280	2,0	272,75	2,25
225	160	36	259	2,0	271	3,0	278,00	4,00
225	200	45	263	2,0			284,00	4,00
250	120	30					310,00	3,50
250	160	40	287	3,0	287	3,0	320,00	3,50
250	200	50	292	3,0	292	3,0		
250	240	60	296	3,0	296	3,0		
300	120	36					374,00	4,00
300	160	48	348	4,0			380,00	4,00
300	200	60	354	4,0				
400	95	38					486,00	5,00
400	120	48	459	5,0			498,00	5,00
400	160	64	469	5,0				

d<sub>3</sub> = valor medio del diámetro exterior de la espiga (circunferencia ÷ n).

Fig. 21.25.1



Dimensiones de la junta

## 7.- RECEPCIÓN

01.- Las verificaciones y ensayos de recepción tanto en fábrica como en obra, se realizarán previamente a la aplicación del revestimiento de protección sobre el tubo.

02.- Se realizarán, con carácter preceptivo, las pruebas de recepción siguientes:

- a) Comprobación del aspecto, según Apartado 3.
- b) Comprobación geométrica, según Apartado 5.
- c) Prueba de estanquidad, según Apartado 6.6.
- d) Ensayo de compresión, según Apartado 6.1.

03.- En obra se clasificarán los tubos en lotes de quinientas (500) unidades o fracción, según la procedencia, categoría y diámetro nominal, salvo que el Director autorice expresamente la formación de lotes de mayor tamaño.

04.- Se procederá a la comprobación de los puntos a),b),c) y d) del Apartado 7.02, por este orden precisamente.

05.- En el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinada "Marca de calidad", concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo establecido en el Artículo 15.52.

## 8.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de los tubos de gres se realizará de acuerdo con lo establecido para la unidad de obra de que formen parte.

02.- En concepto, los tubos se medirán por metros lineales (ml) de longitud útil.

## ARTÍCULO 21.26.- TABLEROS CERÁMICOS

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se definen como tableros cerámicos las piezas obtenidas por moldeo, secado y cocción a alta temperatura de una pasta arcillosa, con dos dimensiones considerablemente mayores que la tercera.

02.- El largo se encuentra generalmente entre medio metro y dos metros (0,5 a 2 m) y el ancho suele ser de veinticinco o treinta centímetros (25 o 30 cm).

03.- También se denominan rasillones.

04.- Los usos que pueden tener estas piezas son:

- Cubiertas sobre tabiques palomeros
- Cubiertas sobre viguetas autoportantes
- Encofrado perdido
- Bóvedas
- Recrecidos
- Aleros y voladizos
- Revestimiento de estructuras

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e Instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Código Técnico de la Edificación

#### 2.2.- Normas básicas de referencia

01.- UNE 67041. Tableros cerámicos de arcilla cocida para cubiertas. Designación y especificaciones.

02.- UNE 67042. Piezas cerámicas de arcilla cocida de gran formato. Determinación de la resistencia a flexión.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- En el Proyecto se definirán las propiedades que se le exige a los tableros en función del uso que vayan a tener.

02.- Los tableros cerámicos deberán ser homogéneos, uniformes de textura compacta, carecer de grietas, coqueras, planos de exfoliación y materias extrañas que puedan disminuir su resistencia y duración.

03.- Ensayadas según la norma UNE 67041, habrá menos de una pieza fisurada.

04.- Ensayadas según la norma UNE 67043, las piezas cumplirán las tolerancias geométricas siguientes:

- Planeidad:  $\leq 5$  mm
- Longitud:  $\pm 1,5\%$
- Anchura:  $\pm 2,0\%$

05.- Las piezas deberán soportar una carga concentrada de 1230 N. Se aplicará según la Norma UNE 67042.

#### 4.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Con objeto de determinar si el producto es en principio aceptable o no, se verificará, en fábrica o a su llegada a obra el material que vaya a ser suministrado, a partir de una muestra extraída del mismo.

03.- Sobre dicha muestra se determinarán, con carácter preceptivo, las características, que deberán cumplir las condiciones establecidas en el Proyecto y en este Pliego.

04.- Si del resultado de estos ensayos se desprende que el producto no cumple con alguna de las características exigidas se rechazará el suministro. En caso contrario, se aceptará el mismo con carácter provisional, quedando condicionada la aceptación de cada uno de los lotes que a continuación se vayan recibiendo en obra al resultado de los ensayos de control.

05.- En el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinada “Marca de Calidad”, concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo establecido en el Artículo 15.52.

#### 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## CAPÍTULO 22.- PRODUCTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

### Sección 1.<sup>a</sup>

#### PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL

#### ARTÍCULO 22.11.- ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ESTRUCTURALES PARA EDIFICACIÓN

##### 1.- DEFINICIONES

##### 01.- Producto prefabricado de hormigón (UNE-EN 13369)

Producto hecho de hormigón, pudiendo estar fabricado de acuerdo con una norma de producto específica, en un lugar distinto de su localización final de uso, protegido de las condiciones ambientales adversas durante la fabricación y que es el resultado de un proceso industrial bajo un sistema de control de producción en fábrica, con la posibilidad de acortar los plazos de entrega.

##### 02.- Producto prefabricado de hormigón estructural (UNE-EN 13369)

Es aquel elemento prefabricado de hormigón que tenga una función crítica con respecto a la resistencia mecánica y/o la estabilidad de la construcción en la que está incorporado.

##### 03.- Placas alveolares (UNE-EN 1168)

Elemento monolítico pretensado o armado, con un canto total constante, dividido en una placa superior e inferior (denominadas alas), unidas por almas verticales, formando así alveolos como huecos longitudinales en la sección transversal, que es constante y presenta un eje vertical simétrico.

Su uso principal es como elemento de construcción de forjados y cubiertas de edificios.

Los elementos se pueden usar actuando de forma conjunta con una capa de compresión estructural moldeada in situ sobre la pieza.

##### 04.- Pilotes de cimentación (UNE-EN 12794)

Pilotes de cimentación prefabricados de hormigón elaborados en fábrica para su uso en trabajos en obra civil y edificación y puestos en obra por medio de impacto, vibración, presión u otras técnicas adecuadas

La sección transversal puede ser sólida o de núcleo hueco, ya sea prismática o cilíndrica. La sección transversal puede ser constante a lo largo de toda la longitud del pilote, o disminuir parcial o totalmente a lo largo del pilote o, en su caso, de las secciones longitudinales del pilote.

##### 05.- Elementos para forjados nervados (UNE-EN 13224)

Elemento prefabricado consistente en una placa rigidizada mediante uno o más nervios

Los elementos pueden estar simplemente apoyados o conectados longitudinalmente sobre o con las vigas con el fin de asegurar una continuidad total o parcial. También pueden diseñarse con la mitad de juntas en los extremos con el fin de reducir el espesor total.

##### 06.- Elementos lineales estructurales (UNE-EN 13225)

Comprende los elementos prefabricados lineales tales como columnas, vigas y pórticos, de hormigón de peso normal armado o pretensado, empleados con fines estructurales en la construcción de edificios:

- Viga: elemento, generalmente horizontal, destinado a soportar esfuerzos esencialmente de flexión.
- Columna: elemento de soporte vertical, sometido principalmente a compresión.
- Pórtico: estructura compuesta de dos o más elementos lineales unidos para ser estables.

#### 07.- Elementos especiales para cubiertas (UNE-EN 13693)

Elementos prefabricados especiales para cubiertas fabricados con hormigón de peso normal, armado o pretensado, empleados para la construcción de edificaciones, con o sin función de separación con respecto a la resistencia al fuego.

Se trata de elementos estructurales de pared delgada con perfil transversal deformable, tales como placas plegadas o elementos laminares curvos, siendo su uso previsto específico para cubiertas con sus cargas típicas.

#### 08.- Prelosas para forjados (UNE-EN 13747)

Placas de hormigón armadas o pretensadas generalmente utilizadas como encofrado permanente para el hormigón moldeado in situ, el cual, una vez endurecido, conforma una placa de forjado compuesta.

#### 09.- Garajes (UNE-EN 13978-1)

Los garajes de hormigón armado prefabricados son producidos como unidades de una pieza o como un conjunto de secciones individuales con dimensiones de una habitación en fábricas fijas. Estos garajes están previstos para ser montados sobre cimientos proyectados por otros y conforme con el comportamiento de las unidades prefabricadas.

Pueden colocarse de forma aislada en cualquier sitio, pueden tener terraplenes detrás de alguna de las paredes (relleno de tierras) o estar cubiertos de tierra o pueden estar contruidos con un área de aparcamiento para coches o un segundo piso de garajes.

#### 10.- Escaleras (UNE-EN 14843)

Las escaleras prefabricadas de hormigón se clasifican en dos familias principales de productos:

- Escaleras monolíticas contruidas a partir de elementos prefabricados de hormigón que incluyen tramos de escaleras, rellanos o una combinación de estos elementos. Pueden incluir elementos portantes verticales;
- Escaleras contruidas a partir de escalones individuales, portantes o no, ensambladas en obra, con, por ejemplo, zancas o un pilar central.

#### 11.- Elementos de cimentación (UNE-EN 14991)

Elementos prefabricados para cimentaciones. Comprende pilares con elementos de cimentación integrados, elementos de cimentación en cáliz, cálices, etc. fabricados con hormigón armado de peso normal

#### 12.- Elementos de muros (UNE-EN 14992)



Paneles prefabricados de hormigón normal (en masa, armado o pretensado). También se puede emplear hormigón armado con fibras (de acero, polímero u otras fibras cubiertas por las normas europeas como las fibras de vidrio).

Pueden ser portantes o no.

- Muros portantes: muro estructural, que puede soportar cargas externas (P.ej. viento) o es importante para la seguridad de las personas. P.ej. paneles de fachada y parapetos, excluyendo pequeños aplacados de fachada.
- Muros no portantes: muro que sólo puede soportar su propio peso y no es necesario para la estabilidad de la edificación o no es importante para la seguridad de las personas.

### 13.- Viguetas (UNE-EN 15037-1)

Elemento lineal estructural de pequeña sección transversal, constituido de hormigón armado o pretensado, prefabricado en su totalidad o parcialmente. Puede incluir elementos que pueden o no contribuir a su resistencia (por ejemplo, talón o estructura de arcilla).

Se contemplan tanto viguetas autoportantes (asegura la resistencia final del sistema de forjado, independientemente de cualquier otro elemento constitutivo del sistema) como no autoportantes (asegura la resistencia final del forjado conjuntamente con el hormigón moldeado in situ y eventualmente con las bovedillas).

### 14.- Bovedillas de hormigón (UNE-EN 15037-2)

Desarrolladas en el Artículo 22.43

### 15.- Otros productos no normalizados

Para el caso de productos prefabricados de hormigón estructurales para edificios que no queden recogidos en ninguna norma de producto, se aplicará igualmente los requisitos definidos en los siguientes capítulos.

## 2.- NORMATIVA TÉCNICA

### 2.1.- Reglamentación general

- 01.- Instrucción de Hormigón Estructural vigente.
- 02.- Código Técnico de la Edificación.
- 03.- Reglamento de Productos de Construcción nº 305/2011

### 2.2.- Normas UNE de referencia

- 01.- UNE-EN 13369 Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón

### 2.3.- Normas UNE-EN que implican Mercado CE

- 01.- UNE-EN 1168 Placas alveolares
- 02.- UNE-EN 12794 Pilotes de cimentación
- 03.- UNE-EN 13224 Elementos para forjados nervados

- 04.- UNE-EN 13225 Elementos lineales estructurales
- 05.- UNE-EN 13693 Elementos especiales para cubiertas
- 06.- UNE-EN 13747 Prelosas para forjados
- 07.- UNE-EN 13978-1 Garajes prefabricados de hormigón
- 08.- UNE-EN 14843 Escaleras
- 09.- UNE-EN 14991 Elementos de cimentación
- 10.- UNE-EN 14992 Elementos de muros
- 11.- UNE 127992-1 Elementos para muros. Parte 1: Productos prefabricados de hormigón armados con fibras de vidrio. Complemento nacional a la Norma UNE-EN 14992
- 12.- UNE-EN 15037-1 Viguetas (sistemas de forjado vigueta y bovedilla)

### 3.- CONDICIONES TÉCNICAS PREVIAS

01.- Los productos prefabricados de hormigón que se incorporen con carácter permanente a las estructuras deberán presentar las características suficientes para cumplir las exigencias de la Instrucción de Hormigón Estructural vigente, en particular, mediante la declaración de los valores de las características esenciales definidas en el Anexo ZA de cada norma de producto correspondiente, o en el caso de no disponer de norma de producto específica, de aquellas características que se definan como necesarias para evaluar la idoneidad del elemento.

02.- Las plantas de fabricación de productos prefabricados de hormigón deberán disponer de los sistemas adecuados de gestión de los acopios que les permitan mantener los niveles de trazabilidad a lo largo de todo el proceso constructivo.

03.- En el Proyecto se estudiarán los estados de carga de las situaciones provisionales durante las fases de fabricación, transporte, descarga y manipulación, acopio, montaje, mantenimiento y deconstrucción.

04.- Los productos vendrán acompañados por sus instrucciones de montaje, con sus correspondientes planos y detalles. Como mínimo deberán contener:

- Planos de instalación consistentes en plantas y secciones con la posición y las conexiones de los productos en las obras terminadas,
- Datos de instalación con las propiedades requeridas in situ del material, cuando sea necesario;
- Instrucciones de instalación con los datos necesarios para el manejo, almacenaje, ajuste, conexión y trabajos de finalización.

05.- En el proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en las Normas correspondientes, para los requisitos siguientes:

- Placas alveolares (EN 1168):
  - Resistencia a compresión (del hormigón)
  - Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)
  - Resistencia mecánica
  - Resistencia al fuego (para la capacidad portante)

- Aislamiento al ruido transmitido aéreo y transmisión del ruido por impacto
  - Detalles constructivos
  - Durabilidad
- Pilotes de cimentación de clase 1 empleados en la edificación y obras de ingeniería civil (EN 12794):
  - Resistencia a compresión (del hormigón)
  - Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)
  - Resistencia mecánica (por cálculo)
  - Detalles constructivos
  - Durabilidad de la resistencia mecánica
  - Rigidez de las juntas
- Pilotes de cimentación de clase 2 empleados en la edificación y obras de ingeniería civil (EN 12794):
  - Resistencia a compresión (del hormigón)
  - Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)
  - Resistencia mecánica (por cálculo)
  - Detalles constructivos
  - Durabilidad de la resistencia mecánica
  - Rigidez de las juntas
- Elementos prefabricados para forjados nervados (EN 13224):
  - Resistencia a compresión (del hormigón)
  - Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)
  - Resistencia mecánica (mediante cálculo)
  - Resistencia al fuego (para la capacidad portante)
  - Durabilidad
  - Detalles constructivos
- Elementos lineales (EN 13225):
  - Resistencia a compresión (del hormigón)
  - Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)
  - Resistencia mecánica
  - Resistencia al fuego (para la capacidad portante)
  - Sustancias peligrosas
  - Durabilidad frente a la corrosión
  - Detalles constructivos
- Elementos especiales para cubiertas y sus elementos complementarios (EN 13693):
  - Resistencia a compresión (del hormigón)
  - Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)
  - Resistencia mecánica (por cálculo)
  - Resistencia al fuego (solo para uso portante), integridad y aislamiento
  - Reacción frente al fuego
  - Aislamiento acústico aéreo (solo para aplicaciones acústicas)
  - Durabilidad frente a la corrosión
  - Durabilidad frente a los ciclos de hielo-deshielo (solo para aplicaciones expuestas)
  - Detalles
- Prelosas (EN 13747):
  - Resistencia a compresión (del hormigón)
  - Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)
  - Resistencia mecánica
  - Resistencia al fuego (para la capacidad portante)
  - Índice de aislamiento al ruido transmitido por el aire e índice de transmisión del ruido por impacto
  - Detalles constructivos
  - Durabilidad
- Garajes prefabricados de hormigón o sus unidades suplementarias (EN 13978-1):
  - Resistencia a compresión (del hormigón)
  - Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)

- Resistencia mecánica (por cálculo)
- Resistencia al fuego (resistencia mecánica, integridad y aislamiento)
- Reacción al fuego
- Resistencia al impacto de un vehículo a muy baja velocidad
- Aislamiento acústico
- Durabilidad frente a la corrosión
- Durabilidad frente a los ciclos de hielo-deshielo (solo para aplicaciones expuestas)
- Detalles constructivos
- Escaleras prefabricadas de hormigón (EN 14843):
  - Resistencia a compresión (del hormigón)
  - Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)
  - Capacidad portante o resistencia mecánica
  - Resistencia al fuego
  - Detalles constructivos
  - Transmisión del ruido de impacto
  - Seguridad en servicio
  - Durabilidad frente a la corrosión
- Elementos prefabricados de cimentación (EN 14991):
  - Resistencia a compresión (del hormigón)
  - Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)
  - Resistencia mecánica (mediante cálculo)
  - Detalles constructivos
  - Durabilidad
- Muros portantes y no portantes sin aplicación de fachada (EN 14992):
  - Resistencia a compresión (del hormigón)
  - Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)
  - Resistencia mecánica
  - Resistencia al fuego (cuando proceda)
  - Reacción al fuego (cuando proceda)
  - Aislamiento acústico (cuando proceda)
  - Resistencia térmica (cuando proceda)
  - Detalles constructivos
  - Durabilidad
  - Resistencia a la fijación (de aplicación solo a aplacados)
- Muros portantes y no portantes con aplicación de fachada (EN 14992):
  - Resistencia a compresión (del hormigón)
  - Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)
  - Resistencia mecánica
  - Resistencia al fuego (cuando proceda)
  - Reacción al fuego (cuando proceda)
  - Aislamiento acústico (cuando proceda)
  - Resistencia térmica (cuando proceda)
  - Detalles constructivos
  - Durabilidad
  - Permeabilidad al vapor de agua (cuando proceda)
  - Impermeabilidad al agua (cuando proceda)
  - Resistencia a la fijación (de aplicación solo a aplacados)
- Viguetas prefabricadas de hormigón utilizadas en sistema de forjado de viga y bovedilla (EN 15037-1):
  - Resistencia a compresión (del hormigón)
  - Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)
  - Resistencia mecánica (por cálculo)
  - Resistencia al fuego (para la capacidad portante)

- Aislamiento acústico al ruido aéreo y a la transmisión del ruido de impacto (cuando el producto está también destinado a aplicaciones acústicas)
- Detalles constructivos
- Durabilidad

#### 4.- MATERIALES

01.- Los áridos, cemento, aditivos y agua para la fabricación del hormigón de los elementos prefabricados, deberán cumplir los requisitos que establece la norma de producto aplicable en cada caso, o en ausencia de ella, de los requisitos que establece la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

02.- Las armaduras de acero pasivo deberán cumplir los requisitos que establece la norma de producto aplicable en cada caso, o en ausencia de ella, de los requisitos que establece la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

03.- Las armaduras de acero activo (pretensado) deberán cumplir los requisitos que establece la norma de producto aplicable en cada caso, o en ausencia de ella, de los requisitos que establece la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

04.- En caso de emplear fibras como material de sustitución total o parcial de las armaduras de acero, deberán cumplir los requisitos que establece la norma de producto aplicable en cada caso, o en ausencia de ella, de los requisitos que establece la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

05.- Los anclajes y conectores deberán cumplir los requisitos que establece la norma de producto aplicable en cada caso, o en ausencia de ella, de los requisitos que establece la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

#### 5.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

##### 5.1.- Generalidades

01.- La conformidad de los elementos prefabricados con lo establecido en el proyecto se comprobará durante su recepción en obra e incluirá la comprobación de la conformidad de su comportamiento tanto en lo relativo al hormigón, como a las armaduras, así como al comportamiento del propio elemento prefabricado.

02.- En todas las actividades ligadas al control de recepción, podrá estar presente un representante del suministrador de los elementos prefabricados.

##### 5.2.- Control documental

###### 5.2.1.- Para todos los productos

01.- La Dirección Facultativa podrá requerir del suministrador o, en su caso, del constructor, las evidencias documentales sobre cualquiera de los procesos relacionados con la prefabricación y, en particular, la información que demuestre la existencia de un control de producción, que incluya todas las características especificadas y cuyos resultados deberán estar registrados en documentos de autocontrol.

02.- La Dirección Facultativa comprobará que la documentación aportada por el suministrador de los elementos prefabricados o, en su caso, por el constructor, es conforme con los coeficientes parciales de seguridad de los productos que hayan sido adoptados en el proyecto.

03.- Cada remesa o partida de elementos prefabricados que lleguen a la obra, debe ir provista de su correspondiente hoja de suministro, que debe contener (al menos):

- Identificación del suministrador.
- Número del certificado de marcado CE o en su caso, indicación de autoconsumo.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Nombre de la instalación de prefabricación.
- Identificación del peticionario.
- Identificación de los materiales empleados.
- Designación de los elementos suministrados.
- Cantidad de elementos suministrados.
- Identificación del lugar de suministro.
- Fecha de entrega.

#### 5.2.2.- Productos con marcado CE

NOTA: Se recomienda comprobar el alcance de las normas de productos prefabricados de hormigón (apartado 2.2. anterior) en la web de la Asociación Española de Normalización.

01.- La persona responsable de la recepción deberá comprobar que la documentación siguiente está completa, reúne los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. Será la encargada de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

02.- La persona responsable de la recepción deberá decidir aquellas comprobaciones documentales y/o experimentales que considere necesarias. En el caso de productos con marcado CE, podrá comprobarse su conformidad simplemente mediante la verificación documental del citado marcado CE y de los valores asociados, es decir:

- Etiquetado marcado CE: El fabricante debe elegir en al menos uno de los siguientes lugares, y por este orden de prioridad: a) En el producto; b) En una etiqueta adherida al mismo; c) En el embalaje; d) En una etiqueta adherida al embalaje ó e) En los documentos comerciales de acompañamiento.
- Declaración/es de prestaciones conforme al Reglamento de Productos de Construcción. La declaración de prestaciones podrá agrupar todos los productos incluidos por cada norma armonizada o referirse a productos más específicos.
- Copia del certificado CE de conformidad del control de producción en fábrica expedido por el Organismo Notificado que interviene en la certificación de los productos (entrega opcional).
- Instrucciones de uso y seguridad. Al comercializar un producto, se verificará que el producto vaya acompañado de sus instrucciones y de la información de seguridad, independientemente de que sea el propio suministrador quien acometa la instalación o sea un tercero (empresa constructora o subcontratista).
- Información técnica de acompañamiento (catálogo de producto): para detalles constructivos, durabilidad, datos geométricos y otros parámetros (entrega opcional), véase lo establecido en cada norma (apartado 2.2. anterior). Información a presentar dependiendo del método de declaración de las propiedades elegido por el fabricante:
  - Método 1: declaración de los datos geométricos y propiedades de los materiales, según Apdo. ZA.3.2. de la Norma correspondiente.
  - Método 2: declaración de las propiedades del producto conforme a los Eurocódigos, según Apdo. ZA.3.3. de la Norma correspondiente.

- Método 3: declaración de la conformidad con una especificación de proyecto dada, según Apdo. ZA.3.4. de la Norma correspondiente). Dos casos:
  - o Diseño total del cliente: método 3a;
  - o Diseño del fabricante con una especificación de diseño dada por el fabricante de acuerdo con una orden del cliente: método 3b
  
- Certificado del control de producción en fábrica que demuestre que el hormigón se fabrica de conformidad con los criterios establecidos en la Instrucción de Hormigón Estructural Vigente. Se trata de un certificado voluntario para productos con marcado CE. Elaborado por un organismo de control o una entidad de certificación, en cualquier caso acreditado conforme a los apartados que le sean de aplicación de la Instrucción de Hormigón Estructural Vigente y a la norma UNE-EN ISO/IEC 17065 según el Reglamento (CE) nº 765/2008, del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de julio, que demuestre que el hormigón se fabrica de conformidad con los criterios establecidos en este Código, avala que el hormigón se fabrica de conformidad con los criterios establecidos en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente, para permitir la aplicación de un coeficiente de ponderación de 1,50.

#### 5.2.3.- Productos sin marcado CE

01.- Para los productos que no dispongan de marcado CE, el control de recepción de los elementos prefabricados podrá incluir comprobaciones tanto sobre los procesos de prefabricación, como sobre los productos empleados (hormigón, armaduras y acero de pretensado), así como sobre la geometría final del elemento.

- Certificado del control de producción en fábrica que demuestre que el hormigón se fabrica de conformidad con los criterios establecidos en la Instrucción de Hormigón Estructural Vigente.
- Certificados de ensayo que garanticen el cumplimiento de todas las especificaciones que respecto a las armaduras pasivas y/o las armaduras activas se recogen en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

#### 5.2.4.- Productos certificados con un Distintivo de Calidad Oficialmente Reconocido (D.O.R.)

01.- Adicionalmente y de forma voluntaria, tanto si el producto dispone de marcado CE obligatorio o no, en el caso de que el elemento prefabricado esté en posesión de un Distintivo de Calidad Oficialmente Reconocido conforme a la Instrucción de Hormigón Estructural vigente, para permitir la aplicación de un coeficiente de ponderación de 1,35 para el hormigón y 1,10 para el acero.

- Copia compulsada por persona física del certificado que avala que los elementos prefabricados objeto de suministro a la obra están en posesión de un D.O.R.
- Declaración firmada por persona física con poder de representación suficiente del documento que lo acredite, donde al menos constará la siguiente información:
  - Identificación de la entidad certificadora.
  - Logotipo del distintivo de calidad.
  - Identificación del fabricante.
  - Alcance del certificado.
  - Garantía que queda cubierta por el distintivo (nivel de certificación).
  - Número de certificado.
  - Fecha de expedición del certificado.

#### 5.2.5.- Productos certificados con otro tipo de marca de calidad

01.- Adicionalmente y de forma voluntaria, tanto si el producto dispone de marcado CE obligatorio o no, el producto puede disponer de una marca de calidad concedida por un organismo de control o una entidad de certificación, que implica una intensificación del control de producción del fabricante, aunque sin utilizar la reducción de coeficientes parciales de seguridad de los productos que proporciona la Instrucción de Hormigón Estructural vigente (véase apartado 5.2.4. anterior).

- Copia compulsada por persona física del certificado que avala que los elementos prefabricados objeto de suministro a la obra están en posesión de una marca de calidad.
- Declaración firmada por persona física con poder de representación suficiente del documento que lo acredite, donde al menos constará la siguiente información:
  - Identificación de la entidad certificadora.
  - Logotipo de la marca de calidad.
  - Identificación del fabricante.
  - Alcance del certificado.
  - Garantía que queda cubierta por la marca (nivel de certificación).
  - Número de certificado.
  - Fecha de expedición del certificado.

#### 5.2.6. Otro tipo de información

01.- El fabricante podrá proporcionar otro tipo de información de carácter voluntario que certifique que el producto ofrece un valor añadido con respecto al mínimo establecido por la legislación:

- Información ambiental.
  - Declaración ambiental de producto (ecoetiqueta tipo III)
    - o Específica del producto y de la empresa
    - o General y sectorial
  - Autodeclaración ambiental de producto

#### 5.3.- Control mediante ensayos

01.- En el caso de que así lo decidiera la Dirección Facultativa, por sí misma y a su cargo, podrá efectuar una toma de muestras sobre los acopios destinados a la obra, a través de una entidad de control o un laboratorio de control. Podrá estar presentes durante la toma una representación de la Dirección Facultativa, del constructor y del suministrador de los elementos prefabricados.

02.- La entidad o el laboratorio de control de calidad velarán por la representatividad de la muestra, no aceptando en ningún caso, que se tome sobre materiales o armaduras que no se correspondan a lo indicado en el proyecto, ni sobre elementos específicamente destinados a la realización de ensayos salvo que sean fabricados en su presencia y bajo su directo control.

03.- La entidad o el laboratorio de control de calidad redactarán un acta para cada toma de muestras, que deberá ser suscrita por todas las partes presentes, quedándose con una copia de la misma. Su redacción obedecerá a un modelo de acta, aprobado por la Dirección Facultativa al comienzo de la obra.

04.- Se podrán tomar muestras de control, preventivas y de contraste. Las muestras de contraste se tomarán en los casos en que la persona representante del suministrador del elemento prefabricado o del constructor, en su caso, así lo requiera.

05.- El tamaño de las muestras deberá ser suficiente para la realización de la totalidad de las comprobaciones y ensayos contemplados en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente. Todas las



muestras se enviarán para su ensayo al laboratorio de control tras ser correctamente precintadas e identificadas.

06.- Cuando se produzca cualquier incidencia en la recepción derivada de resultados de ensayo no conformes, el suministrador y en su caso, el constructor, tendrá derecho a recibir una copia del correspondiente informe del laboratorio y que deberá ser facilitada por la Dirección Facultativa.

07.- La geometría de los elementos prefabricados se comprobará mediante la determinación de sus características dimensionales, mediante cinta métrica con una apreciación no superior a 1,0 mm. En el caso de que los productos no estén certificados ni con marcado CE ni con un Distintivo Oficialmente Reconocido, para cada lote se seleccionará una muestra formada por un número suficientemente representativo de elementos, que preferiblemente sean pertenecientes a diferentes formas y tipologías. Se comprobará que las dimensiones geométricas de cada elemento presentan unas variaciones dimensionales respecto a las dimensiones nominales de proyecto, conformes con las tolerancias definidas en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

#### CUADRO 22.11.1

##### Número mínimo de elementos prefabricados controlados por lote

Tipo de elemento suministrado	Número mínimo elementos controlados por lote
Elementos tipo pilotes, viguetas	10
Elementos tipo losas, paneles, pilares, jácenas	3
Elementos de grandes dimensiones tipo cajones	1

En el caso de que se produjera un incumplimiento se desechará el elemento sobre el que se ha obtenido el mismo y se procederá a una nueva toma de muestras que, si resultara positiva, permitirá la aceptación del lote. En caso contrario, la Dirección Facultativa requerirá del suministrador una justificación técnica de que la pieza cumple los requisitos exigibles.

En el caso de elementos seriados, se define como lote la cantidad de elementos de la misma tipología, que forma parte de la misma remesa y procedentes del mismo fabricante. En el caso elementos prefabricados específicamente para la obra según un proyecto concreto, se define como lote la totalidad de los elementos de la misma remesa y procedentes del mismo fabricante.

08.- Cualquier otro ensayo o comprobación diferente se efectuará según lo establecido en el programa de control o en el correspondiente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o de acuerdo con las indicaciones de la Dirección Facultativa.

#### 5.4.- Control en planta

01.- La Dirección Facultativa podrá efectuar, cuando proceda y a su propio cargo, las oportunas inspecciones en las propias instalaciones de prefabricación. En dicho caso, la comprobación de la conformidad de los procesos de prefabricación por parte de la Dirección Facultativa o el agente en el que delegue incluirá, al menos, la elaboración de la armadura pasiva, su montaje en los moldes, la fabricación del hormigón, así como su vertido, compactación y curado y, en su caso, las operaciones de aplicación del pretensado.

02.- En el caso de productos prefabricados de hormigón que no deban disponer de marcado CE ni estén certificados de forma voluntaria con un distintivo de calidad oficialmente reconocido, se recomienda realizar al menos una visita a planta durante el suministro de los productos a la obra y que cumple en este caso con los requisitos de comprobación experimental de los procesos de prefabricación que define la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

## 6.- GESTIÓN EN OBRA DE LOS PRODUCTOS

### 6.1.- Descarga y manipulación

01.- El constructor, o en su caso, el suministrador del elemento prefabricado deberá emplear los medios de descarga adecuados a las dimensiones y peso del elemento, cuidando especialmente que no se produzcan pérdidas de alineación o verticalidad que pudieran producir tensiones inadmisibles en el mismo. En cualquier caso, se seguirán las instrucciones indicadas por cada fabricante para la manipulación de los elementos. Si alguno de ellos resultara dañado, pudiendo afectar a su capacidad portante, se procederá a su rechazo.

### 6.2.- Acopio

01.- En su caso, se procurará que las zonas de acopios sean lugares suficientemente grandes para que permita la gestión adecuada de los mismos sin perder la necesaria trazabilidad, a la vez que sean posibles las maniobras de camiones o grúas, en su caso.

02.- Los elementos deberán acopiarse sobre apoyos horizontales que sean lo suficientemente rígidos en función de las características del suelo, de sus dimensiones y del peso.

03.- En el caso de viguetas y losas alveolares, se apilarán limpias sobre durmientes que coincidirán en la misma vertical, con vuelos, en su caso, no mayores que 0,50 m, ni alturas de pila superiores a 1,50 m, salvo que el fabricante indique otro mayor.

04.- En el caso de elementos paletizados, sus únicas prescripciones serán las de asentarlos sobre un terreno regular, claramente diferenciado y protegido de posibles impactos accidentales de personas o vehículos que transiten en la obra, ya que se trata de elementos por lo general más delicados.

05.- En su caso, las juntas, fijaciones, etc., deberán ser también acopiadas en un almacén, de manera que no se alteren sus características y se mantenga la necesaria trazabilidad.

## 7.- MARCADO

01.- Se comprobará que los elementos llevan un código o marca de identificación que, junto con la documentación de suministro (apartado 5 anterior), permite conocer el fabricante, el lote y la fecha de fabricación de forma que se pueda, en su caso, comprobar la trazabilidad de los productos empleados para la prefabricación de cada elemento.

## 8.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## ARTÍCULO 22.12.- ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ESTRUCTURALES PARA OBRA CIVIL

---

### 1.- DEFINICIONES

#### 01.- Producto prefabricado de hormigón (UNE-EN 13369)

Producto hecho de hormigón, pudiendo estar fabricado de acuerdo con una norma de producto específica, en un lugar distinto de su localización final de uso, protegido de las condiciones ambientales adversas durante la fabricación y que es el resultado de un proceso industrial bajo un sistema de control de producción en fábrica, con la posibilidad de acortar los plazos de entrega.

#### 02.- Producto prefabricado de hormigón estructural (UNE-EN 13369)

Es aquel elemento prefabricado de hormigón que tenga una función crítica con respecto a la resistencia mecánica y/o la estabilidad de la construcción en la que está incorporado.

#### 03.- Barreras de seguridad para carreteras (UNE-EN 1317-5)

Sistema de contención de vehículos instalado en los márgenes y/o en las medianas de las carreteras, o en los bordes de los puentes (comúnmente llamados pretiles) o como muro de contención o estructura similar, cuando existe riesgo de caída vertical.

La norma clasifica las barreras de seguridad en: temporales o permanentes, deformables o rígidas, y de choque por una o dos caras.

NOTA: Las barreras temporales no están dentro del objeto y campo de aplicación de esta norma, por lo que las barreras que se colocan de forma provisional en tramos de obras, etc., están exentas de tener marcado CE.

#### 04.- Pilotes de cimentación (UNE-EN 12794)

Pilotes de cimentación prefabricados de hormigón elaborados en fábrica para su uso en trabajos en obra civil y edificación y puestos en obra por medio de impacto, vibración, presión u otras técnicas adecuadas

La sección transversal puede ser sólida o de núcleo hueco, ya sea prismática o cilíndrica. La sección transversal puede ser constante a lo largo de toda la longitud del pilote, o disminuir parcial o totalmente a lo largo del pilote o, en su caso, de las secciones longitudinales del pilote.

#### 05.- Marcos (UNE-EN 14844)

Los marcos se pueden utilizar para la creación de huecos por debajo del nivel del suelo cuya finalidad sea el transporte o el almacenamiento de materiales, por ejemplo, para el transporte y el almacenamiento de aguas residuales, galerías de cables y pasajes subterráneos.

De sección transversal rectangular, monolíticos y proyectados como elementos continuos con un detalle de junta formado para permitir la incorporación eventual de materiales estancos. Todos los elementos están acabados estructuralmente y se combinan para formar una estructura completa de longitud (incluidas las juntas) y de capacidad apropiadas.

#### 06.- Elementos de cimentación (UNE-EN 14991)

Elementos prefabricados para cimentaciones. Comprende pilares con elementos de cimentación integrados, elementos de cimentación en cáliz, cálices, etc. fabricados con hormigón armado de peso normal.

#### 07.- Elementos para puentes y pasarelas peatonales (UNE-EN 15050)

Se consideran los elementos de hormigón de densidad normal, armados o pretensados; se pueden utilizar para puentes de carreteras, puentes de ferrocarril y pasarelas.

Los elementos de tablero incluyen tanto elementos simples que componen el tablero (vigas, losas, elementos nervados o celulares) como elementos que constituyen una dovela de tablero completo.

Esta norma hace referencia a los elementos prefabricados producidos en fábrica o en las proximidades de la obra en construcción, en un lugar protegido de condiciones meteorológicas desfavorables. Se supone que, si los elementos no son producidos en fábrica, las condiciones de fabricación garantizan el mismo nivel de control de calidad que en fábrica.

NOTA: Las pilas para puentes se encuentran fuera del alcance de esta norma.

#### 08.- Muros de contención (UNE-EN 15258)

Los productos cubiertos por esta norma europea tienen su uso previsto como muros de contención en aplicaciones tales como:

- Contener excavaciones de tierra natural y zanjas;
- Contener rellenos de tierra para carreteras, plataformas, etc.;
- En estribos de puentes y sus muros laterales;
- Contener varias clases de materiales sueltos como arena, grava, etc.

Esta norma no cubre:

- Productos para muros de contención de tanques o depósitos de líquidos;
- Elementos de muros de contención hasta 1 metro de altura y aquellos elementos que se ensamblen para la formación de muros de hasta 1 metro de altura (por ejemplo, cajones de flores apilados para formación de muretes) si el muro se utiliza para soportar cargas secundarias (máximo relleno de tierra horizontal y con una ligera sobrecarga);
- Productos para cajones de plantas apiladas, aplicados únicamente como fachada, y por lo tanto no sometidos a ninguna carga (como presiones del terreno, acciones de la carretera, etc.);
- Muros prefabricados diafragma (tablestacados de hormigón).

#### 09.- Otros productos no normalizados

Para el caso de productos prefabricados de hormigón estructurales para obra civil que no queden recogidos en ninguna norma de producto, se aplicará igualmente los requisitos definidos en los siguientes capítulos.

## 2.- NORMATIVA TÉCNICA

### 2.1. Reglamentación general

#### 01.- Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

02.- Reglamento de Productos de Construcción nº 305/2011

## 2.2. Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 13369 Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón

## 2.3. Normas UNE-EN que implican Mercado CE

01.- UNE-EN 1317-5 Sistemas de contención para carreteras

02.- UNE-EN 12794 Pilotes de cimentación

03.- UNE-EN 14844 Marcos

04.- UNE-EN 14991 Elementos de cimentación

05.- UNE-EN 15050 Elementos para puentes

06.- UNE-EN 15258 Elementos de muros de contención

## 3.- CONDICIONES TÉCNICAS PREVIAS

01.- Los productos prefabricados de hormigón que se incorporen con carácter permanente a las estructuras deberán presentar las características suficientes para cumplir las exigencias de la Instrucción de Hormigón Estructural vigente, en particular, mediante la declaración de los valores de las características esenciales definidas en el Anexo ZA de cada norma de producto correspondiente, o en el caso de no disponer de norma de producto específica, de aquellas características que se definan como necesarias para evaluar la idoneidad del elemento.

02.- Las plantas de fabricación de productos prefabricados de hormigón deberán disponer de los sistemas adecuados de gestión de los acopios que les permitan mantener los niveles de trazabilidad a lo largo de todo el proceso constructivo.

03.- En el Proyecto se estudiarán los estados de carga de las situaciones provisionales durante las fases de fabricación, transporte, descarga y manipulación, acopio, montaje, mantenimiento y deconstrucción.

04.- Los productos vendrán acompañados por sus instrucciones de montaje, con sus correspondientes planos y detalles.

05.- En el proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en las Normas correspondientes, para los requisitos siguientes:

- Barreras de seguridad como sistema de contención de vehículos en áreas de circulación (EN 1317-5):
  - Comportamiento ante impacto:
    - Nivel de contención
    - Severidad del impacto
    - Anchura de trabajo normalizada
    - Deflexión dinámica normalizada
    - Intrusión del vehículo normalizada
  - Durabilidad
  - Resistencia a la retirada de la nieve
- Atenuadores de impactos como sistema de contención de vehículos en áreas de circulación (EN 1317-5):

- Comportamiento ante impacto:
  - Nivel de comportamiento
  - Severidad del impacto
  - Recinto de salida
  - Desplazamiento lateral
- Durabilidad
- Terminales de sistemas de contención de vehículos en áreas de circulación (EN 1317-5):
  - Comportamiento ante impacto:
    - Clase de comportamiento de contención
    - Severidad del impacto
    - Desplazamiento lateral
    - Recinto de salida
  - Durabilidad
- Transiciones en sistemas de contención de vehículos en áreas de circulación (EN 1317-5):
  - Comportamiento ante impacto:
    - Nivel de contención
    - Severidad del impacto
    - Anchura de trabajo normalizada
    - Deflexión dinámica normalizada
    - Intrusión del vehículo normalizada
  - Durabilidad
- Sistemas mixtos para vehículos y peatones como sistemas de contención de vehículos en áreas de circulación (EN 1317-5):
  - Comportamiento ante impacto:
    - Nivel de contención
    - Severidad del impacto
    - Anchura de trabajo normalizada
    - Deflexión dinámica normalizada
    - Intrusión del vehículo normalizada
  - Durabilidad
  - Resistencia a la retirada de la nieve
- Pilotes de cimentación de clase 1 empleados en la edificación y obras de ingeniería civil (EN 12794):
  - Resistencia a compresión (del hormigón)
  - Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)
  - Resistencia mecánica (por cálculo)
  - Detalles constructivos
  - Durabilidad de la resistencia mecánica
  - Rigidez de las juntas
- Pilotes de cimentación de clase 2 empleados en la edificación y obras de ingeniería civil (EN 12794):
  - Resistencia a compresión (del hormigón)
  - Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)
  - Resistencia mecánica (por cálculo)
  - Detalles constructivos
  - Durabilidad de la resistencia mecánica
  - Rigidez de las juntas
- Marcos (EN 14844):
  - Resistencia a compresión (del hormigón)
  - Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)
  - Capacidad portante (por ensayos) o resistencia mecánica (por el cálculo)
  - Detalles constructivos
  - Durabilidad frente a la corrosión
  - Durabilidad frente al hielo/deshielo (para las aplicaciones expuestas)
  - Retracción por secado (en las condiciones de uso final y solo para el hormigón ligero)
- Elementos prefabricados de cimentación (EN 14991):

- Resistencia a compresión (del hormigón)
- Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)
- Resistencia mecánica (mediante cálculo)
- Detalles constructivos
- Durabilidad
- Prefabricados para puentes (EN 15050):
  - Resistencia a compresión (del hormigón)
  - Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)
  - Resistencia mecánica (mediante cálculo)
  - Durabilidad frente a la corrosión
  - Durabilidad frente a la acción del hielo/deshielo
  - Detalles constructivos
- Elementos de muros de contención (EN 15258):
  - Resistencia a compresión (del hormigón)
  - Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)
  - Resistencia mecánica
  - Detalles constructivos
  - Durabilidad
  - Permeabilidad al vapor de agua (cuando sea pertinente)

#### 4.- MATERIALES

01.- Los áridos, cemento, aditivos y agua para la fabricación del hormigón de los elementos prefabricados, deberán cumplir los requisitos que establece la norma de producto aplicable en cada caso, o en ausencia de ella, de los requisitos que establece la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

02.- Las armaduras de acero pasivo deberán cumplir los requisitos que establece la norma de producto aplicable en cada caso, o en ausencia de ella, de los requisitos que establece la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

03.- Las armaduras de acero activo (pretensado) deberán cumplir los requisitos que establece la norma de producto aplicable en cada caso, o en ausencia de ella, de los requisitos que establece la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

04.- En caso de emplear fibras como material de sustitución total o parcial de las armaduras de acero, deberán cumplir los requisitos que establece la norma de producto aplicable en cada caso, o en ausencia de ella, de los requisitos que establece la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

05.- Los anclajes y conectores deberán cumplir los requisitos que establece la norma de producto aplicable en cada caso, o en ausencia de ella, de los requisitos que establece la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

#### 5.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

##### 5.1.- Generalidades

01.- La conformidad de los elementos prefabricados con lo establecido en el proyecto se comprobará durante su recepción en obra e incluirá la comprobación de la conformidad de su comportamiento tanto en lo relativo al hormigón, como a las armaduras, así como al comportamiento del propio elemento prefabricado.

02.- En todas las actividades ligadas al control de recepción, podrá estar presente un representante del suministrador de los elementos prefabricados.

## 5.2.- Control documental

### 5.2.1.- Para todos los productos

01.- La Dirección Facultativa podrá requerir del suministrador o, en su caso, del constructor, las evidencias documentales sobre cualquiera de los procesos relacionados con la prefabricación y, en particular, la información que demuestre la existencia de un control de producción, que incluya todas las características especificadas y cuyos resultados deberán estar registrados en documentos de autocontrol.

02.- La Dirección Facultativa comprobará que la documentación aportada por el suministrador de los elementos prefabricados o, en su caso, por el constructor, es conforme con los coeficientes parciales de seguridad de los productos que hayan sido adoptados en el proyecto.

03.- Cada remesa o partida de elementos prefabricados que lleguen a la obra, debe ir provista de su correspondiente hoja de suministro, que debe contener (al menos):

- Identificación del suministrador.
- Número del certificado de marcado CE o en su caso, indicación de autoconsumo.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Nombre de la instalación de prefabricación.
- Identificación del peticionario.
- Identificación de los materiales empleados.
- Designación de los elementos suministrados.
- Cantidad de elementos suministrados.
- Identificación del lugar de suministro.
- Fecha de entrega.

### 5.2.2.- Productos con marcado CE

NOTA: Se recomienda comprobar el alcance de las normas de productos prefabricados de hormigón (apartado 2.2. anterior) en la web de la Asociación Española de Normalización.

01.- La persona responsable de la recepción deberá comprobar que la documentación siguiente está completa, reúne los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. Será la encargada de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

02.- La persona responsable de la recepción deberá decidir aquellas comprobaciones documentales y/o experimentales que considere necesarias. En el caso de productos con marcado CE, podrá comprobarse su conformidad simplemente mediante la verificación documental del citado marcado CE y de los valores asociados, es decir:

- Etiquetado marcado CE. El fabricante debe elegir en al menos uno de los siguientes lugares, y por este orden de prioridad: a) En el producto; b) En una etiqueta adherida al mismo; c) En el embalaje; d) En una etiqueta adherida al embalaje ó e) En los documentos comerciales de acompañamiento.
- Declaración/es de prestaciones conforme al Reglamento de Productos de Construcción. La declaración de prestaciones podrá agrupar todos los productos incluidos por cada norma armonizada o referirse a productos más específicos.



- Copia del certificado CE de conformidad del control de producción en fábrica expedido por el Organismo Notificado que interviene en la certificación de los productos (entrega opcional).
- Instrucciones de uso y seguridad. Al comercializar un producto, se verificará que el producto vaya acompañado de sus instrucciones y de la información de seguridad, independientemente de que sea el propio suministrador quien acometa la instalación o sea un tercero (empresa constructora o subcontratista).
- Información técnica de acompañamiento (catálogo de producto): para detalles constructivos, durabilidad, datos geométricos y otros parámetros (entrega opcional), véase lo establecido en cada norma (apartado 2.2. anterior). Información a presentar dependiendo del método de declaración de las propiedades elegido por el fabricante:
  - Método 1: declaración de los datos geométricos y propiedades de los materiales, según Apdo. ZA.3.2. de la Norma correspondiente.
  - Método 2: declaración de las propiedades del producto conforme a los Eurocódigos, según Apdo. ZA.3.3. de la Norma correspondiente.
  - Método 3: declaración de la conformidad con una especificación de proyecto dada, según Apdo. ZA.3.4. de la Norma correspondiente. Dos casos:
    - o Diseño total del cliente: método 3a;
    - o Diseño del fabricante con una especificación de diseño dada por el fabricante de acuerdo con una orden del cliente: método 3b
- Certificado del control de producción en fábrica que demuestre que el hormigón se fabrica de conformidad con los criterios establecidos en la Instrucción de Hormigón Estructural Vigente. Certificado voluntario para productos con marcado CE. Elaborado por un organismo de control o una entidad de certificación, en cualquier caso acreditado conforme a los apartados que le sean de aplicación de la Instrucción de Hormigón Estructural vigente y a la norma UNE-EN ISO/IEC 17065 según el Reglamento (CE) nº 765/2008, del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de julio, que demuestre que el hormigón se fabrica de conformidad con los criterios establecidos en este Código, avala que el hormigón se fabrica de conformidad con los criterios establecidos en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente, para permitir la aplicación de un coeficiente de ponderación de 1,50.

#### 5.2.3.- Productos sin marcado CE

01.- Para los productos que no dispongan de marcado CE, el control de recepción de los elementos prefabricados podrá incluir comprobaciones tanto sobre los procesos de prefabricación, como sobre los productos empleados (hormigón, armaduras y acero de pretensado), así como sobre la geometría final del elemento.

- Certificado del control de producción en fábrica que demuestre que el hormigón se fabrica de conformidad con los criterios establecidos en la Instrucción de Hormigón Estructural Vigente.
- Certificados de ensayo que garanticen el cumplimiento de todas las especificaciones que respecto a las armaduras pasivas y/o las armaduras activas se recogen en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

#### 5.2.4.- Productos certificados con un Distintivo de Calidad Oficialmente Reconocido (D.O.R.)

01.- Adicionalmente y de forma voluntaria, tanto si el producto dispone de marcado CE obligatorio o no, en el caso de que el elemento prefabricado esté en posesión de un Distintivo de Calidad Oficialmente Reconocido conforme a la Instrucción de Hormigón Estructural vigente, para permitir la aplicación de un coeficiente de ponderación de 1,35 para el hormigón y 1,10 para el acero.

- Copia compulsada por persona física del certificado que avala que los elementos prefabricados objeto de suministro a la obra están en posesión de un D.O.R.
- Declaración firmada por persona física con poder de representación suficiente del documento que lo acredite, donde al menos constará la siguiente información:
  - Identificación de la entidad certificadora.
  - Logotipo del distintivo de calidad.
  - Identificación del fabricante.
  - Alcance del certificado.
  - Garantía que queda cubierta por el distintivo (nivel de certificación).
  - Número de certificado.
  - Fecha de expedición del certificado.

#### 5.2.5.- *Productos certificados con otro tipo de marca de calidad*

01.- Adicionalmente y de forma voluntaria, tanto si el producto dispone de marcado CE obligatorio o no, el producto puede disponer de una marca de calidad concedida por un organismo de control o una entidad de certificación, que implica una intensificación del control de producción del fabricante, aunque sin utilizar la reducción de coeficientes parciales de seguridad de los productos que proporciona la Instrucción de Hormigón Estructural vigente (véase apartado 5.2.4. anterior).

- Copia compulsada por persona física del certificado que avala que los elementos prefabricados objeto de suministro a la obra están en posesión de una marca de calidad.
- Declaración firmada por persona física con poder de representación suficiente del documento que lo acredite, donde al menos constará la siguiente información:
  - Identificación de la entidad certificadora.
  - Logotipo de la marca de calidad.
  - Identificación del fabricante.
  - Alcance del certificado.
  - Garantía que queda cubierta por la marca (nivel de certificación).
  - Número de certificado.
  - Fecha de expedición del certificado.

#### 5.2.6. *Otro tipo de información*

01.- El fabricante podrá proporcionar otro tipo de información de carácter voluntario que certifique que el producto ofrece un valor añadido con respecto al mínimo establecido por la legislación:

- Información ambiental.
  - Declaración ambiental de producto (ecoetiqueta tipo III)
    - o Específica del producto y de la empresa
    - o General y sectorial
  - Autodeclaración ambiental de producto

#### 5.3.- **Control mediante ensayos**

01.- En el caso de que así lo decidiera la Dirección Facultativa, por sí misma y a su cargo, podrá efectuar una toma de muestras sobre los acopios destinados a la obra, a través de una entidad de control o un laboratorio de control. Podrá estar presentes durante la toma una representación de la Dirección Facultativa, del constructor y del suministrador de los elementos prefabricados.

02.- La entidad o el laboratorio de control de calidad velarán por la representatividad de la muestra, no aceptando en ningún caso, que se tome sobre materiales o armaduras que no se correspondan a lo indicado en el proyecto, ni sobre elementos específicamente destinados a la realización de ensayos salvo que sean fabricados en su presencia y bajo su directo control.

03.- La entidad o el laboratorio de control de calidad redactarán un acta para cada toma de muestras, que deberá ser suscrita por todas las partes presentes, quedándose con una copia de la misma. Su redacción obedecerá a un modelo de acta, aprobado por la Dirección Facultativa al comienzo de la obra.

04.- Se podrán tomar muestras de control, preventivas y de contraste. Las muestras de contraste se tomarán en los casos en que la persona representante del suministrador del elemento prefabricado o del constructor, en su caso, así lo requiera.

05.- El tamaño de las muestras deberá ser suficiente para la realización de la totalidad de las comprobaciones y ensayos contemplados en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente. Todas las muestras se enviarán para su ensayo al laboratorio de control tras ser correctamente precintadas e identificadas.

06.- Cuando se produzca cualquier incidencia en la recepción derivada de resultados de ensayo no conformes, el suministrador y en su caso, el constructor, tendrá derecho a recibir una copia del correspondiente informe del laboratorio y que deberá ser facilitada por la Dirección Facultativa.

07.- La geometría de los elementos prefabricados se comprobará mediante la determinación de sus características dimensionales, mediante cinta métrica con una apreciación no superior a 1,0 mm. En el caso de que los productos no estén certificados ni con marcado CE ni con un Distintivo Oficialmente Reconocido, para cada lote se seleccionará una muestra formada por un número suficientemente representativo de elementos, que preferiblemente sean pertenecientes a diferentes formas y tipologías. Se comprobará que las dimensiones geométricas de cada elemento presentan unas variaciones dimensionales respecto a las dimensiones nominales de proyecto, conformes con las tolerancias definidas en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

#### CUADRO 22.12.1

##### Número mínimo de elementos prefabricados controlados por lote

Tipo de elemento suministrado	Número mínimo elementos controlados por lote
Elementos tipo pilotes	10
Elementos tipo losas, paneles, pilares	3
Elementos de grandes dimensiones tipo artesas, marcos	1

En el caso de que se produjera un incumplimiento se desechará el elemento sobre el que se ha obtenido el mismo y se procederá a una nueva toma de muestras que, si resultara positiva, permitirá la aceptación del lote. En caso contrario, la Dirección Facultativa requerirá del suministrador una justificación técnica de que la pieza cumple los requisitos exigibles.

En el caso de elementos seriados, se define como lote la cantidad de elementos de la misma tipología, que forma parte de la misma remesa y procedentes del mismo fabricante. En el caso elementos prefabricados específicamente para la obra según un proyecto concreto, se define como lote la totalidad de los elementos de la misma remesa y procedentes del mismo fabricante.

08.- Cualquier otro ensayo o comprobación diferente se efectuará según lo establecido en el programa de control o en el correspondiente pliego de prescripciones técnicas o de acuerdo con las indicaciones de la dirección facultativa y a su cargo.

#### 5.4.- Control en planta

01.- La Dirección Facultativa podrá efectuar, cuando proceda y a su propio cargo, las oportunas inspecciones en las propias instalaciones de prefabricación. En dicho caso, la comprobación de la conformidad de los procesos de prefabricación por parte de la Dirección Facultativa o el agente en el que delegue incluirá, al menos, la elaboración de la armadura pasiva, su montaje en los moldes, la fabricación del hormigón, así como su vertido, compactación y curado y, en su caso, las operaciones de aplicación del pretensado.

02.- En el caso de productos prefabricados de hormigón que no deban disponer de marcado CE ni estén certificados de forma voluntaria con un distintivo de calidad oficialmente reconocido, se recomienda realizar al menos una visita a planta durante el suministro de los productos a la obra y que cumple en este caso con los requisitos de comprobación experimental de los procesos de prefabricación que define la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

### 6.- GESTIÓN EN OBRA DE LOS PRODUCTOS

#### 6.1.- Descarga y manipulación

01.- El constructor, o en su caso, el suministrador del elemento prefabricado deberá emplear los medios de descarga adecuados a las dimensiones y peso del elemento, cuidando especialmente que no se produzcan pérdidas de alineación o verticalidad que pudieran producir tensiones inadmisibles en el mismo. En cualquier caso, se seguirán las instrucciones indicadas por cada fabricante para la manipulación de los elementos. Si alguno de ellos resultara dañado, pudiendo afectar a su capacidad portante, se procederá a su rechazo.

#### 6.2.- Acopio

01.- En su caso, se procurará que las zonas de acopios sean lugares suficientemente grandes para que permita la gestión adecuada de los mismos sin perder la necesaria trazabilidad, a la vez que sean posibles las maniobras de camiones o grúas, en su caso.

02.- Los elementos deberán acopiarse sobre apoyos horizontales que sean lo suficientemente rígidos en función de las características del suelo, de sus dimensiones y del peso.

03.- En el caso de viguetas y losas alveolares, se apilarán limpias sobre durmientes que coincidirán en la misma vertical, con vuelos, en su caso, no mayores que 0,50 m, ni alturas de pila superiores a 1,50 m, salvo que el fabricante indique otro mayor.

04.- En el caso de elementos paletizados, sus únicas prescripciones serán las de asentarlos sobre un terreno regular, claramente diferenciado y protegido de posibles impactos accidentales de personas o vehículos que transiten en la obra, ya que se trata de elementos por lo general más delicados.

05.- En su caso, las juntas, fijaciones, etc., deberán ser también acopiadas en un almacén, de manera que no se alteren sus características y se mantenga la necesaria trazabilidad.

### 7.- MARCADO

01.- Se comprobará que los elementos llevan un código o marca de identificación que, junto con la documentación de suministro (apartado 5 anterior), permite conocer el fabricante, el lote y la fecha de fabricación de forma que se pueda, en su caso, comprobar la trazabilidad de los productos empleados para la prefabricación de cada elemento.

#### 8.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## Sección 2.<sup>a</sup>

### TUBOS DE HORMIGÓN

#### ARTÍCULO 22.21. TUBOS DE HORMIGÓN PARA CONDUCCIONES SIN PRESIÓN (PCTG99)

##### 1.- DEFINICIONES.

01.- El presente Artículo es aplicable a los tubos y piezas especiales de hormigón en masa, hormigón armado o hormigón con fibras de acero, destinados a conducciones de drenaje o saneamiento sin presión, aunque ocasionalmente deban soportar pequeñas presiones.

02.- Se define como tubo aquella pieza prefabricada de hormigón, de sección uniforme en toda su longitud interna, excepto en la proximidad de sus extremos. Las uniones se realizan con un extremo macho y un extremo hembra, incorporando una junta elástica. Según el tipo de hormigón, se definen:

- a) Tubo de hormigón en masa. Es aquel que no lleva armadura, o la que lleva carece de función estructural.
- b) Tubo de hormigón armado. Es aquel que lleva armadura con función estructural.
- c) Tubo de hormigón con fibras de acero. Es aquel que lleva fibras de acero con función estructural.

03.- Dimensión nominal. Es la designación numérica, sin unidades, de la medida de un tubo, que corresponde a un número entero, aproximadamente igual a las dimensiones de fabricación, en milímetros, para el diámetro interior (DN). Para un tubo no circular (ovoide) las dimensiones nominales (WN/HN) corresponden a la anchura máxima y a la altura máxima interna del tubo.

04.- Longitud interna del tubo. Es la distancia entre el fondo del extremo hembra y el borde más saliente del extremo macho.

05.- Resistencia característica. Es el valor de la resistencia por debajo del cual pueden estar un cinco por ciento (5%) de todos los valores posibles.

06.- Tubo con acometida es aquel que posee uno o más elementos de acometida (conexiones o agujeros), incorporados durante su fabricación o posteriormente a la misma. Tubo de conexión es un tubo pequeño utilizado en acometidas o pozos.

07.- Tubo de hincia es aquel cuya puesta en obra se realiza por empuje sobre uno de sus extremos.

08.- Carga de rotura ( $F_n$ ) es la que origina el colapso del tubo. Se obtiene en el momento en que no se produce incremento de carga en el ensayo.

09.- Carga de fisuración es la que produce una fisura de apertura de cero coma tres milímetros (0,3 mm) en una longitud superior a trescientos milímetros (300 mm).

##### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

###### 2.1.- Pliegos e Instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Los tubos para tuberías de saneamiento cumplirán las condiciones fijadas en el “Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones” del Ministerio de Fomento.

02.- Los hormigones y sus componentes elementales, además de las condiciones de este Pliego, cumplirán las de la “Instrucción de Hormigón Estructural” vigente.

## 2.2.- Normas UNE de Obligado Cumplimiento

01.- UNE 127010-EX-95. Tubos prefabricados de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero por conducciones sin presión.

## 3.- CLASIFICACIÓN

01.- El “Pliego de Prescripciones Técnicas generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones” establece una clasificación para los tubos de hormigón en masa circulares basada en la resistencia del tubo al aplastamiento, aplicando una carga lineal mínima de mil quinientos kilopondios por metro (1.500 Kp/m) sobre la generatriz del tubo. En el CUADRO 22.21.1 figuran los valores de la carga lineal mínima que deben resistir los tubos, sin experimentar daño alguno, expresada en kilopondios por metro (Kp/m), para las distintas series A,B,C,D, caracterizadas por la resistencia del tubo al aplastamiento, en kilopondios por metro cuadrado (Kp/m<sup>2</sup>).

CUADRO 22.21.1

Tubos de hormigón en masa circulares carga lineal mínima en el ensayo de aplastamiento en kp/m				
Diámetro nominal (mm)	SERIE A 4.000 Kp/m <sup>2</sup>	SERIE B 6.000 Kp/m <sup>2</sup>	SERIE C 9.000 Kp/m <sup>2</sup>	SERIE D 12.000 Kp/m <sup>2</sup>
150	1.500	1.500	1.500	1.800
200	1.500	1.500	1.800	2.400
250	1.500	1.500	2.500	3.000
300	1.500	1.800	2.700	3.600
350	1.500	2.100	3.150	4.200
400	1.600	2.400	3.600	4.800
500	2.000	3.000	4.500	6.000
600	2.400	3.600	5.400	7.200
700	2.800	4.200	6.300	8.400
800	3.200	4.800	7.200	9.600

Nota: Los diámetros de 700 y 800 mm. llevarán una armadura ligera.

02.- La Norma UNE 127010-95 EX establece una clasificación de los tubos atendiendo al tipo de hormigón y a su clase resistente. Un tubo deberá soportar una carga mínima de ensayo, según sus dimensiones y clase resistente, cuyo cumplimiento se verificará mediante ensayos. Las cargas mínimas de ensayo figuran en los CUADROS 22.21.2 y 22.21.3.

CUADRO 22.21.2

Tubos de hormigón en masa			
Dimensiones nominales		Carga de rotura mínima de ensayo KN/m ( $F_n$ )	
		Clase N	Clase R
Tubos circulares (DN)	150	--	20,5
	200	--	27
	250	--	34
	300	27	40,5
	400	36	54
	500	45	67,5
Tubos ovoides (WN/HN)	600/900	54	81

CUADRO 22.21.3

Tubos de hormigón armado y hormigón con fibra de acero									
Dimensiones nominales		Cargas de fisuración ( $F_f$ ) y rotura ( $F_n$ ) mínimas de ensayo kN/m							
		Clase 60		Clase 90		Clase 135		Clase 180	
		Fisuración	Rotura	Fisuración	Rotura	Fisuración	Rotura	Fisuración	Rotura
Tubos circulares (DN)	300	-	-	18	27	27	40.5	36	54
	400	-	-	24	36	36	54	48	72
	500	-	-	30	45	45	67.5	60	90
	600	-	-	36	54	54	81	72	108
	800	-	-	48	72	72	108	96	144
	1000	40	60	60	90	90	135	120	180
	1200	48	72	72	108	108	162	144	216
	1400	56	84	84	126	126	189	168	252
	1500	60	90	90	135	135	202.5	180	270
	1600	64	96	96	144	144	216	192	288
	1800	72	108	108	162	162	162	243	-
	2000	80	120	120	180	180	180	270	-
2500	100	150	225	-	-	-	-	-	-
3000	120	180	270	-	-	-	-	-	-
Tubos ovoides (WN/HN)	600/ 900	-	-	36	54	54	81	72	108
	700/ 1050	-	-	42	63	63	94.5	84	126
	800/ 1200	-	-	48	72	72	108	96	144
	900/ 1350	-	-	54	81	81	121.5	108	162
	1000/ 1500	-	-	60	90	90	135	120	180
	1200/ 1800 1400/ 2100	48 56	72 84	72 84	108 126	108 126	162 189	- -	- -

03.- Salvo definición expresa en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se empleará la clasificación definida en el anterior epígrafe 01.



04.- Según la conformación de los extremos de los tubos de hormigón prefabricados, se clasifican en dos tipos:

- a) Tubos con campana.
- b) Tubos sin campana.

#### 4.- MATERIALES

##### 4.1.- Áridos

01.- Se emplearán áridos procedentes de río, mina o piedra machacada.

02.- Cumplirán lo establecido en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

03.- La granulometría de los áridos que se utilicen será estudiada por el fabricante, de manera que el producto terminado cumpla las características señaladas en esta Norma.

##### 4.2.- Cemento

01.- Cumplirá los requisitos establecidos en la Norma UNE 80301-96, y los establecidos en la Norma UNE 80303-96, cuando se empleen cementos con características especiales.

##### 4.3.- Agua

01.- Cumplirá lo establecido en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

##### 4.4.- Aditivos

01.- Cumplirá lo establecido en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

##### 4.5.- Adiciones

01.- Cumplirá lo establecido en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

##### 4.6.- Fibras de acero

01.- Cumplirán las condiciones establecidas en la Norma UNE 83500-1-89.

##### 4.7.- Armaduras

01.- Cumplirán lo establecido en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

##### 4.8.- Juntas de sellado

01.- Serán de estructura maciza y cumplirán las condiciones establecidas en la Norma UNE 53571-89.

02.- Serán suministradas por el fabricante del tubo e irán marcadas de forma adecuada.

## 5.- HORMIGÓN

01.- Para la fabricación del hormigón se emplearán únicamente como materiales constituyentes, aquéllos que cumplan los requisitos descritos en el Apartado 4 del presente Artículo.

02.- El hormigón será compacto y homogéneo. Deberá cumplir las condiciones establecidas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

03.- El hormigón de los tubos deberá cumplir las tres condiciones que se establecen seguidamente, pudiendo justificar el fabricante el no cumplimiento de una de ellas por no ser compatible con su producto o proceso de fabricación:

- a) El hormigón deberá tener una composición tal, que la relación agua/cemento no debe ser mayor que cero coma cincuenta (0,50); y el contenido mínimo de cemento no debe ser menor de doscientos kilogramos por metro cúbico (200 Kg/m<sup>3</sup>) para tubos de hormigón en masa, o doscientos ochenta kilogramos por metro cúbico (280 Kg/m<sup>3</sup>) para tubos de hormigón armado y tubos de hormigón con fibras de acero.
- b) La absorción de agua del hormigón (ensayado según se establece en el Apartado 10.05 del presente Artículo), no excederá del seis por ciento (6%), o bien, la resistencia a compresión del hormigón (ensayado, si las dimensiones lo permiten según se establece en el Apartado 10.08 del presente Artículo no será menor de cuarenta megapascales (40 Mpa).
- c) La permeabilidad al oxígeno del hormigón (ensayado según se establece en el Apartado 10.06 del presente Artículo), no superará el valor  $4 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ .

04.- El contenido del ión cloro del hormigón, no podrá ser superior a los valores expuestos en el CUADRO 22.21.4

CUADRO 22.21.4

Tipo de hormigón	% de ión cloro sobre la masa de cemento
Tubos de hormigón en masa	≤ 1,0%
Tubos de hormigón armado	≤ 0,4%
Tubos de hormigón con fibras de acero	≤ 0,4%

## 6.- ACABADO DE LOS TUBOS

01.- La superficie de los tubos no presentará daños que pudieran influir negativamente en su comportamiento estructural, estanquidad o durabilidad.

02.- Las secciones extremas de los tubos que constituyen la junta no deben tener irregularidades que afecten negativamente a la estanquidad.

03.- Se admiten burbujas y oquedades cuyas dimensiones no superen los quince milímetros (15 mm) de diámetro y seis milímetros (6 mm) de profundidad. También se permiten grietas de la capa superficial; fisuras de retracción o temperatura, con ancho máximo de cero coma quince milímetros (0,15 mm) y para tubos armados, fisuras ocasionadas en ensayos con ancho máximo de cero coma quince milímetros (0,15 mm). Antes de medir el ancho de las fisuras, se permite embeber el producto hasta veinticuatro horas (24 h). Tubos con otras fisuras diferentes a las citadas anteriormente no serán admisibles en ningún caso.

04.- Las reparaciones y repasos serán admisibles siempre que el producto final cumpla todos los requisitos establecidos en el presente Artículo.

## 7.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

### 7.1.- Generalidades

01.- Los diámetros interiores, espesores de pared, longitud y geometría del perfil de la unión, deberán estar definidos en la documentación del fabricante.

### 7.2.- Dimensiones

01.- Los diámetros interiores para tubos circulares serán los que se definen en el CUADRO 22.21.5. La anchura y la altura para los tubos ovoides serán los definidos en el CUADRO 22.21.6.

CUADRO 22.21.5

#### DIÁMETROS Y TOLERANCIAS PARA TUBOS CIRCULARES

Dimensión nominal DN	Diámetro (mm)	Tolerancias (mm)	
		Diámetro nominal	Ortogonalidad de extremos
150	150	+5	10
200	200	+5	10
250	250	+5	10
300	300	+5	10
400	400	+5	10
500	500	+6	10
600	600	+6	12
800	800	+7	16
1000	1000	+8	20
1200	1200	+9	20
1400	1400	+10	20
1500	1500	+11	20
1600	1600	+11	20
1800	1800	+12	20
2000	2000	+13	20
2500	2500	+15	20
3000	3000	+15	20

CUADRO 22.21.6

## DIMENSIONES Y TOLERANCIAS PARA TUBOS OVOIDES

Dimensiones nominales WN/HN	Ancho/Alto (mm)	Tolerancias (mm)	
		Ancho/alto	Ortogonalidad de extremos
600/900	600/900	$\pm 6$	12
700/1050	700/1050	$\pm 7$	14
800/1200	800/1200	$\pm 7$	16
900/1350	900/1350	$\pm 8$	18
1000/1500	1000/1500	$\pm 8$	20
1200/1800	1200/1800	$\pm 9$	20
1400/2100	1400/2100	$\pm 10$	20

02.- La longitud interna del tubo, no deberá ser mayor que seis (6) veces el diámetro exterior, para tubos de diámetro nominal no superior a doscientos cincuenta milímetros (250 mm). La longitud útil. La longitud interna mínima para tubos de hormigón armado y tubos de hormigón con fibra de acero será de dos metros (2 m).

03.- Los codos, es decir, aquellos accesorios que proporcionan un cambio de alineación en la tubería, cumplirán los requisitos exigidos en el Apartado 4.3.2.1.3 de la Norma UNE 127010-EX-95.

04.- Los espesores de pared mínimos recomendados para los tubos son los que se indican en los CUADROS 22.21.7 y 22.21.8, para tubos circulares y tubos ovoides, respectivamente.

CUADRO 22.21.7

## ESPESOR DE TUBOS CIRCULARES

DN	Espesor (mm)
150	22
200	29
250	32
300	50
400	59
500	67
600	75
800	92
1.000	109
1.200	125
1.400	142
1.500	150
1.600	159
1.800	175
2.000	192
2.500	234
3.000	300

CUADRO 22.21.8

## ESPESOR DE TUBOS OVOIDES

WN/HN	Espesor en clave (mm)	Espesor en riñones (mm)
600/900	98	74
700/1.050	110	84
800/1.200	122	94
900/1.350	134	102
1.000/1.500	146	110
1.200/1.800	160	122
1.400/2.100	200	160

## 7.3.- Tolerancias dimensionales

01.- Ningún valor individual del diámetro interior de tubos circulares, obtenido en ensayo, será superior a los indicados en el CUADRO 22.21.5.

02.- Ningún valor individual del ancho y el alto de tubos ovoides, obtenido en ensayo, será superior a los indicados en el CUADRO 22.21.6.

03.- Ningún valor individual del espesor de pared, obtenido en ensayo, será inferior al menor de los valores siguientes:

- Noventa y cinco por ciento (95%) del espesor de pared declarado por el fabricante.
- Espesor de pared declarado por el fabricante menos cinco milímetros (5 mm).

04.- La tolerancia sobre la longitud interna de los tubos será de cincuenta milímetros (50 mm) por exceso y veinte milímetros (20 mm) por defecto respecto a la longitud teórica.

05.- Las dimensiones de la unión (extremos de los tubos) deberán cumplir con las dimensiones de diseño y tolerancias establecidas en la documentación del fabricante, satisfaciendo los requisitos exigidos en el presente Artículo.

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

- Cero coma cinco por ciento (0,5%) de la longitud interna del tubo.
- Cinco milímetros (5 mm).

07.- La desviación máxima admisible para la ortogonalidad de los extremos de los tubos será de diez milímetros (10 mm) para tubos de ancho o diámetro no mayor de quinientos milímetros. Para dimensiones superiores se adoptará el menor de los valores siguientes: veinte milímetros (20 mm), ó 0,02 DN ó WN mm.

## 8.- UNIONES Y JUNTAS DE SELLADO

01.- La unión de tubos comprenderá un extremo macho, un extremo hembra y una junta de sellado, elementos que deberán estar descritos en la documentación del fabricante.

02.- Para la peor combinación posible de tolerancias que afecten a sus dimensiones, la unión debe ser estanca.

03.- Las juntas circulares o de forma convexa, sin huecos, una vez ensambladas tendrán un espesor comprimido que debe estar comprendido entre el quince por ciento (15%) y el cincuenta por ciento (50%) del espesor de la junta colocada en el tubo antes de su acoplamiento. Para otros tipos de juntas, estas deberán actuar sobre un ancho de, al menos, el setenta y cinco por ciento (75%) del espacio anular, con una presión media de contacto no inferior a cero coma veinte megapascales (0,20 MPa), y una deformación en la dirección del eje del tubo no mayor del cien por cien (100%).

04.- Los tubos para conexiones, así como los agujeros para las acometidas, estarán provistos de las correspondientes juntas elásticas.

## 9. CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

### 9.1.- Tubos de hormigón en masa

01.- Sólo serán admisibles tubos de hormigón en masa de dimensiones nominales DN inferiores a ochocientos milímetros (800 mm) y ovoides WN/HN inferiores a 700/1050.

### 9.2.- Tubos de hormigón con fibra de acero

01.- Sólo serán admisibles tubos de hormigón con fibra de acero de dimensiones iguales o inferiores de DN 2.000 ó WN/HN 1.400/2.100.

02.- Las fibras de acero, además de cumplir la norma UNE 83500-1-89, también cumplirán las características expresadas en la documentación del fabricante, en donde se especificará asimismo la cantidad de fibra utilizada.

03.- Un tubo de hormigón armado con fibra de acero, deberá cumplir sucesivamente los siguientes requisitos durante su ensayo:

- a) Soportará una carga de prueba de cero coma sesenta y siete  $\times F_n$  ( $0,67 \times F_n$ ), según sus dimensiones y clase resistente, tal como se establece en el cuadro 22.21.3, durante un minuto, sin presentar fisura alguna.
- b) Se incrementa la carga hasta alcanzar la rotura ( $F_u$ ). Esta carga de rotura deberá ser mayor o igual a  $F_n$ .
- c) Cuando la carga haya bajado a cero coma noventa y cinco  $F_n$  ( $0,95 F_n$ ), se retira la carga volviendo a aplicar ésta hasta alcanzar un valor de cero coma sesenta y siete  $F_n$  ( $0,67 F_n$ ), que debe ser mantenida y soportada durante un minuto.

### 9.3.- Tubos de hormigón armado

01.- Las armaduras cumplirán los requisitos exigidos en la Instrucción vigente. El armado de los tubos será el necesario para obtener las cargas de rotura que se definen en el CUADRO 22.21.3. La cuantía geométrica mínima será de cero coma veinticinco por ciento (0,25%) del área de la sección longitudinal.

02.- Aunque las armaduras normales son las circulares, o las que siguen la forma del ovoide, se admiten armaduras elípticas o de otras formas geométricas, siempre que la posición de dicha armadura o la de montaje del tubo quede señalada.

03.- Las armaduras longitudinales y transversales irán soldadas para mantener la forma y separación deseadas. La separación máxima de la armadura transversal será de ciento cincuenta milímetros (150 mm).

04.- El recubrimiento mínimo de las armaduras respecto a las superficies interior y exterior de los tubos será de veinte milímetros (20 mm).

05.- Un tubo de hormigón armado deberá soportar una carga de fisuración que no deberá ser inferior a cero como sesenta y siete  $F_n$  ( $0,67 \times F_n$ ), según su dimensión o clase resistente. Asimismo, deberá soportar una carga de rotura  $F_u$  que será siempre superior a  $F_n$ , según su dimensión y clase resistente.

#### 9.4.- Tubos de hinca

01.- Los tubos de hinca, además de cumplir las tolerancias en general exigidas para todo tipo de tubos, cumplirán las tolerancias dimensionales siguientes:

- a) Tolerancias en longitud interior:
- Para tubos con diámetro nominal igual o menor a DN 800, serán de diez milímetros (10 mm) en más o en menos para uso normal, y de cinco milímetros (5 mm) en más o menos para aplicaciones especiales.
  - Para tubos con diámetros nominal superior a DN 800, serán más veinticinco milímetros por exceso y diez milímetros por defecto (+25mm/-10mm).
- b) Desviación de rectitud en el exterior del tubo:  
La superficie exterior del tubo no tendrá desviaciones de rectitud superiores al mayor de los valores siguientes:
- Cero coma tres por ciento (0,3%) de la longitud interior.
  - Cinco milímetros (5 mm).
- c) Tolerancias en diámetro exterior y ortogonalidad de los extremos:  
Se cumplirán los requisitos indicados en el CUADRO 22.21.9.

CUADRO 22.21.9

Diámetro nominal DN	Tolerancias		
	Diámetro exterior mm	Ortogonalidad	
		Diámetro mm	Pared mm
DN > 400	± 5	5	2
400 ≤ DN < 1.200	± 7	6	3
1.200 ≤ DN < 3.000	± 8	8	4
3.000 ≤ DN	± 12	10	6

02.- Los extremos de los tubos de hinca corresponderán a uno de los tipos que se definen en el Apartado 5.4.2.1. de la Norma UNE 127010-EX-95. Estarán diseñadas de forma que admitan una junta flexible que confiera estanquidad. Las superficies de los frentes de los tubos, las cuales han de transmitir la carga de empuje durante el montaje de la tubería, serán planas y estarán libres de irregularidades que puedan dar lugar a concentraciones puntuales de carga elevadas. Las virolas se fabricarán en acero de construcción de características soldables, y cumplirá con lo establecido en la Norma UNE EN 10025-94.

03.- Las armaduras de los tubos de hinca se prolongarán del cuerpo del tubo hasta los extremos macho y hembra en el caso de juntas a medio espesor.

04.- La resistencia de la superficie de empuje cumplirá las condiciones que se establecen en el Apartado 5.4.4. de la Norma UNE 127010-EX-95.

05.- Los tubos de hinca de hormigón armado se probarán únicamente a fisuración, debiendo cumplir los requisitos establecidos en el Apartado 9.3.05. del presente Artículo.

### 9.5.- Tubos con acometidas

01.- El material, el diseño de las conexiones y las dimensiones de éstas o de los agujeros para acometidas se harán de forma que se garantice la estanquidad, manteniendo las características de los productos. Los extremos no presentarán irregularidades o protuberancias que puedan ser causa de defectos en la conexión.

## 10.- MÉTODOS DE ENSAYO

01.- Características geométricas. Consiste en la medición de las dimensiones interiores, exteriores (en el caso de los tubos de línea), espesores de pared, longitudes internas, perfiles de unión, rectitud de generatrices, y ortogonalidad de los extremos de los tubos de hormigón, con el objeto de verificar que dichas características cumplen, dentro de las tolerancias permitidas, los criterios establecidos en este Artículo acerca de las dimensiones y geometría de los tubos. Cada método de ensayo en particular se describe en el Apartado 6.1. de la Norma UNE 127010 EX-95.

02.- Armaduras. La inspección visual de las armaduras longitudinal y transversal se realizará a partir de un tubo armado ensayado a rotura, del que se cortará una sección no dañada. El espacio y cuantía de las barras transversales se medirá en una longitud de al menos un metro. El recubrimiento de las armaduras se comprobará realizando un corte sobre un tubo. En cualquier caso, deberán cumplirse los requisitos del Apartado 9.3. del presente Artículo.

03.- Ensayo de aplastamiento. Consiste en someter el tubo a flexión transversal mediante una carga aplicada a lo largo de su generatriz. El tubo se coloca y carga en la máquina de ensayo a través de apoyos (continuos o discontinuos) longitudinales y paralelos al eje del tubo. La carga se aplica de manera uniforme y centrada sobre la parte recta del exterior del tubo, por medio de un apoyo superior, hasta alcanzar el valor de ensayo especificado, o la rotura del tubo. El soporte inferior podrá estar compuesto por dos apoyos lineales, o por un apoyo en "V", como en el caso de tubos circulares. En los tubos armados, además, se medirán, a intervalos, todas las fisuras en superficie, hasta su estabilización. El resultado del ensayo se obtiene dividiendo la carga total aplicada entre la longitud interior del tubo. Se aplicará el método de ensayo descrito en el Apartado 6.3. de la Norma UNE 127010 EX-95.

04.- Ensayo de estanquidad. Se realizará sometiendo los tubos a una presión hidrostática determinada. Optativamente, antes de proceder a su llenado, los tubos podrán mantenerse durante veinticuatro horas (24 h) con agua. Antes de comenzar el ensayo, la superficie externa de los tubos deberá estar seca, y una vez llenos, se eliminará el posible aire ocluido en su interior.

- a) Estanquidad de los tubos. La presión hidrostática interior medida desde el centro de los tubos será:
- Para tubos circulares de  $DN < 300$  y ovoides: 50 KPa.
  - Para tubos circulares de  $DN \geq 300$ : 100 KPa.

Los tubos se someterán a esta presión durante un período de quince minutos (15 min), durante los cuales no deberán mostrar fugas, no considerándose como tales las exudaciones adheridas a la superficie.

- b) Estanquidad de la junta con deflexión angular. Una vez enchufados dos tubos, con su junta, se cerrarán los extremos con un sistema que garantice la estanquidad en los mismos, y se les dará la deflexión angular definida en el CUADRO 22.21.10, según corresponda. Una vez obtenida la deflexión, serán sometidos a la presión hidrostática interior definida en a), manteniéndose el tiempo requerido. Deberán cumplirse las condiciones establecidas en el párrafo anterior.



CUADRO 22.21.10

Dimensiones nominales DN/WN	Deflexión angular mm/m
DN/WN < 300	40
300 ≤ DN/WN < 800	20
800 ≤ DN/WN < 1.000	10
1.000 ≤ DN/WN	10 x $\frac{1.000}{DN \text{ o } WN}$

- c) Estanquidad de la junta bajo esfuerzo cortante. Se enchufarán dos tubos con su anillo de junta, cerrando ambos extremos mediante algún sistema que garantice su estanquidad. Serán sometidos a la presión hidrostática correspondiente según se especifica en a). Después, se aplicará una carga  $F_s$  a través de un apoyo en "V" sobre el que descansa la junta. Esta carga  $F_s$  tendrá un valor, en Newtons, de 30 veces DN ó WN. Deberá considerarse el peso propio del tubo, así como el peso de agua, por los que puede requerirse una carga adicional determinada que depende de éstos, la cual se aplicará lo más cercana posible al extremo hembra de la unión. Bajo estas condiciones, los tubos deberán ser estancos, no permitiéndose la aparición de defectos visibles. El ensayo se realizará según las pautas establecidas en el Apartado 6.4.4. de la Norma UNE 127010-EX-95, cumpliendo, además, las condiciones que en ella se exigen.
- d) Estanquidad de la unión con deflexión angular y bajo esfuerzo cortante. Como alternativa a los dos párrafos anteriores, y en sustitución de los mismos, puede realizar un ensayo combinado. Consistirá en realizar una prueba de estanquidad de acuerdo con a), sometiendo posteriormente los tubos a una deflexión, angular, especificada en b), aplicar después una carga, según se explica en c), que produzca un esfuerzo cortante en la junta, cuyo valor será, en kilonewtons, 0,01 veces DN ó WN. Una vez alcanzada la deflexión y aplicada la carga, se ajustará la presión si fuera necesario. La situación se mantendrá el tiempo requerido en a). El ensayo y las especificaciones se establecen en el Apartado 6.4.5. de la Norma UNE 127010-EX-95.

05.- Absorción de agua. La absorción de agua por inmersión del hormigón endurecido, es la diferencia de masa de una muestra, de características determinadas, sometida a inmersión en agua, y la misma muestra seca, expresada la diferencia en tanto por ciento sobre la masa de la muestra seca. El ensayo se realizará según se indica en el Apartado 6.5. de la Norma 127010 EX-95.

06.- Permeabilidad al oxígeno. Este ensayo consiste en la obtención de unas probetas testigo de los tubos, de características determinadas, que deberán ser sumergidas y mantenidas así hasta la edad de siete (7) días, siendo entonces desecados e introducidos posteriormente, durante cierto tiempo, en una celda de permeabilidad con oxígeno, bajo unas condiciones de presión y temperatura concretas. Será de aplicación el método de ensayo descrito en el Apartado 6.6. de la Norma UNE 127010 EX-95.

07.- Resistencia de la superficie de empuje en tubos de hinca. Este ensayo consiste en aplicar sobre el tubo una carga, cuyo valor será incrementado constantemente, a razón de cincuenta más menos 10 kilonewtons (50 KN ± 10 KN) por minuto, hasta alcanzar la rotura del hormigón, registrándose entonces la carga máxima (colapso del hormigón). Este ensayo se realizará tal y como se especifica en el Apartado 6.7. de la Norma UNE 127010 EX-95.

08.- Resistencia del hormigón. La resistencia a compresión del hormigón se determinará de acuerdo con la Norma UNE 83304-84. Los ensayos se realizarán sobre testigos, sin armadura, de altura igual al diámetro más menos diez milímetros (± 10 mm). El factor de corrección será el siguiente:

- Testigos de diámetro cien milímetros más o menos un milímetro (100 mm ± 1 mm): factor de corrección 1.

- Testigos de diámetro cincuenta milímetros más o menos un milímetro ( $50 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ ): factor de corrección 0,9.

## 11.- MARCADO

01.- Todos los tubos de dimensiones nominales (DN/WN) iguales o superiores a trescientos milímetros (300 mm) deberán incluir en su marcado los siguientes conceptos:

- Marca del fabricante.
- Las siglas SAN, que indican que se trata de un tubo de saneamiento.
- Las siglas que se definen a continuación, dependiendo del tipo de hormigón de los tubos:
  - HM para tubos de hormigón en masa.
  - HA para tubos de hormigón armado.
  - HF para tubos de hormigón con fibra de acero.
- Diámetro (DN) o ancho nominal (WN).
- Fecha de fabricación.
- Clase resistente C-N, C-R, C-60, C-90, C-135 ó C-180, (según cada caso).
- Tipo de cemento, si éste tuviera alguna característica especial.
- Marcas de los controles a que ha sido sometido, o marca de certificación por terceros.
- Carga máxima de hincado, para tubos de hinca.
- Las siglas UNE 127010.

02.- Para dimensiones inferiores a trescientos milímetros (300 mm), el marcado del párrafo anterior se deberá hacer en al menos un cinco por ciento (5%) de los tubos.

03.- Para elementos empaquetados, se marcará cada unidad de carga.

## 12.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Cuando los tubos lleguen a obra se verificará que cumple los aspectos reseñados en su presente círculo, realizado ensayos que se enumeran para ello los de continuación:

- Características dimensionales.
- Estanquidad.
- Aplastamiento.

02.- En el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinada “Marca de Calidad”, concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo establecido en el Artículo 15.52.

03.- Para el control de calidad de los tubos se realizará los siguientes ensayos y determinaciones:

- Comprobación de las características dimensionales, según el Apartado 10.01 del presente Artículo, de acuerdo con el proceso siguiente:
  - a) Se realizará sobre 10 tubos de cada lote de 100 unidades o fracción, tomados al azar.
  - b) Si entre ellas no aparece ningún tubo defectuoso, el lote será aceptado.
  - c) Si aparecen una o más piezas defectuosas, el lote será rechazado.
- Estanquidad, según lo establecido en el Apartado 10.04 del presente Artículo. Se realizará una prueba por cada trescientos (300) tubos o fracción.
- Aplastamiento (carga de fisuración y carga de rotura), según lo establecido en el Apartado 10.03 del presente Artículo. Se efectuará una prueba por cada doscientos (200) tubos o fracción.

04.- Los ensayos podrán realizarse a cualquier edad, indicándose en el resultado de los mismos, pero deberá tenerse en cuenta la fecha a partir de la cual el fabricante garantiza sus características resistentes.

05.- Los ensayos y restantes comprobaciones podrán ser realizadas en la instalaciones del fabricante.

### 13.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Los tubos de hormigón para conducciones sin presión se abonarán según lo previsto para la unidad de obra de que forme parte.

02.- En acopios, los tubos se medirán por metros lineales (ml) de longitud interna.

## ARTÍCULO 22.22.- TUBOS DE HORMIGÓN ARMADO O PRETENSADO PARA CONDUCCIONES CON PRESIÓN (PCTG99)

### 1.- DEFINICIONES

01.- El presente Artículo es aplicable a los tubos de hormigón para conducciones con presión, juntas y piezas especiales. Estos componentes están previstos para ser utilizados en conducciones de agua para el consumo humano (por lo que no deberán ejercer una influencia desfavorable sobre la calidad del agua potable, cumpliendo las Directrices de la CE y los Reglamentos de la EFTA relativas a la calidad del agua potable), o bien para usos industriales, riego o aguas residuales.

02.- Cargas fijas. Son consideradas como tales peso propio del tubo, el peso del agua, y todas las cargas estáticas aplicadas al exterior del tubo después de su instalación.

03.- Cargas móviles. Son todas las cargas externas aplicadas de forma transitoria ale exterior del tubo durante y después de su instalación (por ejemplo: las cargas de tráfico).

04.- Condiciones normales de funcionamiento. Es una combinación de la presión de cálculo y de las cargas fijas.

05.- Condiciones transitorias. Condiciones debidas al golpe de ariete o a cargas móviles distintas de las condiciones normales de funcionamiento, y de corta duración.

06.- Golpe de ariete. Se define así a la presión interior, de una duración relativamente corta, que se debe a una variación de velocidad del fluido, y que se suma a la presión de funcionamiento.

07.- Junta ajustable. Es la junta que permite una desviación angular significativa en el momento de la instalación, pero no después.

08.- Junta flexible. Es la junta que permite una desviación angular importante, tanto durante como después de su instalación.

09.- Junta rígida. Es la junta que no permite una desviación angular significativa, ni durante ni después de la instalación.

10.- Longitud útil. Es la longitud del cuerpo cilíndrico interior del tubo, más la holgura de montaje, según se define en la FIGURA 22.22.1.

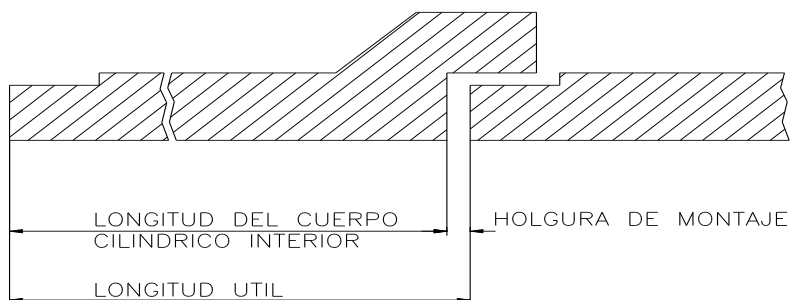


FIGURA 22.22.1

11.- Diámetro interior teórico. Es el diámetro interior especificado en los documentos del fabricante, y al cual son aplicables las tolerancias de fabricación.

12.- Diámetro nominal (DN/ID): Designación numérica del diámetro del componente, que es el número entero aproximadamente igual al diámetro interior especificado, expresado en milímetros (mm).

13.- Presión de cálculo. Es la máxima presión hidráulica interior, en régimen permanente, a la cual está sometido el tubo, según las especificaciones del Proyecto. Generalmente, la presión de cálculo para cada tubo o parte de la conducción será la mayor de las dos presiones siguientes: La presión de servicio o la presión estática especificada en el Proyecto.

14.- Presión de prueba en fábrica. Es la presión hidráulica aplicada durante un tiempo, relativamente corto, a un tubo para probar su integridad, estanquidad o diseño.

15.- Presión de prueba de la conducción. Es la presión hidráulica aplicada durante un tiempo, relativamente corto, a una tubería ya instalada, para probar su integridad y estanquidad.

16.- Presión máxima de cálculo. Es la presión de cálculo incrementada en la presión correspondiente al golpe de ariete.

## 2.- NORMATIVA TÉCNICA

### 2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Los tubos para tuberías de abastecimiento de agua cumplirán las condiciones fijadas en el "Pliego de Prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua" del Ministerio de Fomento.

02.- Los hormigones y sus componentes elementales además de las condiciones de este Pliego, cumplirán las de las "Instrucción de Hormigón Estructural"

### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- Será de aplicación en general, para todo tipo de tubos de hormigón para conducciones con presión, la Norma UNE-EN 639-94 "Prescripciones comunes para tubos de presión de hormigón, incluyendo juntas y accesorios".

02.- Además de la Norma citada en el párrafo anterior, será de aplicación, como documento conjunto, una de las siguientes Normas, según cada caso:

- a) UNE-EN 640-95. "Tubos de presión de hormigón armado, y tubos de presión de hormigón con armadura difusa (sin camisa de chapa), incluyendo juntas y accesorios".
- b) UNE-EN 641-95. "Tubos de presión de hormigón armado, con camisa de chapa, incluyendo juntas y accesorios".
- c) UNE-EN 642-95. "Tubos de presión de hormigón pretensado, con y sin camisa de chapa, incluyendo juntas, accesorios y prescripciones particulares relativas al acero de pretensar para tubos".

## 3.- TIPOS DE TUBOS PARA CONDUCCIONES CON PRESIÓN

01.- Existen cinco tipos de tubos de presión de hormigón:

- Tubo armado sin camisa de chapa (RCP).
- Tubo con armadura difusa sin camisa de chapa (DRP).
- Tubo armado con camisa de chapa.

- Tubo pretensado con camisa de chapa.
- Tubo pretensado sin camisa de chapa.

02.- Los tubos armados sin camisa de chapa constarán de una armadura constituida por una o varias capas de redondos de acero, barras, alambres o mallazo, embebida en una pared de hormigón compacta (RPC). Los tubos con armadura difusa sin camisa de chapa tendrán múltiples capas de alambre de acero fino continuo arrollado helicoidalmente, y embebido en una pared de mortero resistencia a flexión, la armadura longitudinal estará compuesta de barras, o alambres, o bandas de acero (pletinas). También podrá utilizarse acero de pretensado.

03.- Los tubos armados con camisa de chapa deberán tener ésta de acero, soldada, provista de anillos metálicos de junta (boquillas), soldados en cada extremo. También deberán contar con una o varias jaulas de armadura en forma de hélice continua de alambre de acero soldado a barras longitudinales (generatrices), o espiras de acero concéntricas soldadas a generatrices longitudinales, o bien formadas por mallazo electrosoldado. Esta jaula de armadura también podrá consistir en un alambre metálico una primera capa de hormigón recubriendo la camisa. Igualmente, deberán tener una pared de hormigón compacta, recubriendo la camisa de chapa y la jaula o jaulas de armadura, tanto interior como exteriormente.

04.- Los tubos de hormigón pretensado con camisa de chapa, deberán tener ésta de acero soldada, con boquillas de acero soldadas en sus extremos. Los tubos zunchados directamente sobre la camisa tendrán un núcleo constituido por una camisa de chapa revestida interiormente de hormigón. Los tubos con camisa de chapa embebida tendrán una camisa de chapa de acero revestida interior y exteriormente de hormigón. También deberán constar de un pretensado transversal, realizado con alambre de acero de alta resistencia enrollado alrededor del exterior del núcleo en una o varias capas, bajo una tensión predeterminada y anclado sólidamente en sus extremos; así como un revestimiento de mortero o de hormigón compacto, cubriendo y protegiendo la camisa de chapa y el alambre, excepto en aquellas partes las boquillas que necesariamente deban quedar expuestas.

05.- Los tubos pretensados sin camisa de chapa tendrán un núcleo de hormigón armado, o pretensado longitudinalmente, con varias generatrices de acero de alta resistencia puestas en tensión previamente al hormigonado del tubo. También deberán tener un pretensado transversal, realizado con alambre de acero de alta resistencia, enrollado alrededor del núcleo en una o más capas, bajo una tensión predeterminada y anclada sólidamente en sus extremos. Constarán además de un revestimiento de mortero o hormigón compacto, cubriendo y protegiendo el acero.

06.- Para el caso particular de tubos monolíticos (también pretensados sin camisa de chapa), constarán de un pretensado longitudinal con generatrices de acero de alta resistencia, puestas en tensión y embebidas en la pared del tubo, cuyo hormigonado se efectuará en una sola operación. También deberán tener un pretensado transversal por medio de una jaula de armadura de acero de alta resistencia, igualmente embebida en la pared del tubo, y llevada a una tensión predeterminada por expansión hidráulica cuando el hormigón está aún fresco.

#### 4.- GENERALIDADES

##### 4.1.- Comportamiento de los tubos de hormigón

01.- Los tubos de hormigón armado o pretensado se emplean generalmente enterrados. En un medio homogéneo, suelen comportarse satisfactoriamente, pero ante un medio heterogéneo o agresivo, puede ser conveniente la adopción de disposiciones especiales (por ejemplo, ante alto contenido en sulfatos o cloruros, agua de mar, ácido carbónico disolvente de cales, etc.).

02.- Si los tubos están expuestos a los efectos del entorno atmosférico deberá tenerse en cuenta carbonatación, dilatación térmica, o ciclos hielo-deshielo.

03.- Si la conducción transporta fluidos agresivos también deberán acordarse disposiciones especiales.

#### 4.2.- Planos y datos a suministrar al fabricante

01.- El proyecto especificará los siguientes datos de cálculo, para cada sección de la conducción:

- Presión de cálculo.
- Presión máxima de cálculo (presión de cálculo incrementada en el golpe de ariete).
- Cargas externas y condiciones de instalación (incluyendo ángulo de apoyo, relleno y cobertura de la zanja).
- Características del fluido (tipo, composición química, temperatura, etc.).
- Datos sobre el suelo.
- Condiciones especiales.

02.- También especificará planos, perfiles y otras especificaciones como son:

- Diámetros interiores.
- Alineación y pendientes.
- Situación de todos los desagües, conexiones, válvulas y piezas especiales).
- Presión de cálculo y presión máxima de cálculo para cada tramo de la conducción.
- Tipo de tubo (según Apartado 3 del presente Artículo)

#### 4.3.- Datos a facilitar por el fabricante

01.- El fabricante facilitará todos los parámetros necesarios para el cálculo del golpe de ariete (por ejemplo, velocidad de onda).

02.- El fabricante preparará los dibujos y nomenclaturas en los que se indicarán detalles completos de las armaduras, del hormigón y de las dimensiones de las juntas, para el tubo y las piezas especiales. Los tubos pueden ser suministrados del almacén a menos que el Proyecto especifique lo contrario.

03.- Los datos facilitados por el fabricante deberán incluir un esquema con referencia a la colocación y línea piezométrica indicada en los planos. Dicho esquema debe indicar las zonas de presión, designadas cada una por la presión de cálculo correspondiente. El punto de cambio de una zona a otra estará claramente indicado por el número de estación. El diámetro del tubo y la sección de armadura transversal (por unidad de longitud de pared, deben ser indicadas para cada tramo de la conducción).

#### 4.4.- Requisitos para el cálculo

01.- Las cargas fijas y móviles, coeficientes para el cálculo de momentos y esfuerzos normales y ángulos de apoyo, serán determinadas de acuerdo con las normas indicadas en el Apartado 2 del presente Artículo.

#### 4.5.- Cálculo de los tubos

01.- El diseño y cálculo de los tubos de presión de hormigón sin camisa de chapa, armados o con armadura difusa, cumplirán los criterios y requisitos establecidos al respecto en la Norma UNE-EN 640-95, incluyendo sus anexos.

02.- Los tubos de presión de hormigón armado con camisa de chapa se diseñarán y calcularán según los procedimientos indicados y las prescripciones establecidas en los correspondientes Capítulos de la Norma UNE-EN 641-95.

03.- El cálculo y el diseño de los tubos de presión de hormigón pretensado deberán cumplir las condiciones que se imponen en la Norma UNE-EN 642-95 relativas a los citados aspectos, así como a su fabricación.

04.- Los accesorios y piezas especiales se calcularán teniendo en cuenta todas las fuerzas y tensiones que resulten de su forma específica y de su función estructural en particular.

## 5.- MATERIALES

### 5.1.- Cemento

01.- El cemento cumplirá lo indicado en el Artículo 20.13 de este Pliego. La resistencia mínima a compresión, a veintiocho (28) días, será de treinta y dos coma cinco megapascales (32,5 MPa).

### 5.2.- Áridos

01.- Los áridos cumplirán lo indicado en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural". Las granulometrías podrán ser modificadas para adoptarse al proceso de fabricación. Los áridos no deben contener materias agresivas en cantidades tales que puedan perjudicar las prestaciones del producto final.

02.- Para tubos armados sin camisa de chapa y tubos con armadura difusa sin camisa de chapa, el tamaño máximo de los áridos no excederá del tercio de la pared del tubo, y en ningún caso sobrepasará treinta y dos milímetros (32 mm).

03.- Para tubos con armadura difusa sin camisa de chapa, el tamaño máximo de los áridos no excederá del espacio entre los alambres de acero de la armadura, y en ningún caso superará los cuatro milímetros (4 mm).

04.- Para tubos armados con camisa de chapa, el tamaño máximo de los áridos no excederá del tercio de la pared de hormigón, en cada lado de la camisa de chapa.

05.- Para tubos pretensados, el tamaño máximo del árido no superará el menor de los valores indicados a continuación:

- Cero coma ocho (0,8) veces el recubrimiento de hormigón.
- Cero coma treinta y tres (0,33) veces el espesor del tubo sin camisa de chapa.
- Cero coma treinta y tres (0,33) veces el espesor de pared de hormigón a una y otra parte de la camisa de chapa.

### 5.3.- Agua de amasado

01.- El agua de amasado cumplirá lo indicado en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural". No contendrá materias agresivas en cantidades tales que puedan afectar a las prestaciones del producto final (en general puede utilizarse agua potable).

### 5.4.- Aditivos y adiciones

01.- Los aditivos y adiciones cumplirán lo indicado en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

### 5.5.- Acero para camisas de chapa, accesorios y piezas especiales

01.- El acero para camisas de chapa, accesorios y piezas especiales, cumplirá con las normas nacionales que sean transcripción de las Normas EN, cuando existan.



#### 5.6.- Aceros para anillos de junta ("boquillas")

01.- Cumplirá con las Normas nacionales que sean transcripción de las Normas EN, cuando existan.

#### 5.7.- Acero para armaduras

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

02.- El acero o alambre para el hormigón armado podrá ser liso, corrugado o estriado, y será de calidad soldable (cuando sea preciso). El mallazo electrosoldado será fabricado a partir de estos mismos aceros.

03.- El acero para pretensar será liso, excepto para las generatrices, que podrá ser corrugado o estriado, y podrá estar trenzado.

04.- El acero o alambre a utilizar en los tubos con armadura difusa tendrá una resistencia característica no menor de ochocientos megapascuales (800 MPa), y una tolerancia en el diámetro de más o menos cero como cero cuatro milímetros ( $\pm 0,04$  mm).

#### 5.8.- Anillos de sellado

01.- Los anillos de sellado serán de material elastomérico. Y cumplirán con las normas nacionales que sean transcripción de la Norma UNE-EN 681-1-96.

#### 5.9.- Contenido de cloruros

01.- El contenido máximo de cloruros permitido en el hormigón o mortero, será en porcentaje del peso de cemento:

- Cero coma cuatro por ciento (0,4%) para tubos de hormigón armado.
- Cero coma dos por ciento (0,2%) para tubos de hormigón pretensado.

#### 5.10.- Camisas de chapa

01.- La camisa se realiza conformando y soldando chapas cortadas o bobinas del espesor y material especificado. Las camisas deben ser cuidadosamente conformadas al tamaño requerido. Las boquillas para la junta deben soldarse en los extremos antes de la prueba. La tolerancia máxima admisible de la longitud del desarrollo de la circunferencia de la camisa será igual al uno coma cinco por ciento (1,5%) del diámetro teórico interior del tubo, sin exceder en ningún caso de doce milímetros (12 mm).

02.- Para las soldaduras longitudinales, circulares o helicoidales, se empleará soldadura a tope, a solape, o a solape sobre chapa rebordeada. Las chapas estarán perfectamente encajadas antes de ser soldadas y firmemente sujetas durante la soldadura.

03.- Antes del hormigonado, la camisa se limpiará de toda materia extraña que pueda perjudicar la adherencia del hormigón.

#### 5.11.- Armaduras

01.- Las armaduras transversales y longitudinales obligatorias, así como las armaduras de pretensado longitudinal optativas que se emplean en la fabricación de los tubos de hormigón armado o con armadura difusa sin camisa de chapa (RCP y DRP, respectivamente), deberán cumplir todos los requisitos exigidos en el Apartado 3.3 de la Norma UNE-EN 640-95. El recubrimiento mínimo, tanto inferior como exterior, será

de veinte milímetros (20 mm) para los RCP y cuatro milímetros (4 mm) para los DRP, a una vez el tamaño máximo del árido, si este valor es superior. El recubrimiento máximo para los DRP no deberá exceder los ocho milímetros (8 mm).

02.- Las armaduras circunferenciales y longitudinales de los tubos de hormigón armado con camisa de chapa, cumplirán las condiciones que se definen en el Apartado 3.3. de la Norma UNE-EN 641-95. El recubrimiento mínimo sobre las aceros será el mayor de los dos valores siguientes:

- Quince milímetros (15 mm) para los tubos de diámetro DN/ID < 800.
- Veinte milímetros (20 mm) para los tubos de diámetro DN/ID ≥ 800.

03.- En los tubos de hormigón pretensado, se permite la utilización de armaduras pasivas.

#### 5.12.- Pretensado

01.- El pretensado longitudinal y transversal de los tubos de hormigón pretensado, deberán cumplir las especificaciones impuestas en el Apartado 3.5 de la Norma UNE-EN 642-95.

#### 5.13.- Hormigón y mortero

01.- Para los tubos tipo RCP, la dosificación mínima de cemento será de trescientos kilogramos por metro cúbico (300 Kg/m<sup>3</sup>). La relación agua/cemento será aquella que asegure que el hormigón alcance la resistencia exigida, pero en ningún caso deberá ser superior a cero coma cuarenta y cinco (0,45). Para los tubos tipo DRP, la cantidad de cemento será como mínimo de quinientos kilogramos por metro cúbico (500 Kg/m<sup>3</sup>) de mortero y la relación agua/cemento no excederá de cero coma cuatro (0,4).

02.- Para los tubos armados con camisa de chapa, se exige un contenido mínimo de cemento de trescientos kilogramos por metro cúbico (300 Kg/m<sup>3</sup>) de hormigón o de mortero. La relación agua/cemento en ambos casos será la que mejor se adecue al sistema de hormigonado, sin sobrepasar el valor cero coma cuarenta y cinco (0,45) Para los tubos de diámetro DN/ID inferior a mil (1.000), se permite una relación agua/cemento de cero coma cinco (0,5), a condición de que el contenido mínimo de cemento sea de trescientos ochenta y cinco kilogramos por metro cúbico (385 Kg/m<sup>3</sup>) de hormigón.

03.- Para los tubos pretensados, las especificaciones a cumplir serán distintas según las partes del tubo:

- a) Núcleo. El hormigón tendrá en esta zona una dosificación mínima de cemento de trescientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (350 Kg/m<sup>3</sup>). La relación agua/cemento será la adecuada al procedimiento de puesta en obra, y no excederá de cero coma cuarenta y cinco (0,45) después de compactado. Para los núcleos con camisa de chapa menores de DN/ID 1000, se permite una relación agua/cemento de cero coma cinco (0,5), pero siempre y cuando el contenido mínimo de cemento sea de trescientos ochenta y cinco kilogramos por metro cúbico (385 Kg/m<sup>3</sup>).
- b) Revestimiento. Después de que el núcleo haya sido pretensado transversalmente, se ha de aplicar un revestimiento exterior, de hormigón o mortero, para asegurar un recubrimiento mínimo, no admitiéndose corrosión ni picaduras en el alambre de pretensado en el momento de ser revestido.
- c) Revestimiento de mortero. El mortero para el revestido estará compuesto por una parte de cemento en peso por tres de arena. La relación agua/cemento no excederá de cero coma treinta y cinco (0,35). El mortero debe ser aplicado y compactado por proyección a alta velocidad sobre el núcleo o sobre una primera capa de mortero. Paralelamente, se aplicará una lechada de cemento líquido sobre el núcleo, con un rendimiento mínimo de un litro (1 l) por cada dos metros cuadrados (2 m<sup>2</sup>). La lechada estará compuesta por uno coma dos kilogramos (1,2 Kg) de cemento por cada litro de agua.
- d) Revestimiento de hormigón. El hormigón tendrá una dosificación mínima de cuatrocientos kilogramos por metro cúbico (400 Kg/m<sup>3</sup>) de cemento. La dosificación de cemento, arena, gravilla y agua, será determinada y controlada para obtener un hormigón homogéneo y manejable. La relación agua/cemento no excederá de cero coma cuarenta y cinco (0,45). El hormigón será depositado bajo



vibración de alta frecuencia u otro método aprobado de forma que se obtenga un revestimiento compacto y duradero.

04.- La resistencia mínima a compresión del hormigón y mortero a veintiocho (28) días, será de treinta y cinco megapascales (35 MPa), en el caso de los tubos RCP y DRP. En el caso de los tubos armados con camisa de chapa, la resistencia mínima del hormigón deberá ser de treinta y cinco megapascales (35 MPa) a veintiocho (28) días. Para los tubos pretensados, se exige una resistencia mínima a compresión de veintisiete megapascales (27 MPa) en el momento de aplicar la pretensión transversal y una resistencia a compresión a veintiocho (28) días de treinta y cinco megapascales (35 MPa).

05.- Reparaciones durante la fabricación. El hormigón defectuoso será restituido en toda la extensión del defecto. El hormigón y mortero usado en las reparaciones, cumplirá las mismas prescripciones que el hormigón o mortero empleado en la fabricación de los tubos. Las reparaciones deben ser tratadas como se especifica en el Apartado correspondiente de la norma de cada tipo de tubo en particular (UNE-EN 640-95, UNE-EN 641-95 ó UNE-EN 642-95, según cada caso). Un tubo reparado no se expedirá hasta que se complete el curado, o hasta pasadas doce horas (12 h) de la aplicación del producto de curado.

#### 5.14.- Accesorios y piezas especiales

01.- Los accesorios y piezas especiales comprenden las piezas de cierre, adaptadores, terminales con brida para conexión de válvulas, codos, térs rectas y oblicuas, conos derivaciones ("Y"), tubos biselados, tubos cortos, y en general, todo tipo de componente integrado en cualquier aparellaje dado.

02.- Los accesorios y piezas especiales podrán ser fabricados en hormigón armado o pretensado, con o sin camisa de chapa, o en acero o en fundición, o en cualquier combinación de todos o parte de ellos. En todo caso, los materiales utilizados cumplirán con las normas correspondientes. La armadura de los accesorios y piezas especiales será similar a la de los tubos normalizados, y serán aplicados los mismos requisitos para el recubrimiento.

03.- Todos los accesorios y piezas especiales son susceptibles de ser unidos a los tubos con los que son utilizados, por medio de las juntas adecuadas. La estanquidad de las juntas deberá comprobarse con los métodos adecuados.

04.- Los componentes que no sean fabricados para ser compatibles, podrán ser ensamblados mediante adaptadores, que serán considerados también piezas especiales.

## 6.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y DIMENSIONALES

### 6.1.- Generalidades

01.- El diámetro interior, el o los espesores, la longitud interior del cuerpo cilíndrico, y las características geométricas de la junta, deben ser conformes a los documentos de fábrica.

### 6.2.- Diámetros nominales

01.- La lista de diámetros nominales característicos (DN/ID), se da en el CUADRO 22.22.1

## CUADRO 22.22.1

**MEDIDAS NOMINALES TÍPICAS: DN/ID**

200	250	300	400	500	600
700	800	900	1.000	1.100	1.200
1.250	1.300	1.400	1.500	1.600	1.800
2.000	2.100	2.200	2.400	2.500	2.600
2.800	3.000	3.200	3.500	4.000	-

(Estas medidas nominales (DN/ID) serán normativas a partir del 31 de diciembre del año 2000)

02.- Para tubos armados sin camisa de chapa y tubos con armadura difusa sin camisa de chapa, los diámetros empleados se escalonan entre DN/ID 300 y DN/ID 4000, aunque pueden ser fabricados de diámetros mayores, siguiendo los requisitos de la Norma UNE-EN 640-95.

03.- Para tubos armados con camisa de chapa, los diámetros oscilan entre DN/ID 250 y DN/ID 4000 inclusive. Si su armadura, sometida a baja tensión, se arrolla directamente sobre la camisa de chapa (pretensionados), no suelen presentar diámetros superiores a DN/ID 1400, aunque pueden ser fabricados si cumplen las directrices de la Norma UNE-EN 641-95.

04.- En el caso de tubos de hormigón pretensado con y sin camisa de chapa, los diámetros más comunes se encuentran comprendidos entre DN/ID 500 y DN/ID 4000. Pueden fabricarse de diámetro superior si se cumplen las condiciones de la Norma UNE-EN 642-95.

**6.3.- Diámetros interiores**

01.- Después del 31 de diciembre del año 2000, el diseño del diámetro interior será igual a DN/ID expresado en milímetros (mm). Hasta entonces podrá ser mayor de como aparece en los documentos del fabricante, pero no menor de DN/ID expresado en milímetros (mm).

02.- Las tolerancias aplicables al cálculo del diámetro interior se reflejan en el CUADRO 22.22.2.

CUADRO 22.22.2

## TOLERANCIAS EN EL DISEÑO DEL DIÁMETRO INTERNO

DN/ID	Tolerancia media mm	Tolerancia del valor individual mm
DN/ID ≤ 400	$\pm \frac{20DN / ID}{1000}$	$\pm \frac{40DN / ID}{1000}$
400 < DN/ID ≤ 1200	$\pm \left( 6 \pm \frac{5DN / ID}{1000} \right)$	$\pm \left( 12 \pm \frac{DN / ID}{100} \right)$
DN/ID ≥ 1200	± 12	± 24

## 6.4.- Longitudes

01.- La longitud teórica interior del cuerpo cilíndrico es especificada por el fabricante, y está sujeta a una tolerancia de diez milímetros ( $\pm 10$  mm) para los elementos rectos, y de veinte milímetros ( $\pm 20$  mm) para los otros elementos.

02.- La longitud útil teórica especificada por el fabricante es igual a la longitud teórica interior del cuerpo cilíndrico, incrementada en la holgura de junta existente entre el extremo macho y el fondo de la hembra. La holgura de junta debe tener una tolerancia en más o en menos especificada por el fabricante para el caso de tendido recto y para el caso de flexión angular.

03.- La relación entre la longitud útil teórica y el DN/ID expresado en milímetros (mm), de un tubo, no excederá de los siguientes valores:

- Veintiuno (21) para los tubos con camisa de chapa.
- Catorce (14) para los tubos sin camisa de chapa.

## 6.5.- Rectitud y uniformidad de superficies

01.- La superficie interior de los tubos rectos no se desviará de la rectitud en más, del mayor de los dos valores siguientes: cero coma cinco por ciento (0,5 %) de la longitud teórica del cuerpo cilíndrico interior, o cinco milímetros (5 mm).

02.- Las coqueras de más de quince milímetros (15 mm) en superficie y profundidad superior a seis milímetros (6 mm), deben ser reparadas con materiales como las especificadas en el Apartado 5.13.05 del presente Artículo.

## 6.6.- Escuadrado

01.- El descuadre máximo admisible en los extremos de los tubos será de 0,02 DN/ID, con un mínimo de diez milímetros (10 mm), pero sin superar en ningún caso los veinte milímetros (20 mm).

## 6.7.- Espesor de pared

01.- El espesor de pared no será inferior al espesor teórico disminuido en el mayor de los valores siguientes: cinco por ciento (5%) del valor teórico, cero coma cinco milímetros (0,5 mm). El fabricante establecerá el espesor de pared para cada tipo de diseño dado.

02.- Para tubos armados sin camisa de chapa, y tubos con armadura difusa sin camisa de chapa, el espesor teórico de pared mínimo se indica en el CUADRO 22.22.3.

CUADRO 22.22.3

DN/ID	ESPESOR DE PARED MÍNIMO DE DISEÑO PARA RCP (1) (mm)	ESPESOR DE PARED MÍNIMA DE DISEÑO PARA DRP (2) (mm)
300	60	40
400	60	40
450	60	40
500	60	40
600	65	45
700	65	45
800	70	50
900	75	55
1.000	85	60
1.100	90	65
1.200	100	65
1.300	110	70
1.400	115	70
1.500	125	75
1.600	135	80
1.700	140	*
1.800	150	*
1.900	160	*
2.000	165	*
2.100	180	*
2.200	185	*
2.300	190	*
2.400	200	*
2.500 y mayores	*	*

\* Datos a suministrar por el fabricante

(1) Tubos de presión de hormigón armado transversalmente, sin camisa de chapa y sin pretensado transversal, con armadura de acero (RCP).

(2) Tubos de presión de hormigón armado, con armadura repartida de forma homogénea, y compuesta de múltiples capas de alambres de pequeño diámetro, que constituyen la armadura difusa (DRP).

03.- En el caso de tubos armados con camisa de chapa, debe tenerse en cuenta que las condiciones reales de cargas definidas en el cálculo del tubo pueden llevar a un incremento en el espesor de pared. En la sección del enchufe macho del tubo, la forma de la boquilla puede reducir el espesor del revestimiento interior a valores inferiores a los que se establecen como espesores mínimos teóricos, y que se recogen en el CUADRO 22.22.4. No obstante, el diámetro interior deberá mantenerse dentro de los límites especificados en el párrafo 01 de este mismo Apartado.

## CUADRO 22.22.4

ESPESOR MÍNIMO TEÓRICO  $T_{MIN}$ .ESPESOR MÍNIMO TEÓRICO DEL REVESTIMIENTO INTERIOR  $T_{MIN}$ , INCLUIDA LA CAMISA DE CHAPA

DN/ID	$t_{i\ min}$ (mm)	$t_{min}$ (mm)	$t_{min}$ tubo con camisa de chapa pretensionado (mm)
250	15	50	40
300	15	50	40
400	15	50	40
500	20	55	45
600	20	60	45
700	20	65	45
800	20	70	45
900	20	75	45
1000	20	80	45
1100	25	85	50
1200	25	95	50
1250	25	100	50
1400	25	110	50
1500	25	115	
1600	25	125	
1800	30	140	
2000	40	155	
2100	40	165	
2200	40	170	
2400	45	185	
2500	45	195	
2600	45	200	
2800	45	215	
3000	45	220	
3200	45	230	
3500	50	250	
4000	55	290	

04.- Para tubos pretensados con y sin camisa de chapa, el espesor mínimo previsto para las paredes de los tubos figura en el CUADRO 22.22.5.

CUADRO 22.22.5

Tubo DN/ID mm	Tubo con camisa de chapa	Tubo sin camisa de chapa	
	t <sub>1</sub> mín. mm	t <sub>2</sub> mín. mm	t <sub>3</sub> mín. monolítico mm
500	50	40	45
600	50	40	45
700	50	40	50
800	50	45	55
900	55	45	60
1.000	65	50	65
1.100	70	50	70
1.200	75	60	75
1.250	75	60	80
1.400	85	70	85
1.500	90	70	90
1.600	100	75	95
1.800	115	75	105
2.000	125	80	115
2.200	135	90	125
2.400	145	100	135
2.500	150	100	140
2.600	160	110	145
2.800	170	120	155
3.000	180	130	165
3.200	190	140	-
3.500	210	160	-
4.000	240	180	-

**NOTAS**

t<sub>1</sub> mín: espesor mínimo de cálculo de la pared del núcleo, incluyendo el espesor de la camisa de chapa.

t<sub>2</sub> mín: espesor mínimo de cálculo de la pared del núcleo.

t<sub>3</sub> mín: espesor mínimo de cálculo de la pared del tubo.

**7.- JUNTAS****7.1.- Generalidades**

01.- La forma de las juntas de hormigón a acero cumplirán con las dimensiones y tolerancias establecida en los documentos del fabricante para cada diámetro y tipo. A elección del fabricante, las juntas pueden ser rígidas, ajustables, semiflexibles o flexibles, y empotradas o no empotradas. En todo caso, el fabricante informará si un tubo ha sido diseñado con juntas.

02.- Las juntas flexibles deben ser ensayadas a presión y a cortante, de acuerdo con el Apartado 8.12 del presente Artículo. Para cada tipo de junta, un diámetro de cada uno de las cuatro grupos de diámetro siguiente debe ser sometido a un ensayo tipo:





- DN/ID > 2000
- 1000 < DN/ID ≤ 2000
- 600 < DN/ID ≤ 1000
- DN/ID ≤ 600

El mismo ensayo tipo deberá ser practicado a las juntas ajustables que incluyen anillos de sellado elastomérico.

03.- Los valores mínimos admisibles de deflexión angular serán los que se indican en el CUADRO 22.22.6.

CUADRO 22.22.6

DN/ID	Juntas ajustables o semi-flexibles		Juntas completamente flexibles	
	Radianes	Grados	Radianes	Grados
< 300	0,03	1° 43'	0,06	3° 26'
300 ≤ DN ≤ 600	0,02	1° 09'	0,04	2° 18'
600 < DN ≤ 1000	0,01	0° 34'	0,02	1° 09'
DN/ID > 1000	$0,01 \times \frac{1000}{DN / ID}$	$34' \times \frac{1000}{DN / ID}$	$0,02 \times \frac{1000}{DN / ID}$	$(1^{\circ}0,9') \times \frac{1000}{DN / ID}$

El fabricante podrá establecer valores superiores.

04.- Los aros de estanquidad, si los hubiere, deben ser suministrados por el fabricante de los tubos, y pueden estar incorporados en los tubos, o suministrados separadamente.

## 7.2.- Estructura de juntas de acero con anillo sellador elastomérico

01.- Las cabezales metálicos macho y hembra, deberán ser diseñados y fabricados de tal manera que, una vez emplazados y colocados, se autocentran. Los anillos tendrán una forma y acabado precisos, con el fin de obtener un juego suave y ajustado entre las superficies autocentrantes. Cada boquilla estará formada por una o más piezas de acero soldadas a tope. Las soldaduras por la parte en contacto con el anillo sellador serán lisas y no desbordantes. Las partes de las boquillas metálicas expuestas en servicio, estarán protegidas o bien por hormigón o bien por una capa de pintura adecuada para evitar su corrosión. Cualquiera que sea el recubrimiento que se aplique, éste no será tóxico, y en su caso, será adecuado para el agua potable.

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

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

Además, la boquilla hembra terminada deberá tener un espesor mínimo de:

- Cuatro milímetros (4 mm). Para DN/ID  $\leq$  600
- Cinco milímetros (5 mm). Para  $600 < \text{DN/ID} \leq 1000$
- Seis milímetros (6 mm). Para DN/ID  $> 1000$

03.- La junta será diseñada de modo que una vez colocado y enchufado el tubo, el anillo de sellado ayudará encajado en todos sus lados, y confinado bajo una compresión capaz de asegurar la estanquidad al agua en las condiciones particulares de servicio. La compresión teórica del anillo de sellado es normalmente del orden del treinta por ciento (30%).

### 7.3.- Estructura de juntas soldadas en obra

01.- Las boquillas metálicas macho y hembra deben ser diseñadas y fabricadas de tal manera que, una vez colocado y enchufado el tubo se autocentra. Las boquillas deben ser conformadas y acabadas con precisión a fin de obtener una holgura leve y ajustada entre las superficies autocentrantes.

02.- Para los DN/ID inferiores a ochocientos (800), las boquillas se sueldan exteriormente en obra. Para los DN/ID entre ochocientos y mil cuatrocientos (800 y 1.400), las boquillas pueden soldarse interior o exteriormente. Para los DN/ID mil cuatrocientos (1.400) y mayores, las boquillas se sueldan normalmente por el interior, pero pueden soldarse también por el exterior si la junta ha sido diseñada adecuadamente. Las partes visibles de las boquillas deben protegerse, por ejemplo, con mortero puesto en obra interior y exteriormente.

03.- Todas las soldaduras de los aceros deben realizarse conforme a las normas nacionales que sean transcripción de las Normas EN cuando existan, o en ausencia de tales normas, conforme a la reglamentación apropiada, o a los métodos reconocidos y aceptados en el lugar de la instalación de la conducción.

04.- El espesor mínimo de las boquillas macho y hembra debe ser de cuatro milímetros (4 mm). Las tolerancias sobre los desarrollos de las boquillas terminadas se indican en el CUADRO 22.22.7.

CUADRO 22.22.7

#### TOLERANCIAS SOBRE LAS LONGITUDES DESARROLLADAS EN mm

Todos los diámetros	Boquilla hembra	Boquilla macho
	+ 8,5 , - 1,5	+ 8,5 , - 8,5

05.- Las tolerancias de ovalización de la superficie interior de la boquilla hembra y la superficie exterior de las boquillas macho, son las indicadas en el CUADRO 22.22.8.

CUADRO 22.22.8

#### TOLERANCIAS DE OVALIZACIÓN EN mm.

DN/ID	Boquilla hembra	Boquilla macho
$\leq 1.500$	+7, -3	+3, -7
$> 1.500$	+10, -5	+5, -10

#### 7.4.- Anillos selladores elastoméricos

01.- Los anillos de elastómero serán de volumen suficiente para que, una vez ensamblado el tubo, el anillo quede comprimido para constituir una obturación estanca a la presión. El volumen del anillo de sellado no se desviará del valor teórico en más del dos por ciento (2%).

02.- No se permitirán más de dos empalmes por junta.

03.- Todos los anillos se protegerán de los rayos directos del sol, y se almacenarán en lugar seco.

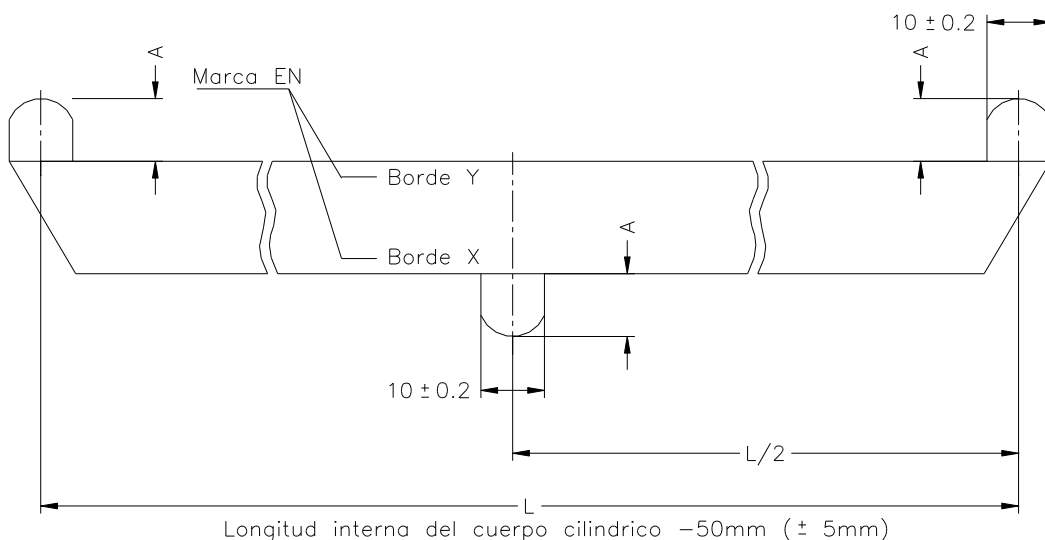
#### 8.- MÉTODOS DE ENSAYO

01.- Diámetro interior. El diámetro debe ser medido en cada extremo del elemento a más de cincuenta milímetros (50 mm) aproximadamente de los mismos. Se deben efectuar dos medidas del diámetro interior sobre dos diámetros perpendiculares en cada extremo del tubo. En cada extremo se calculará el diámetro medio interior.

02.- Longitud interior del cuerpo cilíndrico. La longitud debe ser medida sobre cuatro generatrices espaciadas a noventa grados (90°).

03.- Rectitud y estado de la superficie. Toda desviación de la rectitud será calculada con la ayuda de un escantillón, como se indica en la figura 22.22.2. Cuando se utiliza el borde Y, y no repasa en sus extremos sobre la pared interior del tubo, éste se considera no conforme. Cuando se utiliza el borde X, y ambos extremos del escantillón reposan en la pared interior del tubo, éste se considera igualmente no conforme.

FIGURA 22.22.2.



$A = 0,5\%$  de la longitud teórica del cuerpo cilíndrico del tubo (mínimo 5mm)  
Todas las medidas están en milímetros

NOTA: Se recomienda que las levas sean recambiables para facilitar su comprobación y reposición.

Se permiten otros sistemas alternativos, como por ejemplo la medición que se efectúa en el interior del tubo entre la pared y un hilo fino de acero tensado (de diámetro inferior a 1 mm), o una regla recta situada a lo largo de la parte cilíndrica interior, estando en contacto con la superficie interior del hormigón en al menos un punto.

04.- Escuadrado. El escuadrado del tubo debe ser evaluado considerando la diferencia de longitudes de cada par de generatrices opuestas, medidas según el párrafo 02 de este Capítulo.

05.- Espesor de pared. En cada fase de fabricación, el espesor de pared debe ser medido por medio de galgas adecuadas. Las mediciones se realizarán aproximadamente a noventa grados (90°) mas de las otras, y a cincuenta milímetros (50 mm) de los extremos excluyendo el enchufe y campana.

06.- Boquillas. El desarrollo de cada anillo metálico de junta se comprobará por medición.

07.- Prueba hidráulica de la camisa de chapa. Cada camisa de chapa, con las boquillas incorporadas, debe ser ensayada a estanquidad. La presión de prueba  $P_t$  se determina de la siguiente forma:

- Para  $DN/ID \leq 1200$  :  $P_t = 1/D_1^2$  (1)
- Para  $DN/ID > 1200$  :  $P_t = 3/D_1^2$  (2)

siendo  $D_1$  el DN/ID del tubo, expresado en metros; y  $P_t$  se expresa en Mpa. Si para llevar la tensión del acero al setenta y cinco por ciento (75%) del límite elástico mínimo se requiere para  $P_t$  un valor superior al dado por las ecuaciones (1) ó (2), se permite limitar la presión de prueba  $P_t$  a los valores obtenidos en dichas ecuaciones, siempre que la camisa sea también ensayada por el método de líquidos penetrantes (ver párrafo siguiente), además de la prueba hidráulica. En posición horizontal, la camisa deberá ser sujeta de tal forma que se minimicen los efectos del peso propio y el peso del agua. Tanto si se ensaya en posición horizontal como en posición vertical, la presión dada deberá ser aplicada en el centro de gravedad de la camisa. Mientras la camisa de chapa está bajo la presión de prueba, todas las soldaduras serán minuciosamente inspeccionadas, a fin de detectar las posibles fugas debiéndose reparar mediante soldadura y ser sometidas de nuevo al ensayo aquellas que presenten fugas. Sólo las camisas absolutamente estancas bajo la presión hidráulica prescrita serán utilizadas para la fabricación del tubo.

08.- Prueba de líquidos penetrantes. Esta prueba consiste en proyectar una lechada de cal a lo largo de todas las soldaduras, en un lado de la camisa de chapa. Sobre el otro lado, y a lo largo de todas las soldaduras, se proyecta petróleo puro coloreado, u otro producto similar. El tiempo mínimo de penetración deben ser fijado de acuerdo con las especificaciones del líquido penetrante, y no será inferior a doce horas (12 h). Después del tiempo prescrito, no debe aparecer ningún punto coloreado en la lechada de cal. Si apareciera antes del tiempo fijado, las soldaduras deben ser repasadas y vueltas a ensayar.

09.- Elementos de sellado (anillos de elastómero). El volumen se medirá bien por desplazamiento de agua, o bien por pesada. En caso de empalme, cada uno será comprobado minuciosamente alrededor de los trescientos sesenta grados (360°). Los empalmes que presenten despegues o fisuras visibles, serán rechazados. Cada anillo de sellado deberá ser estirado a tres veces su longitud original. En caso de empalme, cada uno de dichos empalmes se colocará en la máquina de ensayos lejos de cualquier soporte (a una distancia de al menos diez veces la dimensión mínima de la junta). Cada junta debe ser examinada visualmente, siendo rechazada si presenta despegues o fisuras visibles.

10.- Resistencia del hormigón. Las probetas cúbicas o cilíndricas utilizadas para calcular la resistencia característica, son fabricadas y tratadas, a elección del fabricante, bien en las condiciones equivalentes a las de fabricación del tubo, o bien conforme a las normas nacionales que sean transcripción de las normas EN cuando existan. La resistencia a compresión a tener en cuenta es el valor características de un fráctil del noventa y cinco por ciento (95%) y dado por los ensayos efectuados sobre las probetas. para las probetas cilíndricas pueden utilizarse otras dimensiones distintas de ciento cincuenta por trescientos (150 x 300), utilizando los factores de conversión correspondientes. cuando se usan probetas cúbicas, deben utilizarse

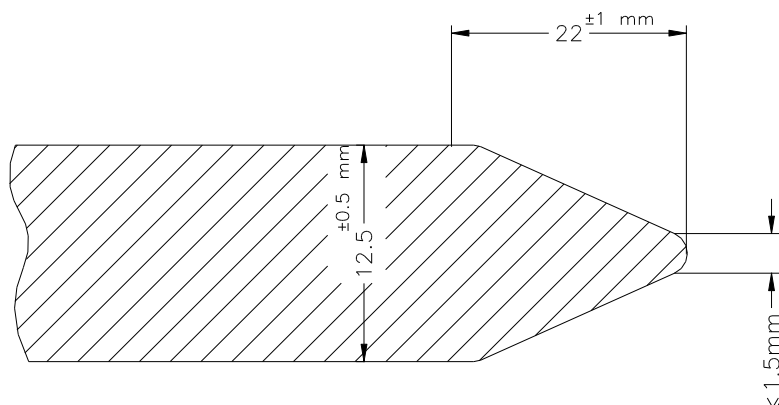
factores de conversión. Si son de ciento cincuenta (150), los resultados del ensayo se dividen por u factor de conversión de:

- Uno coma veinte (1,20) para resultados de ensayo inferiores a cuarenta y cinco megapascales (45 MPa).
- Uno coma diez (1,10) para resultados de ensayo iguales o superiores a cuarenta y cinco megapascales (45 MPa).

Si se utilizan cubos de cien (100), los resultados del ensayo se dividen por uno con cero cinco (1,05) antes de aplicar los factores de conversión mencionados anteriormente.

11.- Fisuración del hormigón. La medición de las fisuras del hormigón se realiza utilizando una galga de dimensiones indicadas en la figura 22.22.3. El espesor de la galga debe ser igual al ancho de fisura especificada en los requisitos. Cuando el ancho máximo de fisura es un requisito, éste no se cumplirá si la galga penetra al menos dos milímetros (2 mm) a intervalos cortos de al menos cincuenta milímetros (50 mm) sobre la longitud mínima prescrita.

FIGURA 22.22.3



12.- Ensayo de desviación angular y cortante. Las juntas flexibles deben ser ensayadas estando sometidas simultáneamente a la desviación angular admisible, y a un cortante transversal en la junta igual a veinte (20) veces DN/ID, expresado en Newtons, o a un esfuerzo cortante superior fijado por el fabricante. La presión de prueba debe ser declarada por el fabricante, igual a la presión máxima de prueba admisible de la conducción. Para juntas en que la estanquidad o estabilidad del anillo de sellado depende de la presión, se realizará un segundo ensayo en las mismas condiciones, pero con una presión de prueba de ochenta kilopascales (80 KPa) por debajo de la presión atmosférica.

13.- Otras pruebas y ensayos en fábrica. Específicamente para cada tipo de tubo, se contempla otras pruebas a realizar en fábrica. Estas deberán ser realizadas de acuerdo con las indicaciones particulares para cada tipo de tubo, o cumplir las especificaciones exigidas, como son:

- Prueba de aplastamiento para tubos de hormigón armado, prueba combinada de presión y aplastamiento para tubos con armadura difusa, prueba combinada de presión y flexión longitudinal para tubos con armadura difusa, todas ellas según Apartado 4 de la Norma UNE-EN 640-95
- Prueba de presión hidráulica para tubos de hormigón armado con camisa de chapa, según Apartado 4 de la Norma UNE-EN 641-95.
- Pruebas hidráulicas, ensayos de permeabilidad del revestimiento, según Apartado 4 de la Norma UNE-EN 642-95.

## 9.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Generalidades. El fabricante establecerá y mantendrá un sistema documentado de gestión de la calidad (incluyendo control de producción de fábrica), de acuerdo con la Norma EN 29002 (o Norma EN 29001, a elección del fabricante), con las especificaciones de la norma común a todo tipo de tubos de presión de hormigón, UNE-EN 639, y de las Normas particulares para los diferentes tipos de tubos UNE-EN 640-95, UNE-EN 641-95 ó UNE-EN 642-95, según proceda. El fabricante debe hacer certificar por terceras partes oficialmente reconocida su sistema de gestión de calidad.

02.- Frecuencias de ensayo. Cuando se especifican los ensayos, pero no así las frecuencias, el fabricante aplicará frecuencias tales que su conformidad se verifique con un fráctil del noventa y cinco por ciento (95%).

03.- Control de recepción. Con cada partida que se envíe a obra, el fabricante adjuntará un certificado de garantía de calidad acreditativo de que los tubos cumplan los requisitos expresados en este Pliego.

04.- Acceso a las instalaciones de fabricación. El Director de la obra, o su representante, tendrá en todo momento acceso libre al lugar donde los tubos son fabricados y ensayados, con el fin de examinar el sistema de gestión de calidad incluyendo el control de producción de fábrica, procedimientos, registros y presenciar las pruebas y el marcado de los tubos.

05.- En el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinado Sello o Marca de Calidad, concedidos por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo establecido en el Artículo 15.52.

## 10.- MARCADO

01.- Cada componente será marcado indeleblemente, de una forma clara, visible y duradera, dando como mínimo la siguiente información, en el extremo macho o hembra:

- Número de la norma del producto específica, tales como las Normas UNE-EN 640-95, UNE-EN 641-95 ó UNE-EN 642-95.
- En los tubos destinados al transporte de agua potable se marcará una “P” tras el número de norma del producto.
- Identificación del fabricante y lugar de producción.
- Identificación de la fecha de fabricación.
- Identificación de la certificación por tercera parte (si existe).
- Identificación del diámetro y del tipo de resistencia mecánica, si procede.
- Identificación de un uso especial, cuando proceda.
- Si se especifica en los documentos del contrato, se colocarán en el tubo marcas especiales de identificación suficientes para indicar la localización adecuada del tubo o del accesorio en la conducción por referencia a dibujos y nomenclaturas especificadas en el Apartado 4.2.02 del presente Artículo.
- Todos los tubos biselados serán marcados indicando su desviación angular; el lado corto será igualmente identificado.
- Si se usa armadura elíptica, el eje menor de la armadura será identificado.
- El marcado CE (cuando se lleve a efecto su aplicación).

02.- Cuando las dimensiones del componente no permitan el marcado completo. La identificación del componente será realizada de manera que no exista duda.

## 11.- INSTALACIÓN Y PRUEBA

01.- Instalación. Debe ser conforme a las normas que serán transcripción de las Normas EN cuando existan. En ausencia de tales normas, se utilizará cualquier reglamento vigente aplicable.

02.- Preparación de la prueba. Antes de realizar la prueba, la conducción se llenará de agua y se aplicará la presión durante un periodo de tiempo que depende de las condiciones locales, variando de unas pocas horas hasta cuarenta y ocho horas (48 h). La cantidad necesaria de agua para mantener la presión debe ser registrada. Este procedimiento se continuará realizando hasta que la cantidad de agua aportada por hora se haya reducido hasta el máximo admitido.

03.- Prueba en obra. Una vez aplicada la presión de prueba, la cantidad de agua a añadir necesaria para mantener la presión, no debe ser superior a:

- 0,15 litros por metro cuadrado de superficie interior y por hora, para tubos de hormigón armado sin camisa de chapa.
- 0,025 litros por metro cuadrado de superficie interior y por hora, para tubos pretensados sin camisa de chapa.
- 0,01 litros por metro cuadrado de superficie interior y por hora, para tubos con camisa de chapa.

04.- La duración de la prueba no será menor de tres horas (3 h) ni mayor de veinticuatro horas (24 h).

## 12.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de los tubos de hormigón para condiciones con presión se realizará según lo indicado por la unidad de obra de que toman parte.

## ARTÍCULO 22.23.- TUBOS DE HORMIGÓN POROSO (PCTG99)

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Tubos de hormigón poroso son tubos fabricados con hormigón muy permeable, exento de elementos finos en el árido y sin ningún tipo de armadura, y que se utilizan para obras de drenaje.

02.- Las definiciones de diámetro nominal, longitud total, longitud útil y espesor nominal, se establecen en forma idéntica a las del Apartado 1 del Artículo 22.21 de este Pliego.

### 2.- MATERIALES

#### 2.1.- Áridos

01.- Los áridos cumplirán las condiciones fijadas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural", además de las que se fijen en este Pliego.

02.- La granulometría de los áridos que se utilicen será estudiada por el fabricante de manera que el producto terminado cumpla las condiciones exigidas. El tamaño máximo del árido no superará las cuatro décimas (0,4) del espesor nominal del tubo.

#### 2.2.- Cemento

01.- El cemento será en general del tipo Portland y cumplirá las condiciones del Artículo 20.13 de este Pliego, así como los requisitos establecidos en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

02.- En los casos de tuberías situadas en ambientes agresivos se emplearán cementos resistentes al ataque químico. El tipo de cemento se elegirá convenientemente según la naturaleza de los agentes agresivos.

#### 2.3.- Aditivos

01.- Los aditivos cumplirán las condiciones fijadas en los Artículos 20.20, 20.21, 20.22, 20.23, 20.24 y 20.25 de este Pliego.

#### 2.4.- Agua

01.- El agua cumplirá las condiciones fijadas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

### 3.- CARACTERÍSTICAS

#### 3.1.- Características geométricas

01.- Los diámetros comerciales más usuales son los de la siguiente serie expresados en milímetros:

DN (mm):        150; 200

02.- Las tolerancias en el diámetro interior respecto del diámetro nominal serán  $\pm 5$  mm.

03.- Los valores mínimos del espesor nominal, para cada valor del diámetro nominal, se ajustarán a los especificados en la tabla siguiente:



<b>Diámetro Nominal DN mm</b>	<b>Espesor nominal mínimo mm</b>
150	25
200	32

04.- El espesor de la pared de los tubos será el espesor nominal indicado por el fabricante. No se admitirán variaciones de espesor, respecto del espesor nominal, superiores al mayor de los dos valores siguientes:

- a) Cinco por ciento (5%) del espesor nominal del tubo.
- b) Tres milímetros (3 mm).

05.- La longitud mínima de los tubos será de cincuenta centímetros (50 cm).

06.- La longitud útil de los tubos, pertenecientes a un mismo suministro será constante. La tolerancia en la longitud útil de los tubos será, como máximo, el dos por ciento (2%), en más o en menos, de su longitud nominal.

07.- La flecha máxima, medida por el lado cóncavo del tubo, será de un centímetro por metro (1 cm/m) de longitud.

### 3.2.- Características mecánicas

01.- La resistencia a flexión transversal de los tubos de hormigón poroso de sección circular, determinada según lo especificado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua, del M.O.P.U., será superior a lo indicado en el CUADRO 22.23.1.

### 3.3.- Características hidráulicas

01.- La capacidad de drenaje de los tubos, determinada según lo especificado en la Norma ASTM C 654 M, será la que figura en el CUADRO 22.23.1.

CUADRO 22.23.1

### CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS E HIDRÁULICAS DE LOS TUBOS DE HORMIGÓN POROSO

<b>Diámetro nominal DN mm</b>	<b>Resistencia a flexión transversal kN/m</b>	<b>Capacidad de drenaje por m de tubo, mínima l/s m</b>
150	16,0	1.0
200	19,0	1.5

### 4.- FABRICACIÓN

01.- La fabricación, colocación, transporte y compactación del hormigón se realizará de acuerdo con las prescripciones establecidas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

02.- El curado de los tubos podrá realizarse por cualquier procedimiento, que produzca resultados satisfactorios.

03.- El curado se prolongará hasta que el hormigón haya alcanzado, como mínimo, el setenta por ciento (70%) de su resistencia característica.

04.- Las piezas especiales (tes, derivaciones, etc.) podrán fabricarse con hormigón poroso o no poroso siempre que su resistencia a rotura sea, al menos, la de los tubos contiguos y cumplan con las demás condiciones de este Pliego, excepto la correspondiente a la porosidad, en el caso de piezas de hormigón no poroso.

05.- El espesor del enchufe en las juntas será, al menos, igual al espesor nominal de los tubos contiguos.

## 5.- RECEPCIÓN

01.- Por cada mil metros lineales (1.000 ml) o fracción de tubos de hormigón poroso suministrados se podrán realizar los siguientes ensayos y comprobaciones:

- Comprobación del aspecto.
- Comprobación geométrica.
- Ensayo de aplastamiento.
- Capacidad de drenaje.

02.- La comprobación del aspecto consiste en el examen visual del exterior y del interior del tubo para verificar que no presenta defectos que puedan mermar su calidad intrínseca o funcional; defectos tales como: fisuras, oquedades, coqueras, desconchados, lavado superficial de la lechada de cemento, irregularidades en los extremos que puedan afectar a la estanquidad de las juntas, y otros defectos de fabricación.

03.- La comprobación geométrica consiste en verificar que la forma y dimensiones de los tubos cumplen, dentro de las tolerancias, las características geométricas de diámetros, longitudes, espesores y desviación de la línea recta, definidas en el Apartado 3 de este Artículo.

04.- El ensayo de aplastamiento consiste en someter al tubo a flexión transversal mediante una carga aplicada a lo largo de una generatriz, para comprobar su resistencia al aplastamiento. Se aplicará el método de ensayo descrito en el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua" del M.O.P.U.

05.- El ensayo para determinar la capacidad de drenaje de los tubos porosos se realizará según lo establecido en la Norma ASTM C 654 M.

06.- Con cada partida que se suministre a obra el fabricante proporcionará un certificado de garantía de calidad acreditativo de que los tubos suministrados cumplen los requisitos exigidos en el presente Pliego, así como la edad a partir de la cual garantiza las características resistentes.

07.- En el caso de que los tubos tengan un sello o marca de Calidad oficialmente reconocida por la Administración, podrá obviarse la remisión del certificado, limitándose a indicar la edad mencionada en el punto 06 anterior en el albarán de entrega.

## 6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de los tubos de hormigón poroso se realizará de acuerdo con lo establecido para la unidad de obra de que formen parte.

02.- En acopios se medirán por metros (m) de longitud útil.

### Sección 3ª

## PREFABRICADOS DE HORMIGÓN PARA OBRAS DE URBANIZACIÓN

### ARTÍCULO 22.31.- BALDOSAS DE TERRAZO. USO EXTERIOR

#### 1.- DEFINICIONES

01.- Las baldosas de terrazo para exterior son elementos prefabricados, de forma y espesor uniforme, compuestos por áridos aglomerados con cemento y, en su caso, aditivos o adiciones, adecuadamente compactados, que se utilizan como material de pavimentación. Las baldosas están previstas para uso exterior (incluida su aplicación en cubiertas) en áreas peatonales, como, por ejemplo, paseos, centros comerciales, piscinas, etc. donde el aspecto decorativo del pavimento es predominante.

#### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- UNE-EN 13748-2 Baldosas de terrazo. Parte 2: Baldosas de terrazo para uso exterior.

02.- UNE 127748-2 Baldosas de terrazo. Parte 2: Baldosas de terrazo para uso exterior. Anejo Nacional a la Norma UNE-EN 13748-2.

#### 3.- CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN

01.- La clasificación y designación de las baldosas de terrazo para uso exterior se compondrá de los siguientes términos:

- Referencia al producto mediante el texto "Baldosa de terrazo para uso exterior".
- Normas de aplicación, UNE-EN 13748-2 y UNE 127748-2.
- Número de capas: Monocapa; Bicapa.
- Acabado superficial: La cara vista de las baldosas puede ser texturizada y haber sido sometida a un tratamiento secundario o tratada químicamente. Estos acabados o tratamientos deben ser declarados por el fabricante.
- Marcado según carga de rotura: 4T; 7T; 11T; 14T; 25T; 30T.
- Marcado según resistencia a flexión: ST; TT; UT.
- Marcado según resistencia al desgaste por abrasión: H; I.
- Marcado según resistencia climática: B.
- Resistencia al deslizamiento / resbalamiento.
- Formato, indicando sus medidas nominales expresadas en cm separadas por el símbolo "X".
- Color.
- Clase de rendimiento de purificación de aire:3.

02.- En caso de baldosas no rectangulares se indicarán las medidas necesarias para describirlas.

#### 4.- MATERIALES

01.- Los materiales empleados en la fabricación de las Baldosas de Terrazo para Uso Exterior cumplirán lo establecido en la UNE-EN 13748-2.

02.- No se podrá utilizar amianto o materiales que contengan amianto.

03.- En las obras de urbanización se emplearán los materiales previstos en la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

## 5.- REQUISITOS DIMENSIONALES

### 5.1.- Generalidades

01.- Las baldosas cumplirán lo establecido en las UNE-EN 13748-2 y UNE 127748-2. Su comprobación se realizará según los ensayos establecidos en dichas normas.

02.- El espesor de la capa de huella debe ser mayor de 8 mm.

### 5.2.- Dimensiones nominales

01.- Las desviaciones de las dimensiones reales respecto a las dimensiones nominales declaradas deben cumplir lo establecido en el cuadro 22.31.1.

CUADRO 22.31.1.- TOLERANCIAS DIMENSIONALES DE LAS BALDOSAS

Dimensión	Tolerancia
Longitud del lado	$\pm 0,3\%$
Espesor	$\pm 2$ mm (para espesor <40 mm) $\pm 3$ mm (para espesor $\geq 40$ mm)
La diferencia entre dos medidas cualesquiera del espesor de una baldosa individual debe ser $\leq 3$ mm. Las baldosas especificadas como calibradas tendrán una tolerancia sobre el espesor de $\pm 1$ mm.	

02.- La diferencia máxima entre el borde de la cara vista de las baldosas y la regla no será superior al  $\pm 0,3\%$  de la longitud del borde considerado.

03.- La desviación máxima en cualquier punto sobre la superficie de la cara vista no debe ser superior al  $0,3\%$  de la longitud de la diagonal considerada. Esto no es de aplicación si la cara vista es texturizada.

04.- En las obras de urbanización se emplearán las dimensiones previstas en la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

### 5.3.- Baldosas para señalización tacto-visual en espacio público urbanizado

01.- Su diseño cumplirá con las condiciones básicas de accesibilidad aprobadas por la Orden TMA/851/2021, de 23 de julio, así como la normativa de la Comunidad de Madrid en la materia.

02.- Las dimensiones y colores cumplirán lo previsto en la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

## 6.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

01.- Las baldosas deben cumplir los siguientes requisitos a la edad mínima de 28 días o a la edad que hayan sido declaradas aptas para su uso por el fabricante.

### 6.1.- Carga de rotura

01.- La carga de rotura se determinará de acuerdo con el método de ensayo descrito en el apartado 5.5 de la UNE-EN 13748-2.

02.- Las baldosas cumplirán los valores indicados en el cuadro 22.31.2, de acuerdo con la clase resistente por carga de rotura. Deberán satisfacer como mínimo los requisitos del marcado 7T. El marcado 4T sólo será aplicable a las baldosas de formato 15x15 y 20x20 cm.

CUADRO 22.31.2.- CARGA DE ROTURA SEGÚN CLASES

Clase	Marcado	Carga de rotura media (kN)	Carga individual de rotura (kN)
45	4T	4,5	3,6
70	7T	7,0	5,6
110	11T	11,0	8,8
140	14T	14,0	11,2
250	25T	25,0	20,0
300	30T	30,0	24,0

### 6.2.- Resistencia a flexión

01.- La resistencia a flexión se determinará de acuerdo con el método de ensayo descrito en el apartado 5.5 de la UNE-EN 13748-2.

02.- Las baldosas cumplirán los valores indicados en el cuadro 22.31.3, de acuerdo con la clase resistente a flexión declarada por el fabricante. Deberá satisfacer como mínimo los requisitos indicados del marcado UT.

CUADRO 22.31.3.- RESISTENCIA A FLEXIÓN SEGÚN MARCADO

Clase	Marcado	Resistencia a flexión media (MPa)	Resistencia a flexión mínima (MPa)
3	UT	5,0	4,0

### 6.3.- Resistencia al desgaste por abrasión

01.- La resistencia al desgaste por abrasión se determinará de acuerdo con el método de ensayo de disco ancho descrito en el apartado 5.6 de la UNE-EN 13748-2.

02.- Las baldosas deberán cumplir, al menos, los requisitos del marcado H, detallados en el cuadro 22.31.4.

CUADRO 22.31.4.- RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN SEGÚN MARCADO

Marcado	Tamaño de la huella (mm)
H	≤ 23
I	≤ 20

### 6.4.- Resistencia climática

01.- La resistencia climática se determinará mediante el ensayo descrito en el apartado 5.8 de la UNE-EN 13748-2.

02.- Las baldosas deberán cumplir, al menos, los requisitos del marcado B, detallados en el cuadro 22.31.5.

CUADRO 23.31.5.- RESISTENCIA CLIMÁTICA SEGÚN CLASES

Marcado	Absorción de agua (% en masa)
B	≤ 6 como media

#### 6.5.- Resistencia al impacto

01.- La resistencia al impacto se determinará mediante el ensayo descrito en el anexo C de la UNE 127748-2.

02.- La altura de caída H para la que aparece la primera fisura en la baldosa no debe ser inferior a 0,5 m.

03.- A efectos de cumplimiento de este requisito, se define fisura como una hendidura localizada en la cara vista con una profundidad igual o superior a 4 mm, una anchura igual o superior a 3 mm y una longitud igual o superior a 50 mm.

#### 6.6.- Resistencia al deslizamiento/resbalamiento

01.- La resistencia al deslizamiento/resbalamiento se determinará de acuerdo con el método del péndulo de fricción descrito en el apartado 5.7 de la UNE-EN 13748-2.

02.- Aunque las caras vistas de las baldosas no hayan sido pulidas se declarará siempre el índice USRV, exigiéndose un valor igual o superior a 45.

03.- En condiciones normales de uso, las baldosas de terrazo para uso exterior deberán mantener la resistencia al deslizamiento/resbalamiento durante toda su vida útil.

#### 6.7.- Rendimiento en la purificación del aire

01.- En el caso de que la baldosa ofrezca la característica adicional de capacidad de purificación del aire, ésta se evaluará conforme a la norma UNE 127197-1.

02.- En dicho caso, las baldosas deberán cumplir los requisitos de la clase 3, detallados en el cuadro 22.31.6.

CUADRO 22.31.6.- RENDIMIENTO EN LA PURIFICACIÓN DEL AIRE SEGÚN CLASES (%)

CLASE	RENDIMIENTO DE LA PURIFICACION DEL AIRE_NO <sub>x</sub>
Clase 3	XNO <sub>x</sub> > 8,0%

#### 7.- CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES Y ASPECTOS VISUALES

01.- Las baldosas cumplirán lo establecido en la UNE-EN 13748-2. Su comprobación se realizará según se establece en dicha norma.

02.- En condiciones de luz natural y ambiente seco, a una distancia de 2 m no deben ser visibles proyecciones, depresiones, exfoliaciones ni grietas.

03.- Pueden existir ligeras variaciones en la consistencia del color entre diferentes lotes de baldosas causadas por variaciones inevitables en el tono y propiedades del cemento y áridos, o por el proceso o momento de fabricación. La Dirección de las Obras decidirá si las variaciones de color son aceptables. Para ello, la empresa Contratista entregará a la Dirección de la Obra, antes del inicio, una muestra patrón de las baldosas a suministrar, que se guardará como referencia.

## 8.- DOCUMENTACIÓN Y MARCADO

01.- El Marcado CE es obligatorio para las baldosas de terrazo de uso exterior, de acuerdo con 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. El fabricante facilitará, además de dicho marcado, la Declaración de Prestaciones, y las instrucciones e información de seguridad del producto en castellano. Por su parte, la empresa 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. El símbolo de dicho Marcado deberá figurar en los documentos comerciales de acompañamiento o sobre el embalaje, e ir acompañado por la información que aparece en Anexo ZA de la UNE-EN 13748-2.

02.- El marcado se realizará sobre una de las caras no vistas de, al menos, una unidad del paquete en el momento de realizarlo.

03.- En ningún caso se aceptará una remesa sin al menos una unidad marcada.

04.- De acuerdo con las UNE-EN 13748-2 y UNE 127748-2 se deberá suministrar la siguiente información:

- Identificación del fabricante o fábrica.
- Identificación de la fecha de fabricación y, si la entrega se realiza antes de la fecha en que las baldosas son declaradas válidas para su uso, la identificación de esta fecha.
- Identificación de las Normas UNE-EN 13748-2 y UNE 127748-2.
- Identificación del producto (número de capas, acabado superficial, clase según espesor de la capa huella, clase según carga de rotura, clase según resistencia a flexión, clase según resistencia al desgaste por abrasión, clase según resistencia climática, formato y color, y clase de rendimiento de purificación del aire).
- Identificación del Marcado CE.
- Identificación de la Marca de Calidad, en su caso.

## 9.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

### 9.1.- Control documental

01.- Para cada remesa, se deberá comprobar que tanto la documentación facilitada como el etiquetado son conformes con el apartado 8 de este artículo.

02.- Se comprobará que la documentación facilitada corresponde a la clase y características especificadas en el proyecto.

03.- El material no debe suministrarse antes de que transcurran 7 días desde su fecha de fabricación sin autorización previa de la Dirección de las Obras, si bien se debe tener en cuenta la fecha marcada en las baldosas a partir de la cual el fabricante garantiza su resistencia.

04.- En 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 cumplan las especificaciones establecidas en este Pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el mercado CE, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones y ensayos sobre las baldosas suministradas a la obra, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

05.- Cuando el producto marcado no haya sido sometido a una evaluación de la conformidad por una tercera parte se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos de recepción de acuerdo con el apartado 9.3 de este artículo.

06.- En el caso de disponer distintivo de calidad (certificación de producto) no se exigirá la comprobación mediante ensayos referida en el apartado 9.3. El distintivo de calidad deberá avalar la sujeción del producto a lo establecido en las normas referidas en el apartado 2, y deberá estar concedido por un evaluador de la conformidad con acreditación en vigor conforme a la UNE-EN ISO 17065 por ENAC o por un organismo nacional de acreditación radicado en otro estado miembro, aplicando un esquema de evaluación periódica que incluya el control de producción en fábrica. El distintivo de calidad deberá haber sido aceptado por la Dirección de la Obra previamente a la adquisición del producto. No obstante, en el uso de sus atribuciones la Dirección de la Obra podrá disponer en cualquier momento de las comprobaciones y ensayos que puedan ser necesarios.

## 9.2.- Control a pie de obra

01.- En cada partida que llegue a obra se verificará que el marcado y las características de las baldosas corresponden a las especificadas en el Proyecto. Se comprobará el número de identificación del marcado CE.

02.- En el momento de la entrega se debe dar conformidad a la cantidad suministrada.

03.- Se deberá comprobar que las baldosas no presenten síntomas evidentes de deterioro o pérdida de calidad. Se verificará específicamente que no presenten grietas, desconchones ni exfoliaciones.

04.- No deberán existir diferencias, en cuanto al color de las baldosas, entre la remesa recibida y la muestra patrón suministrada por la empresa Contratista y aprobada por la Dirección de las Obras, la cual será guardada para comparación hasta la recepción de las obras.

## 9.3.- Control mediante ensayos

01.- Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al que resulte de aplicar el criterio siguiente a cada una de las partidas recibidas:

- Mil metros cuadrados o fracción procedentes de un mismo lote de fabricación en caso de que el producto no haya sido sometido a una evaluación por una tercera parte.

02.- Si el lote es inferior a la mitad de las cantidades indicadas anteriormente se debe añadir un lote parcial de la entrega al lote inicial.

03.- La muestra de baldosas se tomará una vez que se haya superado el control de aspecto y color. Las muestras deberán ser representativas del lote, tomándose de una sola operación y al azar. Deberán ser suficientes para la totalidad de los ensayos previstos, evitando así muestreos posteriores. Las muestras se identificarán y conservarán debidamente hasta su ensayo.

04.- El número de ensayos que deben realizarse por cada lote y sus criterios de conformidad son los recogidos en el cuadro 22.31.7.



CUADRO 22.31.7.- NÚMERO DE ENSAYOS POR LOTE Y CRITERIOS DE CONFORMIDAD

Característica	Nº de ensayos	Criterios de conformidad
	Si no ha habido evaluación de conformidad por tercera parte	
Forma y dimensiones	8 <sup>1</sup>	Apartado 5.1
Resistencia a la flexión y carga de rotura	8 <sup>1</sup>	Apartados 6.1 y 6.2
Resistencia al desgaste por abrasión	3	Apartado 6.3
Resistencia climática	3	Apartado 6.4
Resistencia al impacto	3	Apartado 6.5
Resistencia al deslizamiento	5	Apartado 6.6
Rendimiento de purificación del aire (si es aplicable) <sup>2</sup>	2	Apartado 6.7
<sup>1</sup> Estas baldosas pueden ser utilizadas en ensayos posteriores. <sup>2</sup> En caso de evaluar esta característica, se admitirá, si no hay diferencias en la tonalidad de las baldosas ni en la composición del hormigón con que se han fabricado, que se multipliquen los lotes de comprobación por dos, hasta el máximo de la superficie total del pavimento suministrado.		

05.- Los ensayos que se realicen con estas muestras deberán efectuarse y validarse tan pronto como sea posible, pero en ningún caso transcurridos más de 30 días desde la fecha en que el fabricante garantiza los valores declarados, y siempre antes de que las baldosas sean colocadas.

#### 9.4.- Criterios de aceptación y rechazo

01.- Los criterios de aceptación y rechazo se recogen en el Cuadro 22.31.8.

CUADRO 22.31.8.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Característica	Criterio
Forma y dimensiones	Cada baldosa debe satisfacer los requisitos establecidos en el apartado 4.2.2. de la norma UNE.

Característica	Criterio
Resistencia a la flexión y carga de rotura	Tanto el valor medio como los valores individuales deben cumplir los requisitos establecidos en los apartados 4.2.4.2. y 4.2.4.3. de la UNE-EN 13748-2.
Resistencia al desgaste por abrasión	Ninguna baldosa debe presentar valores por debajo del límite requerido al mercado correspondiente.
Resistencia al impacto	Ninguna baldosa debe presentar ninguna fisura.
Resistencia climática	Ninguna baldosa debe presentar valores por debajo del límite requerido al mercado correspondiente.
Resistencia al deslizamiento	El valor medio de las baldosas ensayadas para cada lote debe ser superior al valor requerido en el apartado 6.6.
Rendimiento de purificación del aire	El valor medio de las baldosas ensayadas para cada lote debe ser superior al valor requerido en el apartado 6.7.

02.- Si uno o varios de los ensayos no presentan resultados satisfactorios se debe proceder a realizar, para las características correspondientes, dos series de ensayos de contraste, salvo que la empresa Contratista decida retirar el lote. Si estos controles complementarios son satisfactorios, el lote se acepta; si no lo son se debe rechazar.

#### 10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, las baldosas de terrazo de uso exterior se abonarán por metros cuadrados suministrados.

## ARTÍCULO 22.32.- BORDILLOS Y RIGOLAS DE HORMIGÓN

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Los bordillos de hormigón son elementos prefabricados de hormigón destinados a su colocación entre superficies del mismo o diferente nivel, para proporcionar:

- Separación entre superficies sometidas a distintos tipos de tráfico.
- Confinamiento o delimitación física o visual.

02.- Cuando su función es formar canales de desagüe, individualmente o en combinación con otros bordillos, se denominan rigolas.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- UNE-EN 1340 Bordillos prefabricados de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo.

02.- UNE 127340 Bordillos prefabricados de hormigón. Complemento Nacional a la norma UNE-EN 1340.

### 3.- CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN

01.- La clasificación y designación de los bordillos de hormigón se compondrá de los siguientes términos:

- Referencia al producto mediante el texto "Bordillos de hormigón".
- Normas de aplicación, UNE-EN 1340 y UNE 127340.
- Número de capas: Monocapa; Doble capa.
- Acabado superficial: La cara vista de los bordillos puede ser lisa o texturizada o haber sido sometida a tratamientos secundarios que serán declarados por el fabricante.
- Uso previsto en su diseño: Peatonal (A); Bordillo de calzada (C); Rigola (R).
- Forma: Rectos; Curvos (cóncavo o convexo); Escuadra (cóncava o convexa).
- Marcado según resistencia a flexión: S; T; U.
- Marcado según resistencia al desgaste por abrasión: H; I.
- Marcado según resistencia climática: B.
- Resistencia al deslizamiento / resbalamiento.
- Formato, indicando sus medidas nominales expresadas en cm separadas por el símbolo "X".

### 4.- MATERIALES

01.- Los materiales empleados en la fabricación de bordillos cumplirán lo establecido en la norma UNE-EN 1340.

02.- No debe utilizarse amianto o materiales que contengan amianto.

03.- En urbanización se emplearán los materiales previstos en la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

## 5.- REQUISITOS DIMENSIONALES

### 5.1.- Generalidades

01.- Los bordillos cumplirán lo establecido en las normas UNE-EN 1340 y UNE 127340. Su comprobación se realizará según se establece en dichas normas.

02.- Cuando los bordillos sean fabricados con doble capa o capa superficial, ésta debe tener un espesor mínimo de 4 mm sobre el área que el fabricante declare como cara vista. Se deben ignorar las partículas aisladas de áridos que puedan quedar introducidas en la capa superficial.

03.- La capa superficial debe ser considerada como integrante del bordillo.

04.- Se debe considerar como chaflán toda arista biselada que exceda de 2 mm. Sus dimensiones deben ser declaradas por el fabricante.

05.- Los bordillos pueden ser fabricados con perfiles funcionales y/o decorativos, los cuales no deben incluirse en las dimensiones nominales del bordillo.

06.- La superficie de los bordillos puede ser texturizada, estar sometida a un tratamiento secundario o tratada químicamente. Estos acabados o tratamientos deben ser declarados y descritos por el fabricante.

07.- En urbanización se emplearán las secciones transversales previstas en la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

### 5.2.- Dimensiones nominales

01.- Las dimensiones nominales deben ser declaradas por el fabricante.

02.- En las obras de urbanización se emplearán las dimensiones previstas en la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

03.- Se admiten además accesorios complementarios de otras longitudes para la formación de curvas y ajustes longitudinales.

### 5.3.- Características geométricas

#### 5.3.1.- Generalidades

01.- Se comprobarán las características geométricas relativas a la anchura, longitud y altura de la cara vista.

02.- Se comprobará la conicidad perimetral, que en ningún caso será superior a 10 mm, cuando se determine la separación entre las dos caras laterales de dos bordillos yuxtapuestos, ni superior a 5 mm, cuando se determine como la separación entre dos mitades de un bordillo sometido al ensayo de rotura a flexión tal y como se indica en el anexo C de la Norma UNE-EN 1340.

03.- Se comprobará la planeidad y rectitud de las caras vistas, mediante una regla y un juego de galgas.

#### 5.3.2.- Tolerancias dimensionales

01.- Los valores de las tolerancias admisibles sobre las dimensiones nominales son:

- Longitud:  $\pm 1\%$  al milímetro más cercano, con un mínimo de 4 mm, sin exceder de 10 mm.
- Otras dimensiones, excepto el radio:

- Para las caras vistas,  $\pm 3\%$  al milímetro más cercano, con un mínimo de 3 mm, sin exceder de 5 mm.
- Para otras partes,  $\pm 5\%$  al milímetro más cercano, con un mínimo de 3 mm, sin exceder de 10 mm.

02.- La diferencia entre dos medidas de una misma dimensión de un bordillo debe ser menor o igual a 5 mm.

03.- Para las caras descritas como planas y bordes descritos como rectos, las tolerancias admisibles respecto a la planeidad y a la rectitud son las indicadas en el cuadro 22.32.1.

CUADRO 22.32.1.- TOLERANCIAS ADMISIBLES RESPECTO A LA PLANEIDAD Y A LA RECTITUD

Longitud del dispositivo de medida (mm)	Tolerancia admisible respecto a la planeidad y a la rectitud (mm)
300	$\pm 1,5$
400	$\pm 2,0$
500	$\pm 2,5$
800	$\pm 4,0$

04.- Para los dispositivos de medida de la planeidad y rectitud (curvatura) con una longitud superior o igual a 1 m, la tolerancia admisible será de  $\pm 5$  mm.

05.- En curva, se emplearán bordillos rectos cortados en fábrica o fabricados con las dimensiones finales requeridas. La longitud de los bordillos rectos empleados en curva, estará de acuerdo con el Cuadro 22.32.2.

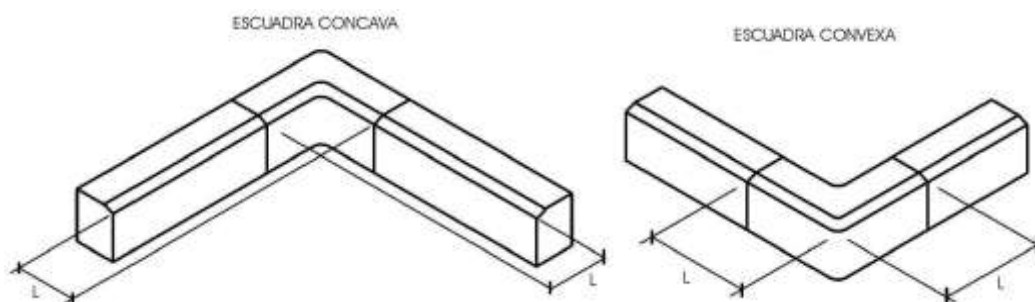
CUADRO 22.32.2.- DIMENSIONES Y TOLERANCIAS EN LONGITUD DE BORDILLOS RECTOS EMPLEADOS EN CURVA Y RADIOS DE CURVA A CONSTRUIR (cm)

Radio (R)	Longitud normalizada (L)
> 600	$50 \pm 0,5$
$\leq 600$	$30 \pm 0,4$

06.- Las secciones transversales de los bordillos rectos empleados en curva serán iguales a los bordillos de las alineaciones rectas adyacentes.

07.- Las secciones transversales normalizadas de los bordillos de escuadra cóncavos (C) y convexos (X) serán las correspondientes a los tipos II, III y IV de la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid. Su longitud L será la establecida en el cuadro 22.32.3 con una tolerancia dimensional de 1 cm.

FIGURA 22.32.1.- BORDILLOS EN ESCUADRA



CUADRO 22.32.3.- DIMENSIONES EN LONGITUD (L) DE BORDILLOS DE ESCUADRA (cm)

Tipos normalizados II, III y IV	
Cóncavo (C)	Convexo (X)
20-50	50

## 6.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

### 6.1.- Generalidades

01.- Los bordillos deben cumplir los siguientes requisitos a la edad mínima de 28 días o cuando sean declarados conformes para su uso por el fabricante.

### 6.2.- Resistencia a la flexión

01.- La resistencia a la flexión se determina mediante el ensayo descrito en el apartado F de la norma UNE-EN 1340. Este ensayo será también válido para secciones no normalizadas.

02.- Las rigolas y los bordillos de escuadra, debido a su geometría, no pueden ser ensayados de acuerdo a lo establecido en la norma UNE-EN 1340. Dichos elementos se considerarán de la misma clase resistente que los bordillos rectos ensayados según esta norma siempre y cuando sean fabricados con un hormigón de la misma resistencia.

03.- La resistencia característica a la flexión no debe ser menor que el valor correspondiente a su clase establecido en el cuadro 22.32.4 y ninguno de los resultados individuales debe ser menor que el correspondiente al valor mínimo establecido en el mismo cuadro.

CUADRO 22.32.4.- RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA FLEXIÓN (MPa)

Clase	Marcado	Resistencia característica a la flexión	Mínimo de la resistencia a la flexión
1	S	3,5	2,8
2	T	5,0	4,0
3	U	6,0	4,8

04.- Los bordillos de hormigón cumplirán en general las condiciones de la clase 2, marcado T, reservando el marcado S, para condiciones poco exigentes (por ejemplo, jardinería) y el marcado U, para condiciones de uso intensivo.

### 6.3.- Resistencia al desgaste por abrasión

01.- La resistencia al desgaste por abrasión se determina mediante el ensayo de disco ancho descrito en el anexo G de la norma UNE-EN 1340.

02.- Los bordillos deben cumplir como mínimo los requisitos correspondientes al marcado H, descrito en el cuadro 22.32.5.

CUADRO 22.32.5.- RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN

Marcado	Tamaño de huella (mm)
H	$\leq 23$
I	$\leq 20$

### 6.4.- Resistencia climática

01.- La resistencia climática se determina mediante el ensayo descrito en el anexo E de la UNE-EN 1340 para la absorción de agua.

02.- Los bordillos deben cumplir como mínimo los requisitos del marcado B correspondiente a una absorción de agua menor o igual del 6% como media.

### 6.5.- Resistencia al deslizamiento/resbalamiento

01.- La resistencia al deslizamiento/resbalamiento (índice USRV) se determina mediante el ensayo descrito en el anexo I de la Norma UNE-EN 1340.

02.- Aunque las caras vistas de los bordillos no hayan sido pulidas se declarará siempre el índice USRV, exigiéndose un valor igual o superior a 45.

03.- En condiciones normales de uso, los bordillos de hormigón deberán mantener la resistencia al deslizamiento/resbalamiento durante toda su vida útil.

## 7.- CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES Y ASPECTOS VISUALES

01.- Los bordillos cumplirán lo establecido en la norma UNE-EN 1340. Su comprobación se realizará según se establece en dicha norma.

02.- Pueden existir ligeras variaciones en la consistencia del color entre diferentes lotes de baldosas causadas por variaciones inevitables en el tono y propiedades del cemento y áridos, o por el proceso o momento de fabricación. La Dirección de las Obras decidirá si las variaciones de color son aceptables. Para ello, la empresa Contratista entregará a la Dirección de la Obra, antes del inicio, una muestra patrón de las baldosas a suministrar, que se guardará como referencia.

### 7.1.- Apariencia

01.- La cara vista del bordillo no debe mostrar defectos tales como grietas o exfoliaciones.

02.- En caso de bordillos de doble capa no debe existir delaminación (separación) entre las dos capas.

## 7.2.- Textura

01.- En el caso de bordillos fabricados con una textura especial, ésta debe ser descrita por el fabricante.

## 8.- DOCUMENTACIÓN Y MARCADO

01.- El Marcado CE es obligatorio para los bordillos prefabricados de hormigón, de acuerdo con 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. El fabricante facilitará, además de dicho marcado, la Declaración de Prestaciones, y las instrucciones e información de seguridad del producto en castellano. Por su parte, la empresa 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. El símbolo de dicho Marcado deberá figurar en los documentos comerciales de acompañamiento o sobre el embalaje, e ir acompañado por la información que aparece en Anexo ZA de la norma UNE-EN 1340.

02.- El marcado se realizará sobre una de las caras no vistas de al menos una unidad del paquete en el momento de realizarlo.

03.- En ningún caso se aceptará una remesa sin al menos una unidad marcada.

04.- Se debe suministrar la siguiente información:

- Identificación del fabricante o fábrica.
- Identificación de la fecha de fabricación y, si la entrega se realiza antes de la fecha en que los bordillos son declarados válidos para su uso, la identificación de esta fecha.
- Identificación de las Normas UNE-EN 1340 y UNE 127340.
- Identificación del producto (número de capas, acabado superficial, uso previsto, forma, clase según resistencia a flexión, clase según resistencia al desgaste por abrasión, clase según resistencia climática y formato).
- Identificación del Marcado CE.
- Identificación de la Marca de Calidad, en su caso.

## 9.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

### 9.1.- Control documental

01.- Para cada remesa, se deberá comprobar que tanto la documentación facilitada como el etiquetado son conformes con el apartado 8 de este artículo.

02.- Se comprobará que la documentación facilitada corresponde a la clase y características especificadas en el proyecto.

03.- El material no se debe suministrar antes de que transcurran 7 días desde su fecha de fabricación sin autorización previa de la Dirección de las Obras, si bien se debe tener en cuenta la fecha marcada en los bordillos a partir de la cual el fabricante garantiza su resistencia.

04.- En 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 cumplan las especificaciones establecidas en este pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento



la realización de comprobaciones y ensayos sobre los bordillos suministrados a la obra, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

05.- Cuando el producto marcado no haya sido sometido a una evaluación de la conformidad por una tercera parte se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos de recepción de acuerdo con el apartado 9.3 de este artículo.

06.- En el caso de disponer distintivo de calidad (certificación de producto) no se exigirá la comprobación mediante ensayos referida en el apartado 9.3. El distintivo de calidad deberá avalar la sujeción del producto a lo establecido en las normas referidas en el apartado 2, y deberá estar concedido por un evaluador de la conformidad con acreditación en vigor conforme a la UNE-EN ISO 17065 por ENAC o por un organismo nacional de acreditación radicado en otro estado miembro, aplicando un esquema de evaluación periódica que incluya el control de producción en fábrica. El distintivo de calidad deberá haber sido aceptado por la Dirección de la Obra previamente a la adquisición del producto. No obstante, en el uso de sus atribuciones la Dirección de Obra podrá disponer en cualquier momento de las comprobaciones y ensayos que puedan ser necesarios.

#### **9.2.- Control a pie de obra**

01.- En cada partida que llegue a obra se verificará que el marcado y las características de los bordillos corresponden a las especificadas en el proyecto. Se comprobará el número de identificación del marcado CE.

02.- En el momento de la entrega se debe dar conformidad a la cantidad de bordillos suministrados.

03.- Se deberá comprobar que los bordillos no presenten síntomas evidentes de deterioro o pérdida de calidad. Se verificará específicamente que no presente grietas, exfoliaciones ni delaminaciones.

04.- No deberán existir diferencias, en cuanto a la textura y al color de los bordillos, entre la remesa recibida y la muestra suministrada por la empresa Contratista y aprobada por la Dirección de las Obras, la cual será guardada para comparación hasta la recepción de las obras.

#### **9.3.- Control mediante ensayos**

01.- Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al que resulte de aplicar el criterio siguiente a cada una de las partidas recibidas:

- 1000 metros lineales o fracción procedentes de un mismo lote de fabricación en caso de que el producto no haya sido sometido a una evaluación por una tercera parte.

02.- Si el lote es inferior a la mitad de la cantidad indicada anteriormente se debe añadir un lote parcial de la entrega al lote inicial.

03.- La muestra de bordillos se tomará una vez que se haya superado el control de aspecto. Las muestras deberán ser representativas del lote, tomándose de una sola operación y al azar. Deberán ser suficientes para la totalidad de los ensayos previstos, evitando así muestreos posteriores. Las muestras se identificarán y conservarán debidamente hasta su ensayo.

04.- El número de ensayos que deben realizarse por cada lote y sus criterios de conformidad son los recogidos en el cuadro 22.32.6.

#### **CUADRO 22.32.6.- NÚMERO DE BORDILLOS DE MUESTRA Y CRITERIO DE CONFORMIDAD**

Característica	Nº de ensayos	Criterios de conformidad
	Si no ha habido evaluación de conformidad por tercera parte	
Forma y dimensiones	8 <sup>1</sup>	Apartado 5.2
Espesor de la doble capa	8 <sup>1</sup>	Apartado 5.1
Resistencia a la flexión	4	Apartado 6.2
Resistencia al desgaste por abrasión	3	Apartado 6.3
Resistencia climática	3	Apartado 6.4
Resistencia al deslizamiento	5	Apartado 6.5
<sup>1</sup> Estos bordillos pueden ser utilizados en ensayos posteriores.		

05.- Los ensayos que se realicen con estas muestras deberán efectuarse y validarse tan pronto como sea posible, pero en ningún caso transcurridos más de 30 días desde la fecha en que el fabricante garantiza los valores declarados y siempre antes de que los bordillos sean colocados.

#### 9.4.- Criterios de aceptación y rechazo

01.- Los criterios de aceptación y rechazo se recogen en el Cuadro 22.32.7.

CUADRO 22.32.7.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Característica	Criterio
Forma y dimensiones	Cada bordillo debe satisfacer los requisitos establecidos en el apartado 4.2.2. de la norma UNE.
Resistencia a la flexión y carga de rotura	Tanto el valor medio como los valores individuales deben cumplir los requisitos establecidos en los apartados 4.2.4.2. y 4.2.4.3. de la UNE.
Resistencia al desgaste por abrasión	Ningún bordillo debe presentar valores por debajo del límite requerido al marcado correspondiente.
Resistencia al impacto	Ningún bordillo debe presentar ninguna fisura.
Resistencia climática	Ningún bordillo debe presentar valores por debajo del límite requerido al marcado correspondiente.
Resistencia al deslizamiento	El valor medio de los bordillos ensayados para cada lote debe ser superior al valor requerido en el apartado 6.6.

02.- Si uno o varios de los ensayos no presentan resultados satisfactorios se debe proceder a realizar, para las características correspondientes, dos series de ensayos de contraste, salvo que la empresa Contratista decida retirar el lote. Si estos controles complementarios son satisfactorios, el lote se acepta; si no lo son se debe rechazar.

#### 10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, los bordillos se abonarán por metros suministrados.

## ARTÍCULO 22.33.- ADOQUINES DE HORMIGÓN

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Los adoquines de hormigón son elementos prefabricados de forma y espesor uniforme compuestos por áridos aglomerados con cemento y, en su caso aditivos o adiciones, adecuadamente compactados, que se utilizan como material de pavimentación. Pueden ser monocapa o de doble capa y deben satisfacer las siguientes condiciones:

- Cualquier sección transversal a una distancia de 50 mm de cualquiera de los bordes del adoquín no tiene una dimensión horizontal inferior a 50 mm.
- Su longitud total dividida por su espesor es menor o igual a 4.

02.- Estas especificaciones no son aplicables a los accesorios complementarios.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- UNE-EN 1338 Adoquines de Hormigón. Especificaciones y Métodos de ensayo.

02.- UNE 127338 Adoquines prefabricados de hormigón. Complemento Nacional a la UNE-EN 1338.

### 3.- CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN

01.- La clasificación y designación de los adoquines de hormigón se compondrá de los siguientes términos:

- Referencia al producto mediante el texto "Adoquines de hormigón".
- Normas de aplicación, UNE-EN 1338 y UNE 127338.
- Número de capas: Monocapa; Doble capa.
- Acabado superficial: La cara vista de los adoquines de hormigón puede ser lisa o texturizada y haber sido sometida a tratamientos secundarios que serán declarados por el fabricante.
- Marcado según diagonales: J; K.
- Marcado según resistencia al desgaste por abrasión: H; I.
- Marcado según resistencia climática.
- Resistencia al deslizamiento / resbalamiento.
- Formato, indicando sus medidas nominales expresadas en cm separadas por el símbolo "x".
- Color.
- Clase de rendimiento de purificación del aire: 3.

### 4.- MATERIALES

01.- Los materiales empleados en la fabricación de los adoquines cumplirán lo establecido para ellos por la UNE-EN 1338.

02.- No se podrá utilizar amianto o materiales que contengan amianto.

03.- En las obras de urbanización se emplearán los materiales previstos en la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

## 5.- REQUISITOS DIMENSIONALES

### 5.1.- Generalidades

01.- Los adoquines cumplirán lo establecido en las UNE-EN 1338 y UNE 127338. Su comprobación se realizará según se establece en dichas normas.

02.- Las dimensiones verticales u horizontales de las aristas descritas como a escuadra (biselada o redondeada) no deben superar los 2 mm.

03.- Las aristas biseladas que excedan de 2 mm deben considerarse como achaflanadas y sus dimensiones ser declaradas por el fabricante.

04.- En el caso de adoquines de doble capa, la capa vista deberá tener como mínimo 4 mm de espesor.

05.- En urbanización se emplearán las dimensiones previstas en la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

### 5.2.- Dimensiones nominales

01.- Las dimensiones nominales deberán ser declaradas por el fabricante.

02.- Cuando se fabriquen los adoquines con elementos espaciadores, caras laterales con conicidad perimetral o achaflanadas y perfilados, el fabricante deberá declarar sus dimensiones nominales.

03.- Las tolerancias admisibles sobre las dimensiones nominales declaradas por el fabricante son las indicadas en el cuadro 22.33.1.

CUADRO 22.33.1.- TOLERANCIAS DIMENSIONALES DE LOS ADOQUINES (mm) (\*)

Espesor del adoquín	Longitud	Anchura	Espesor
<100	±2	±2	±3
≥100	±3	±3	±4

(\*) La diferencia máxima entre dos medidas del espesor de un mismo adoquín no será superior a 3 mm.

04.- En el caso de adoquines no rectangulares, el fabricante debe declarar las tolerancias de las restantes dimensiones.

05.- Las diferencias máximas admisibles entre las medidas de dos diagonales de un adoquín rectangular, cuando la longitud de las diagonales supere los 300 mm, no serán superiores a las que se indican en el cuadro 22.33.2.

CUADRO 22.33.2.- DIFERENCIAS MÁXIMAS (mm)

Marcado	Máxima diferencia
J	5
K	3

06.- Las desviaciones máximas de planeidad y curvatura indicadas en el cuadro 22.33.3 deben ser aplicadas a la cara vista plana cuando la dimensión máxima del adoquín supere los 300 mm. Cuando la cara vista no sea plana, el fabricante debe suministrar la información sobre las desviaciones admisibles.

CUADRO 22.33.3.- DESVIACIONES SOBRE PLANEIDAD Y CURVATURA (mm)

Longitud del dispositivo de medida	Convexidad máxima	Concavidad máxima
300	1,5	1,0
400	2,0	1,5

## 6.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

### 6.1.- Generalidades

01.- Los adoquines deben cumplir los siguientes requisitos a la edad mínima de 28 días o cuando sean declarados aptos para su uso por el fabricante.

02.- En la selección del tipo de adoquín se atenderá a la recomendación de uso del fabricante.

### 6.2.- Resistencia a rotura

01.- La resistencia a rotura se determinará de acuerdo con el anexo F de la UNE-EN 1338.

02.- La resistencia característica a rotura no debe ser inferior a 3,6 MPa. Ningún valor individual debe ser inferior a 2,9 MPa, ni tener una carga de rotura inferior a 250 N/mm de la longitud de rotura.

### 6.3.- Resistencia al desgaste por abrasión

01.- La resistencia al desgaste por abrasión se determinará de acuerdo con el método de ensayo de disco ancho descrito en el anexo G de la UNE-EN 1338.

02.- Los adoquines deberán cumplir, como mínimo, los requisitos correspondientes al marcado H, detallados en el cuadro 22.33.4.

CUADRO 22.33.4.- RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN

Marcado	Tamaño de huella (mm)
H	$\leq 23$
I	$\leq 20$

#### 6.4.- Resistencia climática

01.- La resistencia climática se determinará mediante el ensayo descrito en el anexo E de la UNE-EN 1338 para la absorción de agua.

02.- Los adoquines deberán cumplir los requisitos correspondientes al marcado B, detallados en el cuadro 22.33.5., y con la clase 3 marcado D según la Tabla 4.2 de la UNE-EN 1338 cuando la superficie pueda estar expuesta a la acción de sales descongelantes.

CUADRO 22.33.5.- RESISTENCIA CLIMÁTICA SEGÚN CLASES

Marcado	Absorción de agua (% en masa)
B	$\leq 6$ como media

#### 6.5.- Resistencia al deslizamiento / resbalamiento

01. La resistencia al deslizamiento/resbalamiento se determinará de acuerdo con el método del péndulo de fricción descrito en el anexo I de la UNE-EN 1338.

Alternativamente se podría utilizar la Norma UNE-EN 16165 "Determinación de la resistencia al deslizamiento de superficies peatonales. Métodos de evaluación", sin menoscabo de lo que indique la reglamentación nacional vigente en la recepción de materiales en obra (por ejemplo, el Código Técnico de la Edificación – DB-SU-A Seguridad de utilización y accesibilidad).

02.- Aunque las caras vistas de los adoquines no hayan sido pulidas se declarará siempre el índice USRV, exigiéndose un valor igual o superior a 45.

03.- En condiciones normales de uso, los adoquines de hormigón deberán mantener la resistencia al deslizamiento/resbalamiento durante toda su vida útil.

#### 6.6.- Rendimiento en la purificación del aire

01.- En el caso de que el adoquín ofrezca la característica adicional de capacidad de purificación del aire, ésta se evaluará conforme a la norma UNE 127197-1.

02.- En dicho caso, los adoquines deberán cumplir los requisitos correspondientes a la clase 3, detallados en el cuadro 22.33.6.

CUADRO 22.33.6.- RENDIMIENTO EN LA PURIFICACIÓN DEL AIRE SEGÚN CLASES (%)

CLASE	RENDIMIENTO DE LA PURIFICACION DEL AIRE_ NO <sub>x</sub>
Clase 3	XNOX > 8,0%

## 7.- CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES Y ASPECTOS VISUALES

01.- Los adoquines cumplirán lo establecido por la UNE-EN 1338. Su comprobación se realizará según se establece en dicha norma.

### 7.1.- Apariencia

01.- La cara vista de los adoquines no tendrán defectos tales como grietas o exfoliaciones, al examinarse según el anexo J de la UNE-EN 1338.

02.- En el caso de los adoquines de doble capa no existirán delaminaciones entre las capas.

### 7.2.- Textura

01.- En el caso de adoquines fabricados con texturas superficiales especiales, dicha textura será descrita por el fabricante. No deberá haber diferencias significativas objetivas en la textura respecto a cualquier muestra facilitada por la empresa Contratista y aprobada por la Dirección de las Obras.

### 7.3.- Color

01.- Según el criterio del fabricante, puede colorearse la capa vista o toda la unidad.

02.- No deberá haber diferencias significativas en el color respecto a cualquier muestra facilitada por la empresa Contratista y aprobada por la Dirección de las Obras.

03.- Pueden existir ligeras variaciones en la consistencia del color entre diferentes lotes de adoquines causadas por variaciones inevitables en el tono y propiedades del cemento y áridos, o por el proceso o momento de fabricación. La Dirección de las Obras decidirá si las variaciones de color son aceptables. Para ello, la empresa Contratista entregará a la Dirección de la Obra, antes del inicio, una muestra patrón de las baldosas a suministrar, que se guardará como referencia.

## 8.- DOCUMENTACIÓN Y MARCADO

01.- El Marcado CE es obligatorio para los adoquines de hormigón de acuerdo con 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. El fabricante facilitará, además de dicho marcado, la Declaración de Prestaciones, y las instrucciones e información de seguridad del producto en castellano. Por su parte, la empresa 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. El símbolo de dicho Marcado deberá figurar en los documentos comerciales de acompañamiento o sobre el embalaje, e ir acompañado por la información que aparece en Anexo ZA de la UNE-EN 1338.

02.- El marcado se realizará sobre una de las caras no vistas de al menos una unidad del paquete en el momento de realizarlo.

03.- En ningún caso se aceptará una remesa sin al menos una unidad marcada.

04.- De acuerdo con las normas UNE-EN 1338 y UNE 127338 se deberá suministrar la siguiente información:

- Identificación del fabricante o fábrica.



- Identificación de la fecha de fabricación y, si la entrega se realiza antes de la fecha en que los adoquines son declarados válidas para su uso, la identificación de esta fecha.
- Identificación de las Normas UNE-EN 1338 y UNE 127338.
- Identificación del producto (clase según diagonales, clase según resistencia al desgaste por abrasión, clase según resistencia climática, formato y color y clase de rendimiento de purificación del aire).
- Identificación del Mercado CE.
- Identificación de la Marca de Calidad (en su caso).

## 9.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

### 9.1.- Control documental

01.- Para cada remesa, se deberá comprobar que tanto la documentación facilitada como el etiquetado son conformes con el apartado 8 de este artículo.

02.- Se comprobará que la documentación facilitada corresponde a la clase y características especificadas en el proyecto.

03.- El material no se debe suministrar antes de que transcurran 7 días desde su fecha de fabricación sin autorización previa de la Dirección de las Obras, si bien se debe tener en cuenta la fecha marcada en los adoquines a partir de la cual el fabricante garantiza su resistencia.

04.- En el control de procedencia de los materiales, se llevará a cabo la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al Mercado CE cumplan las especificaciones establecidas en este pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el mercado CE, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones y ensayos sobre los adoquines suministrados a la obra, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

05.- Cuando el producto marcado no haya sido sometido a una evaluación de la conformidad por una tercera parte se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos de recepción de acuerdo con el apartado 9.3 de este artículo.

06.- En el caso de disponer distintivo de calidad (certificación de producto) no se exigirá la comprobación mediante ensayos referida en el apartado 9.3. El distintivo de calidad deberá avalar la sujeción del producto a lo establecido en las normas referidas en el apartado 2, y deberá estar concedido por un evaluador de la conformidad con acreditación en vigor conforme a la UNE-EN ISO 17065 por ENAC o por un organismo nacional de acreditación radicado en otro estado miembro, aplicando un esquema de evaluación periódica que incluya el control de producción en fábrica. El distintivo de calidad deberá haber sido aceptado por la Dirección de la Obra previamente a la adquisición del producto. No obstante, en el uso de sus atribuciones la Dirección de Obra podrá disponer en cualquier momento de las comprobaciones y ensayos que puedan ser necesarios.

### 9.2.- Control a pie de obra

01.- En cada partida que llegue a obra se verificará que el marcado y las características de los adoquines corresponden a las especificadas del Proyecto. Se comprobará el número de identificación del mercado CE.

02.- En el momento de la entrega se debe dar conformidad a la cantidad de adoquines suministrados.

03.- Se deberá comprobar que los adoquines no presentan síntomas evidentes de deterioro o pérdida de calidad. Se verificará específicamente que no presente grietas, desconchones ni exfoliaciones.

04.- No deberán existir diferencias, en cuanto a la textura y el color, entre la remesa recibida y la muestra suministrada por la empresa Contratista y aprobada por la Dirección de las Obras, la cual será guardada para comparación hasta la recepción de las obras.

### 9.3.- Control mediante ensayos

01.- Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al que resulte de aplicar el criterio siguiente a cada una de las partidas recibidas:

- Mil metros cuadrados o fracción procedentes de un mismo lote de fabricación en caso de que el producto no haya sido sometido a una evaluación por una tercera parte.

02.- Si el lote es inferior a la mitad de la cantidad indicada anteriormente se debe añadir un lote parcial de la entrega al lote inicial.

03.- La muestra de adoquines se tomará una vez que se haya superado el control de aspecto. Las muestras deben ser representativas del lote, tomándose de una sola operación y al azar. Deberán ser suficientes para la realización de la totalidad de los ensayos previstos, evitando así muestreos posteriores. Las muestras se identificarán y conservarán debidamente hasta su ensayo.

04.- El número de ensayos por cada lote y sus criterios de conformidad son los recogidos en el cuadro 22.33.7.

CUADRO 22.33.7.- NÚMERO DE ENSAYOS POR LOTE Y CRITERIOS DE CONFORMIDAD

Característica	Nº de ensayos	Criterios de conformidad
	Si no ha habido evaluación de conformidad por tercera parte	
Aspectos visuales	8	
Forma y dimensiones	8 <sup>1</sup>	Apartado 5.1
Resistencia a la flexión y carga de rotura	8	Apartados 6.1 y 6.2
Resistencia al desgaste por abrasión	3	Apartado 6.3
Resistencia climática	3	Apartado 6.4
Resistencia al deslizamiento	5	Apartado 6.5
Rendimiento de purificación del aire (si es aplicable) <sup>2</sup>	2	Apartado 6.6

<sup>1</sup> Estos adoquines pueden ser utilizadas en ensayos posteriores

<sup>2</sup> En caso de evaluar esta característica, se admitirá, si no hay diferencias en la tonalidad de las baldosas ni en la composición del hormigón con que se han fabricado, que se multipliquen los lotes de comprobación por dos, hasta el máximo de la superficie total del pavimento suministrado.

05.- Los ensayos que se realicen con estas muestras deberán efectuarse y validarse tan pronto como sea posible, pero en ningún caso transcurridos más de 30 días desde la fecha en que el fabricante garantiza los valores declarados, y siempre antes de que los adoquines sean colocados.

#### 9.4.- Criterios de aceptación y rechazo

01.- Los criterios de aceptación y rechazo se recogen en el Cuadro 22.33.8.

CUADRO 22.33.8.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Característica	Criterio
Aspectos visuales	Ningún adoquín debe mostrar grietas, desconchones o exfoliaciones.
Forma y dimensiones	Cada adoquín debe satisfacer los requisitos para la clase declarada.
Resistencia a la flexión y carga de rotura	Ningún adoquín debe tener una resistencia a la rotura menor que 3,6 MPa, ni carga de rotura inferior a 250 N/mm.
Resistencia al desgaste por abrasión	Cada adoquín debe satisfacer los requisitos para la clase declarada.
Resistencia climática	Ningún adoquín debe tener una absorción de agua mayor del 6% en masa.
Resistencia al deslizamiento	Debe declararse el valor medio de los 5 adoquines.
Rendimiento de purificación	El valor medio de los adoquines ensayados para cada lote debe ser superior al valor requerido en el apartado 6.6.

02.- Si uno o varios de los ensayos no presentan resultados satisfactorios se debe proceder a realizar, para las características correspondientes, dos series de ensayos de contraste, salvo que la empresa Contratista decida retirar el lote. Si estos controles complementarios son satisfactorios, el lote será aceptado; si no lo son se debe rechazar.

#### 10.- MEDICIÓN Y ABONO.

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, los adoquines se abonarán por m<sup>2</sup> suministrados.

## ARTÍCULO 22.34.- PIEZAS DE HORMIGÓN PARA ARQUETAS Y POZOS DE REGISTRO (PCTG99)

---

### 1.- DEFINICIÓN.

01.- Las piezas de hormigón para arquetas y pozos de registro son elementos prefabricados de hormigón en masa o armado, que se utilizan en la ejecución de las arquetas y los pozos de registro de las conducciones.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA.

#### 2.1.- Pliego e Instrucciones de aplicación obligatoria.

01.- Los hormigones y sus componentes elementales, además de las condiciones de este Pliego, cumplirán las de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

#### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento.

01.- UNE 127011-95 EX. Pozos prefabricados de hormigón para conducciones sin presión.

02.- UNE-EN 124-95. Dispositivos de cubrimiento y de cierre para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos.

03.- UNE 83304-84. Ensayos de hormigón. Rotura por compresión.

### 3.- CLASIFICACIÓN DE LOS POZOS DE REGISTRO.

01.- Los pozos de registro de hormigón en masa o armado se clasifican en dos series denominadas Normal (N) y Reforzada (R), caracterizadas por la resistencia del elemento al aplastamiento, expresada en kilonewtons por metro cuadrado (kN/m<sup>2</sup>). La característica resulta de dividir el valor mínimo de la fuerza que causa la rotura de las piezas cilíndricas en el ensayo de aplastamiento, por su diámetro nominal y por su longitud útil.

02.- Los valores característicos de las series normalizadas son:

Serie N	30 kN/m <sup>2</sup>
Serie R	60 kN/m <sup>2</sup>

#### 4.- MATERIALES.

##### 4.1.- Cementos.

01.- El cemento será, en general, del tipo Portland y cumplirá con los requisitos establecidos en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

02.- En el caso de elementos que vayan a ir situados en ambientes agresivos se emplearán cementos resistentes al ataque químico.

##### 4.2.- Áridos.

01.- Los áridos cumplirán las condiciones fijadas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

02.- La granulometría de los áridos que se utilicen será estudiada por el fabricante de manera que el producto terminado cumpla las condiciones exigidas. El mayor tamaño del árido no deberá exceder de la mitad del espesor mínimo de las paredes de la pieza.

##### 4.3.- Agua.

01.- El agua cumplirá las condiciones fijadas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

##### 4.4.- Aditivos.

01.- Se podrán utilizar aditivos siempre que la sustancia agregada en las proporciones previstas produzca el efecto deseado, sin perjudicar las demás características del hormigón o mortero.

##### 4.5.- Hormigón.

01.- Los hormigones y sus componentes elementales cumplirán las de las condiciones fijadas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

02.- La resistencia del hormigón no debe ser inferior a doscientos kilogramos por centímetro cuadrado (200 kg/cm<sup>2</sup>) a los veintiocho (28) días.

#### 4.6.- Armaduras.

01.- Las armaduras cumplirán las condiciones exigidas en la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural”.

#### 4.7.- Pates.

01.- Los pates son elementos individuales que, empotrados en la pared interna de los módulos, forman la escalera de acceso al interior de los pozos de saneamiento.

02.- El material de los pates deberá ser de características suficientes para garantizar su durabilidad en el transcurso del tiempo y en las condiciones ambientales propias del interior de una red de saneamiento. No se admitirán pates de acero al carbono, ni pates de fundición sin protección adecuada.

### 5.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.

01.- Los diámetros nominales (DN) de los pozos de registro se ajustarán a los siguientes valores:

DN (mm): 800, 1.000; 1.200; 1.500; 1.800.

02.- La forma y dimensiones de las arquetas serán definidas en el Proyecto, ajustándose a los módulos de cuatrocientos (400), quinientas (500), seiscientas (600), ochocientas (800) y mil (1.000) milímetros (mm).

03.- Las dimensiones nominales declaradas por el fabricante se ajustarán a las tolerancias especificadas en la tabla siguiente:

Dimensiones nominales	Tolerancias
Menor o igual que 600 mm	± 6 mm
mayor que 600 mm	± 10 mm

04.- Ningún vértice de un elemento rectangular distará más de seis milímetros (6 mm) del plano definido por los otros tres.

05.- La desviación de la línea recta en piezas cilíndricas, medida desde cualquier punto de la generatriz de apoyo al plano horizontal, no será superior al mayor de los dos valores:

- a) Uno por ciento (1 %) de la longitud de la pieza.
- b) Cinco milímetros (5 mm).

06.- En piezas cilíndricas, la escuadra de sus extremos en relación con el eje longitudinal no variará en más de seis milímetros (6 mm).

07.- Las diagonales de un elemento rectangular, medidas en el mismo plano, no diferirán en más de los siguientes valores:

Diagonales menores o iguales que 1.000 mm	8 mm
Diagonales mayores que 1.000 mm	10 mm

08.- Los pates deberán tener una proyección horizontal mínima (huella mínima) de ciento veinte más menos diez milímetros ( $120 \pm 10$  mm) y deberán estar colocados manteniendo entre sí aproximadamente

la misma separación que deberá estar comprendida entre doscientos cincuenta (250) y trescientos cincuenta milímetros (350 mm).

## 6.- CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS.

### 6.1.- Pruebas de estanquidad.

01.- Las piezas cilíndricas para los pozos de registro, sometidas al ensayo de estanquidad definido en el Apartado 3.4. del "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua", no presentarán fisuras ni pérdidas de agua.

### 6.2.- Resistencia a la aplastamiento.

01.- Los valores de la carga lineal mínima que deben resistir las piezas cilíndricas, expresadas en kilonewtons por metro (kN/m), para distintas series y diámetros normalizados, quedan resumidas en el CUADRO 22.34.1.

CUADRO 22.34.1.

**ELEMENTOS CILÍNDRICOS PARA POZOS DE HORMIGÓN  
CARGA LINEAL MÍNIMA EN EL ENSAYO DE APLASTAMIENTO  
EN KILONEWTONS POR METRO (kN/m)**

Diámetro nominal (mm)	Serie N		Serie R	
	Carga de fisuración	Carga de rotura	Carga de fisuración	Carga de rotura
800	16	24	32	48
1.000	20	80	40	60
1.200	24	36	48	72
1.500	30	45	60	90
1.800	36	54	72	108

Nota: En las piezas de hormigón en masa se considerará únicamente la carga de rotura.

### 6.3.- Resistencia de los pates.

01.- Los pates deberán soportar una carga vertical de dos kilonewtons (2 kN) con una deformación máxima de diez milímetros (10 mm) bajo carga y una deformación máxima remanente de dos milímetros (2 mm). Asimismo deben soportar una carga horizontal de tres con cinco Kilonewtons (3,5 kN) sin que se produzca su arrancamiento de la pieza donde estén situados.

## 7.- TAPAS.

01.- Las tapas para los pozos de registro y arquetas deberán cumplir lo estipulado en la Norma UNE-EN 124-95.

02.- Podrán ser de hormigón, fundición o mixtas hormigón-fundición.

## 8.- JUNTAS.

#### **8.1.- Juntas entre pozos de registro o arquetas y tuberías.**

01.- Las juntas entre los pozos de registro o arquetas y las tuberías cumplirán las condiciones fijadas en el Apartado 7 del Artículo 22.22 de este Pliego.

02.- En uniones rígidas deberán colocarse juntas suficientemente elásticas a una distancia no superior a cincuenta centímetros (50 cm) de la pared de la obra de fábrica, antes y después de acometer a la misma, para evitar que como consecuencia de asientos desiguales del terreno, se produzcan daños en la tubería, o en la unión de la tubería a la obra de fábrica.

#### **8.2.- Juntas verticales entre elementos constitutivos de pozos de registro o arquetas.**

01.- Para la conexión entre elementos verticales se emplearán juntas elásticas, adoptándose las necesarias precauciones para impedir el movimiento relativo entre dichos elementos.

02.- En piezas no armadas y de altura inferior a un metro (1 m) se dispondrá material de regulación de altura para evitar apoyos puntuales.

#### **9.- FABRICACIÓN.**

01.- El fabricante detallará en su catálogo el tipo de fabricación empleado.

02.- Los moldes verificarán lo estipulado en el Apartado 7.2 del Artículo 22.21 de este Pliego.

03.- La fabricación, transporte, colocación y compactación del hormigón cumplirán lo establecido en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

04.- Se verificará lo establecido en el Apartado 7.4. del Artículo 22.21 de este Pliego en relación con el curado del hormigón.

05.- El fabricante deberá realizar los ensayos y verificaciones durante el período de fabricación de forma que pueda garantizar el cumplimiento de las características exigidas.

06.- El director, siempre que lo considere oportuno, podrá ordenar la toma de muestras de materiales para su ensayo, así como la inspección de los procesos de fabricación.



#### 10.- IDENTIFICACIÓN Y MARCADO.

01.- Los pozos de registro y arquetas tendrán las marcas prescritas en el Apartado 8 del Artículo 22.21 o del Artículo 22.22 de este Pliego, según sean de hormigón en masa o armado.

#### 11.- TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO.

01.- Las piezas que hayan sufrido deterioros durante el transporte, carga, descarga y almacenamiento, o presenten defectos, serán rechazadas.

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

03.- Las piezas se transportarán sobre cunas de madera que garanticen la inmovilidad transversal y longitudinal de la carga, así como la adecuada sujeción de las piezas apiladas, que no estarán directamente en contacto entre sí, sino a través de elementos elásticos, como madera, gomas o sogas.

04.- Las piezas cilíndricas se almacenarán preferentemente en forma vertical evitando que estén expuestas durante largo tiempo a condiciones atmosféricas en que puedan sufrir secados excesivos, calores o fríos intensos. Si esto no fuera posible se tomarán las precauciones oportunas para evitar efectos perjudiciales.

#### 12.- CONTROL DE RECEPCIÓN.

01.- Los ensayos y verificaciones a que podrán ser sometidas las piezas para arquetas y pozos de registro, para comprobar las características exigidas, son:

- Comprobación de marcado.
- Comprobación de aspecto.
- Comprobación geométrica.
- Ensayo de estanquidad.
- Ensayo de aplastamiento.
- Resistencia de pates.

02.- Si del resultado de estos ensayos se desprende que el producto no cumple con alguna de las características exigidas, se rechazará el suministro. En caso contrario, se aceptará el mismo con carácter provisional, quedando condicionada la aceptación de cada uno de los lotes que a continuación se vayan recibiendo en obra al resultado de los ensayos de control.

#### 13.- MEDICIÓN Y ABONO.

01.- La medición y abono de las piezas arquetas y pozos de registro se realizará de acuerdo con lo establecido para la unidad de obra de que formen parte.

## **ARTÍCULO 22.35.- PIEZAS DE HORMIGÓN PARA ABSORBEDEROS Y SUMIDEROS (PCTG99)**

---

### 1.- DEFINICIONES.

01.- Piezas de hormigón para absorbaderos y sumideros son elementos prefabricados de hormigón utilizados para conformar estos elementos de desagüe.

02.- Absorbadero es la boca o agujero por donde se vacía el agua de lluvia de las calzadas, de los tableros de las obras de fábrica o, en general, de cualquier construcción.

03.- Sumidero es la boca de desagüe, generalmente protegida por una rejilla, que cumple la función análoga a la del absorbadero, pero dispuesta de forma que la entrada de agua sea en sentido sensiblemente vertical.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA.

#### 2.1.- **Pliego e Instrucciones de aplicación obligatoria.**

01.- Los hormigones y sus componentes elementales, además de las condiciones de este Pliego, cumplirán las de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

### 3.- MATERIALES.

#### 3.1.- **Cementos.**

01.- El cemento será, en general, del tipo Portland y cumplirá con los requisitos establecidos en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

02.- En el caso de elementos que vayan a ir situados en ambientes agresivos se emplearán cementos resistentes al ataque químico.

#### 3.2.- **Áridos.**

01.- Los áridos cumplirán las condiciones fijadas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

02.- La granulometría de los áridos que se utilicen será estudiada por el fabricante de manera que el producto terminado cumpla las condiciones exigidas. El mayor tamaño del árido no deberá exceder de la mitad del espesor mínimo de las paredes de la pieza.

#### 3.3.- **Agua.**

01.- El agua cumplirá las condiciones fijadas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

#### 3.4.- **Aditivos.**

01.- Se podrán utilizar aditivos siempre que la sustancia agregada en las proporciones previstas, produzca el efecto deseado, sin perjudicar las demás características del hormigón o mortero.

### 3.5.- Hormigón.

01.- Los hormigones y sus componentes elementales cumplirán las de las condiciones fijadas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

02.- La resistencia del hormigón no debe ser inferior a doscientos kilogramos por centímetro cuadrado (200 kg/cm<sup>2</sup>) a los veintiocho (28) días.

### 4.- CARACTERÍSTICAS.

#### 4.1.- Características geométricas.

01.- La forma y dimensiones de las piezas serán definidas en el proyecto.

02.- Las dimensiones nominales declaradas por el fabricante se ajustarán a las tolerancias especificadas en el cuadro siguiente:

Dimensiones nominales	Tolerancias
Menor o igual que 600 mm	± 6 mm
Mayor que 600 mm	± 10 mm

#### 4.2.- Características físico-mecánicas.

01.- Las piezas para sumideros podrán retener agua sin pérdidas durante un período de treinta minutos (30 min).

02.- Sometidas a una carga de mil doscientos cincuenta kilopondios (1.250 kp), las piezas no romperán ni presentarán grietas que impliquen la ruina de las mismas.

### 5.- FABRICACIÓN.

01.- La fabricación, transporte, colocación y compactación del hormigón cumplirán lo establecido en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

02.- El curado de las piezas podrá realizarse por cualquier procedimiento que mantenga continuamente húmedas las superficies.

03.- Podrá realizarse el curado por métodos acelerados teniendo cuidado de controlar convenientemente la velocidad de calentamiento y enfriamiento con el fin de evitar que el hormigón sufra choques térmicos.

04.- Se verificará lo establecido en el Apartado 7.4. del Artículo 22.21 de este Pliego en relación con el curado del hormigón.

05.- El fabricante deberá realizar los ensayos y verificaciones durante el período de fabricación de forma que pueda garantizar el cumplimiento de las características exigidas.

06.- El Director, siempre que lo considere oportuno, podrá ordenar la toma de muestras de materiales para su ensayo, así como la inspección de los procesos de fabricación.

### 6.- CONTROL DE RECEPCIÓN.

01.- Los ensayos y verificaciones a que podrán ser sometidas las piezas para comprobar las características exigidas son:

- Comprobación de aspecto.
- comprobación geométrica.
- Resistencia a compresión.
- Estanquidad.

02.- La comprobación del aspecto consiste en el examen visual de las piezas para verificar la ausencia de fisuras, coqueas, oquedades, desconchados y otros defectos de fabricación que pueden mermar su calidad intrínseca o funcional.

03.- La comprobación geométrica consiste en verificar que la forma y dimensiones de los bloques cumplen, dentro de las tolerancias, las características geométricas definidas en este Artículo.

04.- Si del resultado de estos ensayos se desprende que el producto no cumple con alguna de las características exigidas, se rechazará el suministro. En caso contrario, se aceptará el mismo con carácter provisional, quedando condicionada la aceptación de cada uno de los lotes que a continuación se vayan recibiendo en obra al resultado de los ensayos de control.

#### 7.- MEDICIÓN Y ABONO.

01.- La medición y abono de las piezas para absorbaderos y sumideros se realizará de acuerdo con lo establecido para la unidad de obra de que formen parte.

## ARTÍCULO 22.36.- BALDOSAS DE HORMIGÓN

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Las baldosas de hormigón son elementos prefabricados, de forma y espesor uniforme, compuestos por áridos aglomerados con cemento y, en su caso, aditivos o adiciones, adecuadamente compactados, utilizados como material de pavimentación que satisfacen las siguientes condiciones:

- Su longitud total no excede de 1 metro.
- Su longitud total dividida por su espesor es mayor de 4.

02.- Estas especificaciones no son aplicables a los accesorios complementarios.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- UNE-EN 1339 Baldosas de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo.

02.- UNE 127339 Baldosas de hormigón. Propiedades y condiciones de suministro y recepción de las baldosas de hormigón. Anejo Nacional a la Norma UNE-EN 1339.

### 3.- CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN

01.- La clasificación y designación de las baldosas de hormigón se compondrá de los siguientes términos:

- Referencia al producto mediante el texto "Baldosa de hormigón".
- Normas de aplicación, UNE-EN 1339 y UNE 127339.
- Número de capas: Monocapa; Doble capa.
- Acabado superficial: La cara vista de las baldosas puede ser texturizada y haber sido sometida a un tratamiento secundario o tratada químicamente. Estos acabados o tratamientos deben ser declarados por el fabricante.
- Marcado según dimensiones: P; R.
- Marcado según diagonales: K; L.
- Marcado según carga de rotura: 4; 7; 11; 14; 19; 25; 30.
- Marcado según resistencia a flexión: S; T; U.
- Marcado según resistencia al desgaste por abrasión: H; I.
- Marcado según resistencia climática: B.
- Clase de rendimiento de purificación del aire: 3.
- Resistencia al deslizamiento / resbalamiento.
- Formato, indicando sus medidas nominales expresadas en cm separadas por el símbolo "X". En caso de baldosas no rectangulares se indicarán las medidas necesarias para describirlas.
- Color.

02.- En caso de baldosas no rectangulares se indicarán las medidas necesarias para describirlas.

### 4.- MATERIALES

01.- Los materiales empleados en la fabricación de las baldosas de hormigón cumplirán lo establecido en la norma UNE-EN 1339.

02.- No se podrá utilizar amianto o materiales que contengan amianto.

03.- En las obras de urbanización se emplearán los materiales previstos en la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid

## 5.- REQUISITOS DIMENSIONALES

### 5.1.- GENERALIDADES

01.- Las baldosas cumplirán lo establecido en las UNE-EN 1339 y UNE 127339. Su comprobación se realizará según los ensayos establecidos en dichas normas.

02.- Cuando las baldosas sean fabricadas con doble capa, ésta debe tener un espesor mínimo de 8 mm sobre el área que el fabricante declare como cara vista.

03.- La capa superficial o doble capa se considerará como integrante de la baldosa.

04.- Una arista descrita como a escuadra puede estar biselada o redondeada. Sus dimensiones horizontal y vertical no excederán de 2 mm.

05.- Toda arista biselada que exceda de 2 mm tendrá la consideración de chaflán y sus dimensiones serán declaradas por el fabricante.

### 5.2.- DIMENSIONES NOMINALES

01.- Las dimensiones nominales serán declaradas por el fabricante.

02.- Cuando se fabriquen las baldosas con elementos espaciadores, caras laterales con conicidad perimetral, ranuradas o biseladas, el fabricante también declarará sus dimensiones nominales.

03.- Las tolerancias admisibles sobre las dimensiones nominales serán las indicadas en el cuadro 22.36.1. Las baldosas deberán cumplir, al menos, los requisitos fijados para el marcado P.

CUADRO 22.36.1.- TOLERANCIAS DIMENSIONALES DE LAS BALDOSAS (mm)

Marcado	Dimensión nominal	Longitud	Anchura	Espesor
P	≤ 600	±2	±2	±3
	> 600	±3	±3	±3
R	Todas	±2	±2	±2
La diferencia entre dos medidas cualesquiera de longitud, anchura y espesor de una baldosa debe ser ≤ 3 mm.				

04.- En el caso de baldosas no rectangulares, el fabricante declarará las tolerancias de las restantes dimensiones.

05.- Las diferencias máximas admisibles entre las medidas de dos diagonales de una baldosa rectangular, cuando la longitud de las diagonales supere los 300 mm se indican en el cuadro 22.36.2. Las baldosas deberán cumplir, al menos, los requisitos fijados para el marcado K.

CUADRO 22.36.2.- MÁXIMA DIFERENCIA ENTRE LAS MEDIDAS DE LAS DIAGONALES (mm)

Marcado	Diagonal (mm)	Máxima diferencia (mm)
K	≤ 850	3
	> 850	6
L	≤ 850	2
	> 850	4

06.- Las desviaciones máximas de planeidad y curvatura indicadas en el cuadro 22.36.3 deben ser aplicadas a la cara vista plana cuando la dimensión máxima de la baldosa supere los 300 mm. Esto no es de aplicación si la cara vista es texturizada.

CUADRO 22.36.3.- DESVIACIÓN DE PLANEIDAD Y CURVATURA (mm)

Longitud del dispositivo de medida	Convexidad máxima	Concavidad máxima
300	1,5	1,0
400	2,0	1,5
500	2,5	1,5
800	4,0	2,5

07.- Cuando la cara vista no sea plana, el fabricante suministrará la información sobre las desviaciones admisibles.

### 5.3.- Baldosas para señalización tacto-visual en espacio público urbanizado

01.- Su diseño cumplirá con las condiciones básicas de accesibilidad aprobadas por la Orden TMA/851/2021, de 23 de julio, así como la normativa de la Comunidad de Madrid en la materia.

02.- Las dimensiones y colores cumplirán lo previsto en la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

## 6.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

### 6.1.- GENERALIDADES

01. Las baldosas deben cumplir los siguientes requisitos a la edad mínima de 28 días o a la edad que hayan sido declaradas aptas para su uso por el fabricante.

### 6.2.- CARGA DE ROTURA

01.- La carga de rotura se determinará con el método de ensayo descrito en el anexo F de la norma UNE-EN 1339.

02.- Las baldosas cumplirán los valores indicados en el cuadro 22.36.4, de acuerdo con la clase resistente por carga de rotura, y, como mínimo, los requisitos del marcado 7. El marcado 4 sólo sería aplicable a las baldosas de de formato 15x15 y 20x20 cm.

CUADRO 22.36.4.- CARGA DE ROTURA SEGÚN CLASES

Clase	Marcado	Carga característica de rotura (kN) (*)	Carga de rotura mínima (kN)
45	4	4,5	3,6
70	7	7,0	5,6
110	11	11,0	8,8
140	14	14,0	11,2
190	19	19,0	15,2
250	25	25,0	20,0
300	30	30,0	24,0

(\*)Por consideraciones de diseño, se prestará especial atención a las posibles condiciones de carga en el caso de baldosas cuya longitud supere los 600 mm.

### 6.3.- RESISTENCIA A FLEXIÓN

01.- La resistencia a flexión se determina de acuerdo con el método de ensayo descrito en el anexo F de la norma UNE-EN 1339.

02.- Las baldosas cumplirán los valores indicados en el cuadro 22.36.5, de acuerdo con la clase resistente a flexión, y, al menos, los requisitos del marcado U.

CUADRO 22.36.5.- RESISTENCIA A FLEXIÓN (MPa)

Marcado	Resistencia a flexión característica	Resistencia a flexión mínima
U	5,0	4,0

03.- Los accesorios complementarios no se ensayarán, sino que se considerará que son de la misma clase que las baldosas normalizadas, siempre y cuando hayan sido fabricados con un hormigón, al menos, de la misma resistencia.

### 6.4.- RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN

01.- La resistencia al desgaste por abrasión se determinará de acuerdo con el método de ensayo de disco ancho descrito en el anexo G de la Norma UNE-EN 1339, o como alternativa el del ensayo Böhme definido en el anexo H de la Norma UNE-EN 1339.

02.- Las baldosas deberán cumplir, al menos, los requisitos del marcado H, detallados en el cuadro 22.36.6.

CUADRO 22.36.6.- RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN

Marcado	Tamaño de la huella (mm)
H	≤ 23 mm
I	≤ 20 mm

### 6.5.- RESISTENCIA CLIMÁTICA



01.- La resistencia climática se determina mediante el ensayo descrito en el anexo E de la Norma UNE-EN 1339 para la absorción de agua.

02.- Las baldosas deberán cumplir, al menos, los requisitos del marcado B, detallados en el cuadro 22.36.7.

CUADRO 22.36.7.- ABSORCIÓN DE AGUA SEGÚN CLASES

Marcado	Absorción de agua (% en masa)
B	≤ 6 como media

#### 6.6.- RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO / RESBALAMIENTO

01.- La resistencia al deslizamiento/resbalamiento se determinará de acuerdo con el método del péndulo de fricción descrito en el anexo I de la Norma UNE-EN 1339.

Alternativamente se podría utilizar la Norma UNE-EN 16165 “Determinación de la resistencia al deslizamiento de superficies peatonales. Métodos de evaluación”, sin menoscabo de lo que indique la reglamentación nacional vigente en la recepción de materiales en obra (por ejemplo, el Código Técnico de la Edificación DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad).

02.- Aunque las caras vistas de las baldosas no hayan sido pulidas se declarará siempre el índice USRV, exigiéndose un valor igual o superior a 45.

03.- En condiciones normales de uso, las baldosas prefabricadas de hormigón deberán mantener la resistencia al deslizamiento/resbalamiento durante toda su vida útil.

#### 6.7.- RENDIMIENTO EN LA PURIFICACIÓN DEL AIRE

01.- En el caso de que la baldosa ofrezca la característica adicional de capacidad de purificación del aire, ésta se evaluará conforme a la norma UNE 127197-1.

02.- En dicho caso, las baldosas deberán cumplir los requisitos de la clase 3, detallados en el cuadro 22.31.8.

CUADRO 22.31.8.- RENDIMIENTO EN LA PURIFICACIÓN DEL AIRE SEGÚN CLASES (%)

CLASE	RENDIMIENTO DE LA PURIFICACION DEL AIRE_NOX
Clase 3	XNOX > 8,0%

#### 7.- CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES Y ASPECTOS VISUALES

01.- Las baldosas cumplirán lo establecido en la norma UNE-EN 1339. Su comprobación se realizará según se establece en el anexo J de dicha norma.

##### 7.1.- APARIENCIA

01.- La cara vista de las baldosas no presentarán defectos tales como grietas, o exfoliaciones.

02.- En el caso de las baldosas doble capa no existirán delaminaciones (separación) entre las capas.

## 7.2.- TEXTURA

01.- En el caso de baldosas fabricados con texturas superficiales especiales, dicha textura será descrita por el fabricante.

## 7.3.- COLOR

01.- Según el criterio del fabricante, puede colorearse la capa vista o toda la unidad. Pueden existir ligeras variaciones en la consistencia del color entre diferentes lotes de baldosas causadas por variaciones inevitables en el tono y propiedades del cemento y áridos, o por el proceso o momento de fabricación. La Dirección de las Obras decidirá si las variaciones de color son aceptables. Para ello, la empresa Contratista entregará a la Dirección de la Obra, antes del inicio, una muestra patrón de las baldosas a suministrar, que se guardará como referencia.

## 8.- DOCUMENTACIÓN Y MARCADO

01.- El Marcado CE es obligatorio para las baldosas de hormigón, de acuerdo con 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. Deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto en español. Por su parte, la empresa 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 Artículo. El símbolo de dicho Marcado deberá figurar en los documentos comerciales de acompañamiento y la información que aparece en Anexo ZA de la norma UNE-EN 1339 debe estar marcada sobre un 0,5% de las baldosas, con un mínimo de una unidad marcada por paquete, o sobre el propio embalaje si este no es reutilizado.

02.- El marcado se realizará sobre una de las caras no vistas de al menos una unidad del paquete en el momento de realizarlo.

03.- En ningún caso se aceptará una remesa sin al menos una unidad marcada.

04.- De acuerdo con la Norma UNE-EN 1339 y UNE 127339 se deberán suministrar los siguientes datos relativos a las baldosas:

- Identificación del fabricante o fábrica.
- Identificación de la fecha de producción y, si la entrega se realiza antes de la fecha en que los adoquines son declarados válidos para su uso, la identificación de esta fecha.
- Identificación de las Normas UNE-EN 1339 y UNE 127339.
- Identificación del producto (número de capas, marcado según diagonales, marcado según dimensiones, marcado según carga de rotura, marcado según resistencia a flexión, marcado según resistencia climática, marcado según resistencia al desgaste por abrasión, formato y color).
- Identificación del Marcado CE.
- Identificación de la Marca de Calidad (en su caso).

## 9.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

### 9.1.- Control documental

01.- Para cada remesa, deberá comprobarse que tanto la documentación facilitada como el etiquetado son conformes con el apartado 8 de este artículo.

02.- Se comprobará que la documentación facilitada corresponde a la clase y características especificadas en el proyecto.

03.- El material no debe suministrarse antes de que transcurran 7 días desde su fecha de fabricación sin autorización previa de la Dirección de las Obras, si bien se debe tener en cuenta la fecha marcada en las baldosas a partir de la cual el fabricante garantiza su resistencia.

04.- En 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 cumplan las especificaciones establecidas en este Pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones y ensayos sobre las baldosas suministradas a la obra, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

05.- Cuando el producto marcado no haya sido sometido a una evaluación de la conformidad por una tercera parte se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos de recepción de acuerdo con el apartado 9.3 de este artículo.

06.- En el caso de disponer distintivo de calidad (certificación de producto) no se exigirá la comprobación mediante ensayos referida en el apartado 9.3. El distintivo de calidad deberá avalar la sujeción del producto a lo establecido en las normas referidas en el apartado 2, y deberá estar concedido por un evaluador de la conformidad con acreditación en vigor conforme a la UNE-EN ISO 17065 por ENAC o por un organismo nacional de acreditación radicado en otro estado miembro, aplicando un esquema de evaluación periódica que incluya el control de producción en fábrica. El distintivo de calidad deberá haber sido aceptado por la Dirección de la Obra previamente a la adquisición del producto. No obstante, en el uso de sus atribuciones la Dirección de Obra podrá disponer en cualquier momento de las comprobaciones y ensayos que puedan ser necesarios.

#### **9.2.- Control a pie de obra**

01.- En cada partida que llegue a obra se verificará que el marcado y las características de las baldosas corresponden a las especificadas en el Proyecto. Se comprobará el número de identificación del marcado CE.

02.- En el momento de la entrega se debe dar conformidad a la cantidad.

03.- Se deberá comprobar que las baldosas no presenten síntomas evidentes de deterioro o pérdida de calidad. Se verificará específicamente que no presenten grietas, desconchones ni exfoliaciones.

04.- No deberán existir diferencias, en cuanto al color de las baldosas, entre la remesa recibida y la muestra suministrada por la empresa Contratista y aprobada por la Dirección de las Obras, la cual será guardada para comparación hasta la recepción de las obras.

#### **9.3.- Control mediante ensayos**

01.- Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al que resulte de aplicar el criterio siguiente a cada una de las partidas recibidas.

- Mil metros cuadrados o fracción procedentes de un mismo lote de fabricación en caso de que el producto no haya sido sometido a una evaluación por una tercera parte.

02.- Si el lote es inferior a la mitad de las cantidades indicadas anteriormente se debe añadir un lote parcial de la entrega al lote inicial.

03.- La muestra de baldosas se tomará una vez que se haya superado el control de aspecto. Las muestras deben ser representativas del lote, tomándose de una sola operación y al azar. Deberán ser suficientes para la totalidad de los ensayos previstos, evitando así muestreos posteriores. Las muestras se identificarán y conservarán debidamente hasta su ensayo.

04.- El número de ensayos por cada lote y sus criterios de conformidad son los recogidos en el cuadro 22.36.8.

CUADRO 22.36.8.- NÚMERO DE BALDOSAS DE MUESTRA Y CRITERIO DE CONFORMIDAD

Característica	Nº de ensayos	Criterios de conformidad
	Si no ha habido evaluación de conformidad por tercera parte	
Aspectos visuales	8 <sup>1</sup>	Apartado 7
Forma y dimensiones	8 <sup>1</sup>	Apartado 5.2
Resistencia a la flexión y carga de rotura	8 <sup>1</sup>	Apartados 6.2 y 6.3
Resistencia al desgaste por abrasión	3	Apartado 6.4
Resistencia climática	3	Apartado 6.5
Resistencia al deslizamiento	5	Apartado 6.6
Rendimiento de purificación del aire (si es aplicable) <sup>2</sup>	2	Apartado 6.7
<sup>1</sup> Estas baldosas pueden ser utilizadas en ensayos posteriores. <sup>2</sup> En caso de evaluar esta característica, se admitirá, si no hay diferencias en la tonalidad de las baldosas ni en la composición del hormigón con que se han fabricado, que se multipliquen los lotes de comprobación por dos, hasta el máximo de la superficie total del pavimento suministrado.		

05.- Los ensayos que se realicen con estas muestras deberán efectuarse y validarse tan pronto como sea posible, pero en ningún caso transcurridos más de 30 días desde la fecha en que el fabricante garantiza los valores declarados, y siempre antes de que las baldosas sean colocadas.

#### 9.4.- Criterios de aceptación y rechazo

01.- Los criterios de aceptación y rechazo se recogen en el CUADRO 22.36.9., además se tendrá en cuenta lo

CUADRO 22.36.9.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Característica	Criterio
Aspectos visuales	Ninguna baldosa debe mostrar grietas, exfoliaciones o delaminaciones.
Forma y dimensiones	Cada baldosa debe satisfacer los requisitos para la clase requerida.
Resistencia a la flexión y carga de rotura	Ninguna baldosa debe tener una resistencia a flexión o carga de rotura inferior al valor mínimo para la clase declarada.
Resistencia al desgaste por abrasión	Cada baldosa debe satisfacer los requisitos para la clase requerida.
Resistencia climática	Ninguna baldosa debe presentar una absorción superior al límite para la clase requerida.
Resistencia al deslizamiento	El valor medio de las baldosas ensayadas para cada lote debe ser superior al valor exigido.
Rendimiento de purificación del aire	El valor medio de las baldosas (si se han ensayado más de una), o de la baldosa ensayada (si únicamente es una) para cada lote debe ser superior al valor requerido en el apartado 6.7.

02.- Si uno o varios de los ensayos no presentan resultados satisfactorios se debe proceder a realizar, para las características correspondientes, dos series de ensayos de contraste, salvo que la empresa Contratista decida retirar el lote. Si estos controles complementarios son satisfactorios, el lote se acepta; si no lo son se debe rechazar.

#### 10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, las baldosas se abonarán por metros cuadrados suministrados.

## Sección 4.<sup>a</sup>

### **PREFABRICADOS DE HORMIGÓN PARA OBRAS DE EDIFICACIÓN**

#### **ARTÍCULO 22.41.- BLOQUES Y LADRILLOS DE HORMIGÓN PARA MUROS Y CERRAMIENTOS**

##### 1.- DEFINICIÓN

01.- Se define el bloque de hormigón como la pieza fabricada a base de cemento, áridos y agua, y que pueden contener aditivos y adiciones, pigmentos colorantes y otros materiales incorporados o aplicados durante o posteriormente a la fabricación de la pieza.

02.- Las piezas son adecuadas para todo tipo de muros, incluyendo los muros de una sola hoja, las paredes exteriores de chimeneas, con cámara de aire, las divisiones, de contención y de sótanos. Pueden proporcionar protección contra incendios, aislamiento térmico, aislamiento acústico y absorción acústica.

##### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

###### 2.1.- Pliego e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SE-F Seguridad estructural: Fábrica.

###### 2.2.- Normas EN que implican marcado CE

01.- EN 771-3. Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 3: Bloques de hormigón (áridos densos y ligeros).

###### 2.3.- Normas UNE de referencia

01.- UNE 127771-3. Requisitos de los bloques de hormigón (áridos densos y ligeros) y sus condiciones de suministro y recepción. Complemento nacional a la Norma UNE-EN 771-3.

##### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Según cómo sea el acabado del bloque, se definen tres tipos:

- Para fábrica de albañilería común: cuando su uso previsto es sin caras a la vista.
- Para fábrica de albañilería cara vista: cuando su uso previsto es con una o más caras a la vista, expuesta o no a condiciones climáticas externas.
- Para fábrica de albañilería expuesta: cuando su uso previsto es sin revestimiento u otra protección equivalente.

02.- En función de los huecos de las piezas, el Código Técnico de la Edificación define cuatro grupos de piezas:

- Maciza: con un volumen de huecos inferior al 25%.
- Perforada: con un volumen de huecos entre el 25 y el 50%.
- Aligerada: con un volumen de huecos entre el 50 y el 60%.
- Hueca: con un volumen de huecos entre el 60 y el 70%.

03.- Según el grado de confianza en su resistencia a compresión, se establecen las categorías:

- Categoría I: cuando hay una probabilidad de fallo de no ser alcanzada la resistencia a compresión declarada no superior al 5%.
- Categoría II: en el resto de los casos.

#### 4.- MATERIALES COMPONENTES DE LOS BLOQUES

01.- Los materiales empleados en la fabricación de los bloques de hormigón se adecuarán a los aspectos siguientes:

##### 4.1.- Cementos

01.- Se podrá utilizar cualquiera de los cementos recogidos en la Norma EN 197-1.

##### 4.2.- Agua

01.- El agua utilizada no debe contener ningún ingrediente perjudicial en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón. En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

##### 4.3.- Aditivos

01.- Son aquellas sustancias o productos que, incorporados al hormigón antes de (o durante) el amasado (o durante un amasado suplementario) en una proporción no superior al cinco por ciento 5% del peso del cemento, producen la modificación deseada, en estado fresco y/o endurecido, de alguna de sus características, de sus propiedades habituales o de su comportamiento.

02.- De los aditivos que se incluyen en la Norma EN 934-2, solamente se podrán utilizar aquellos que posean Marcado CE y vengan correctamente etiquetados.

##### 4.4.- Áridos

01.- Los áridos empleados para la fabricación de bloques de hormigón poseerán Marcado CE, según la Norma EN 12620.

02.- En el caso de áridos de autoconsumo, el suministrador de los elementos prefabricados deberá aportar un certificado de ensayo, con antigüedad inferior a tres meses, realizado por un laboratorio de control que demuestre la conformidad del árido respecto a las especificaciones contempladas en la norma europea, con un nivel de garantía estadística equivalente que el exigido para los áridos con marcado CE en la norma UNE-EN 12620.

##### 4.5.- Hormigón

01.- El hormigón empleado en la fabricación de bloques deberá ser de calidad tal que permita que el producto acabado reúna las características establecidas en el presente Pliego.

02.- La dosificación podrá ser establecida libremente garantizándose en cualquier caso la homogeneidad de la producción para cada clase de bloque.

## 5.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los bloques de hormigón deberán poseer Marcado CE según la Norma EN 771-3.

02.- Las especificaciones que se establecen para los bloques de hormigón en función del uso previsto y de su acabado quedan recogidas en el CUADRO 22.41.1.

03.- En el proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Normas EN correspondiente, para los requisitos siguientes:

- Bloques de hormigón en muros de albañilería, pilares y particiones (EN 771-3):
  - Dimensiones y tolerancias dimensionales (para piezas destinadas a utilizarse en elementos sujetos a requisitos estructurales)
  - Configuración (para piezas destinadas a utilizarse en elementos sujetos a requisitos estructurales)
  - Resistencia a compresión (para piezas destinadas a utilizarse en elementos sujetos a requisitos estructurales)
  - Estabilidad dimensional (para piezas destinadas a utilizarse en elementos sujetos a requisitos estructurales)
  - Resistencia a la adherencia (para piezas destinadas a utilizarse en elementos sujetos a requisitos estructurales)
  - Reacción al fuego (para piezas destinadas a utilizarse en elementos sujetos a requisitos de fuego)
  - Absorción de agua (para piezas destinadas a utilizarse como base antihumedad o en construcciones exteriores con una cara expuesta)
  - Permeabilidad al vapor de agua (para piezas destinadas a utilizarse en construcciones exteriores)
  - Aislamiento al ruido aéreo directo (en condiciones finales): Densidad y configuración (para piezas destinadas a utilizarse en construcciones sujetas a requisitos acústicos)
  - Resistencia térmica: [Densidad y configuración (para piezas destinadas a utilizarse en construcciones sujetas a requisitos de aislamiento térmico)]
  - Durabilidad frente al hielo/deshielo
  - Sustancias peligrosas

### 5.1.- Características de aspecto

01.- Los bloques no deben tener fisuras y deben presentar una textura superficial adecuada para facilitar la adherencia del posible revestimiento.

02.- Los bloques cara vista deberán, además, presentar por su cara o caras exteriores una coloración homogénea y una textura uniforme, no debiendo ofrecer en dichas caras coqueras, desconchones o desportillamientos. Estos bloques pueden tener un tratamiento ornamental en dichas caras debiendo, en este caso, adaptarse a las especificaciones particulares del pedido con respecto a este tratamiento.

### 5.2.- Características geométricas

01.- El fabricante declarará las dimensiones de la pieza y la categoría de tolerancia, según la norma EN 771-3. Las piezas que se empleen en fábricas cara vista o expuesta serán de una categoría D2 o más exigente. En las fábricas que se vayan a revestir, podrán ser categoría D1.

### 5.3.- Características físicas



01.- Para aquellos bloques cuya succión sea superior al límite máximo recomendado, se aconseja que sean humedecidos superficialmente antes de su puesta en obra, a excepción de los bloques cuya retracción por secado haga necesario mantener un valor estable en el contenido de humedad.

#### 5.4.- Características mecánicas

01.- El fabricante declarará la resistencia a compresión normalizada de las piezas.

02.- La resistencia normalizada a compresión mínima de las piezas,  $f_b$ , será de 5 N/mm<sup>2</sup>. No obstante, pueden aceptarse piezas con una resistencia normalizada a compresión inferior, hasta 4 N/mm<sup>2</sup> en fábricas sustentantes y hasta 3 N/mm<sup>2</sup> en fábricas sustentadas, siempre que, o se limite la tensión de trabajo a compresión en estado límite último al 75% de la resistencia de cálculo de la fábrica,  $f_d$ , o bien se realicen estudios específicos sobre la resistencia a compresión de la misma.

#### 5.5.- Resistencia al fuego

01.- El fabricante o, en su caso, el suministrador deberá facilitar y garantizar, cuando se solicite, un valor de resistencia al fuego REI, expresado en minutos, referido a un elemento de fábrica confeccionado con el bloque, determinada según las Normas UNE-EN 1363-1 y UNE-EN 1363-2.

02.- Este valor deberá ir acompañado de una justificación por cálculo en base a la Tabla F.2 DB SI Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico de la Edificación.

03.- Si se conoce la sección constructiva completa del muro y, por razones de proyecto, se exija una REI superior al valor establecido en el CTE, o cuando la Dirección de Obra lo estime necesario, deberá ir acompañado por ensayos.

## 6.- ESPECIFICACIONES DE LOS BLOQUES DE HORMIGÓN EN FUNCIÓN DE SU UTILIZACIÓN Y ACABADO

CUADRO 22.41.1

Características		Bloque cara vista			Bloque a revestir			Método de ensayo
		Estructural	Cerramiento	División	Estructural	Cerramiento	División	
De aspecto	Color	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	-	-	-	EXÁMEN VISUAL
	Textura superficial	Uniforme	Uniforme	Uniforme	-	-	-	
	Fisuras	No	No	No	No	No	-	
	Coqueras, desconchados, desportillamiento	No	No	No	-	-	-	
Geométricas	Dimensiones (tolerancia sobre la dimensión de fabricación)	Categoría D2 o más exigente			Categoría D1 o más exigente			UNE-EN 772-16
	Espesor de paredes y tabiquillos	No inferior a 20 mm en ningún punto						UNE-EN 772-16
	Forma, aristas y caras	Flecha máxima $\leq 1,5$ mm			Flecha máxima $\leq 3$ mm			UNE-EN 772-20
Físicas	Absorción	No superior al valor garantizado						UNE-EN 772-11
	Succión	Entre 0,05 y 0,1 g/cm <sup>2</sup> en 5 min.	-	-	Entre 0,05 y 0,1 g/cm <sup>2</sup> en 5 min.	-	-	UNE-EN 772-11
Mecánicas	Resistencia a compresión N/mm <sup>2</sup>	$\geq 5$	$\geq 4$	$\geq 3$	$\geq 5$	$\geq 4$	$\geq 3$	UNE-EN 772-1
Otras	Resistencia térmica m <sup>2</sup> K/W	No inferior al valor garantizado						UNE-EN 1745
	Aislamiento acústico dB	No inferior al valor garantizado						UNE-EN ISO 10140
	Resistencia al fuego mín.	No inferior al valor garantizado						UNE-EN 1363-1 y UNE-EN 1363-2

## 7.- SUMINISTRO E IDENTIFICACIÓN

La recepción se realizará atendiendo a lo indicado en el completo nacional de bloques de hormigón (UNE 127771-3).

### 7.1.- Suministro

01.- Los bloques a que hace referencia este Pliego se suministrarán en obra, sin que hayan sufrido daños y a la edad adecuada para que puedan quedar satisfechas las especificaciones establecidas en el pedido. En el caso de suministrarse empaquetados, el envoltorio no será totalmente hermético, para permitir la transpiración de las piezas en contacto con la humedad ambiente.

### 7.2.- Identificación

01.- En el albarán y, en su caso, en el empaquetado deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos:

- Nombre del fabricante y eventualmente su marca o el nombre del agente que comercialice el producto, ambos legalmente establecidos en la Comunidad Europea.
- Características de los bloques, de acuerdo con la Norma EN 771-3.

02.- En el caso de que en un mismo vehículo sean transportados bloques de distintas características, éstos deberán ser fácilmente identificables o venir separados de forma que no puedan ser confundidos.

03.- Deberá, además, figurar cualquier distintivo de calidad que el material tenga concedido, bajo las condiciones que impongan su concesión.

## 8.- RECEPCIÓN

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Será obligatorio que los bloques de hormigón cuenten con marcado CE.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- En el caso de productos con marca de calidad reconocida, la conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y este PCTG.

El distintivo de calidad deberá avalar su sujeción a lo establecido en las normas referidas en el punto 02 concedido por un evaluador de la conformidad con acreditación en vigor por ENAC o por un organismo nacional de acreditación radicado en otro estado miembro, con un esquema de evaluación tipo 4 según la UNE-EN ISO/IEC 17067. El distintivo de calidad deberá ser aceptado por la Dirección de la Obra previamente a la adquisición del producto.

En el caso de productos sin marca de calidad, se someterán al control recogido en los Apartados siguientes.

05.- La Dirección de Obra podrá establecer ensayos adicionales para verificar la conformidad del producto. Dichos ensayos se realizarán según lo establecido en la Norma EN 491.

## 8.1.- Definiciones

### 8.1.1.- Partida

01.- A efectos de este Pliego se entiende por partida el conjunto de bloques de la misma designación y procedencia, recibidos en obra en una misma unidad de transporte.

02.- Cuando en la obra se reciban en el mismo día varias unidades de transporte con bloques de la misma designación y procedencia puede considerarse que el conjunto constituye una partida.

### 8.1.2.- Lote

01.- Se entiende por lote el conjunto de bloques de una misma clase que compone la unidad de control definida en el Apartado 8.2.

### 8.1.3.- Muestra

01.- Se entiende por muestra el conjunto de bloques extraídos al azar de un lote para la realización de los ensayos.

02.- Las muestras, según su destino, se denominarán, a efectos de este Pliego:

- Muestra inicial, la formada por seis bloques y destinada al control previo.
- Muestra de control, la destinada para los ensayos de control.
- Muestra de reserva, la extraída del mismo lote que la muestra de control y destinada a su conservación en obra para la realización de los eventuales ensayos de contraste.

## 8.2.- Toma y conservación de la muestra

01.- La extracción de la muestra se realizará por la Dirección de Obra o persona en quien delegue, teniendo derecho a presenciársela una persona representante del suministrador.

02.- De cada partida se extraerá, a su llegada a obra, el número de piezas necesarias para efectuar las comprobaciones establecidas en el Apartado 8.3.1.

03.- Las distintas partidas recibidas consecutivamente y aceptadas provisionalmente se acumularán para formar lotes o unidades de control de 5.000 piezas o fracción, salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de Obra fijen otro tamaño del lote.

04.- Por cada lote se extraerá una muestra de control, compuesta el menos por el número de bloques señalados en el CUADRO 22.41.2. Esta muestra se enviará para la realización de los ensayos al laboratorio aceptado por la Dirección de Obra.

05.- En caso de así establecerlo la Dirección de Obra, se extraerán muestras de reserva.

06.- Las muestras se empaquetarán de modo que puedan transportarse y almacenarse con facilidad y con garantía de que no puedan sufrir alteraciones. Cada muestra llevará una etiqueta que permita su identificación debiendo figurar en ella, al menos, los siguientes datos:

- Nombre del fabricante y eventualmente, su marca o el nombre del agente que comercialice el producto, ambos legalmente establecidos en la Unión Europea.

- Designación del bloque según el presente Pliego.
- Identificación de la partida, lote y muestra.
- Identificación de la Obra.
- Fecha de la toma de la muestra.

07.- Las muestras que deban conservarse en obra se almacenarán en local adecuado y protegidas contra golpes, lluvia y humedades.

CUADRO 22.41.2.

Ensayos	Número mínimo de bloques	Observaciones
Dimensiones y comprobación de la forma.	6	Se pueden utilizar cualquiera de las piezas para los otros ensayos
Sección bruta. Sección neta e índice de macizo	3	Se pueden utilizar para el ensayo de absorción.
Absorción de agua.	3	Sólo en bloques categoría I y ligeros de categoría II.
Succión	3	Se pueden utilizar para el ensayo de absorción
Resistencia a compresión.	6	
Resistencia térmica. Aislamiento acústico. Resistencia al fuego	El equivalente a 10 metros cuadrados para cada determinación.	El ensayo se hace sobre fábrica de bloques sin revestir.

### 8.3.- Control de recepción

01.- Los bloques se someterán para su recepción a un proceso de control definido por dos etapas, en la primera se realizará el control previo y en la segunda, en su caso, los ensayos de control.

#### 8.3.1.- Control previo

01.- Para su aceptación provisional, deberá comprobarse que toda partida cumple con lo especificado en cuanto a:

- Identificación
- Características de aspecto
- Peso medio y/o densidad aparente media de los bloques

02.- Si estas comprobaciones son satisfactorias, o el número de piezas defectuosas es inferior al 10 por 100 del total de la partida, esta podrá aceptarse a título provisional, salvo que por la Dirección de Obra o el Pliego de Prescripciones Técnicas particulares se hubiese fijado otro criterio de aceptación o rechazo.

#### 8.3.2.- Ensayos de control

01.- Si por aplicación de instrucciones de carácter general, del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o por indicación de la Dirección de Obra, fuese necesario efectuar ensayos de control, estos se realizarán por los métodos establecidos en la Norma EN 771-3.

02.- Los ensayos se considerarán satisfactorios si se cumplen las dos condiciones siguientes: Primera, el valor medio, o característico en el caso de la resistencia a compresión, de las determinaciones efectuadas

es igual o mayor que el límite establecido; segunda, cualquiera de los valores individuales obtenidos difiere del valor medio, o característico, en menos del veinte por ciento (20%).

03.- Si todos los ensayos son satisfactorios, el lote se aceptará definitivamente.

## 9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## ARTÍCULO 22.42.- TEJAS Y ACCESORIOS DE HORMIGÓN

---

### 1.- DEFINICIÓN

01.- Tejas de hormigón son elementos prefabricados, conformados generalmente por sistemas de extrusión, prensado o vibrado de un mortero con granulometría adecuada, compuesto esencialmente de áridos, cemento y eventualmente aditivos, y que se emplean en la ejecución de cubiertas inclinadas.

02.- Accesorios o piezas son los componentes cuya base es el hormigón, complementario de las tejas normales, que tiene una función especial.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Código Técnico de la Edificación

#### 2.2.- Normas EN que implican marcado CE

01.- EN 490. Tejas y piezas de hormigón para tejados y revestimiento de muros. Especificaciones de producto.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Por su forma las tejas de hormigón se clasifican en:

- Teja plana, con la cara superior plana.
- Teja perfilada, cuya cara superior presenta crestas y valles y se dividen en:
  - Teja curva, que no presenta zonas planas en su cara superior.
  - Teja plano-curva, que presenta zonas curvas y planas en su cara superior.
  - Tejas especiales, de formas varias para resolver puntos singulares de las cubiertas (limatesas, cumbreiras, remates laterales, cambios de pendiente, etc.).

02.- Teja con ensamble: Teja perfilada o plana con un encaje lateral para ensamble y con o sin dispositivo de encaje en la parte superior de la teja.

03.- Teja sin ensamble: Teja perfilada o plana, cuyo perfil permite solaparla en sentido transversal y/o longitudinal. Generalmente tiene forma rectangular con o sin un perfil especial en la parte superior.

04.- Teja con un frente regular: Teja (con o sin ensamble) cuya longitud de cuelgue varía regularmente en todo su ancho, por su diseño.

05.- Teja con un frente irregular: Teja (con o sin ensamble) cuya longitud de cuelgue varía irregularmente en todo su ancho, por su diseño.

### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las tejas de hormigón contarán con Marcado CE, de acuerdo con la Norma EN 490.

02.- Las tejas de hormigón deben tener una superficie uniforme y cerrada. En su interior presentarán estructura homogénea.

03.- No presentarán grietas ni coqueras. Podrán admitirse pequeñas fisuras, siempre que las tejas superen los ensayos de permeabilidad y heladicidad.

04.- Las tejas de hormigón no deben tener rebabas, depósitos o desconchados, que impidan el montaje, perjudiquen la estanquidad o dificulten el desagüe normal de la cubierta.

05.- En la cara vista de la teja no se admitirán eflorescencias.

06.- En el proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 490, para los requisitos siguientes:

- Tejas y piezas de hormigón para tejados:
  - Resistencia mecánica
  - Comportamiento frente al fuego exterior
  - Reacción al fuego
  - Impermeabilidad al agua
  - Estabilidad dimensional
  - Durabilidad
  - Emisión de sustancias peligrosas
- Tejas y piezas de hormigón para recubrimiento interior o exterior de muros:
  - Resistencia mecánica
  - Reacción al fuego
  - Impermeabilidad al agua
  - Estabilidad dimensional
  - Durabilidad
  - Emisión de sustancias peligrosas

## 5.- MATERIALES

01.- Los áridos, cemento, aditivos y agua para la fabricación del hormigón cumplirán las condiciones especificadas en la norma UNE-EN 490, además de las que se fijen en este Pliego.

02.- Los pigmentos empleados para proporcionar el color a las tejas de hormigón, deberán ser estables y compatibles con el cemento usado. La colocación podrá ser en masa y/o superficial.

## 6.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos las marcas y sellos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Será obligatorio que las tejas y piezas de hormigón cuenten con marcado CE.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.



04.- En el caso de productos con marca de calidad reconocida, la conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y este PCTG.

En el caso de productos sin marca de calidad, se someterán al control recogido en los apartados siguientes.

05.- La Dirección de Obra podrá establecer ensayos adicionales para verificar la conformidad del producto. Dichos ensayos se realizarán según lo establecido en la Norma EN 491.

#### 6.1.- Control de recepción

01.- Con objeto de determinar si el producto es en principio aceptable o no, se verificará, en fábrica o a su llegada a obra, el material que vaya a ser suministrado, a partir de una muestra extraída del mismo.

02.- Sobre dicha muestra se determinarán, con carácter preceptivo, las características técnicas que se indican en el CUADRO 22.42.1, con los ensayos recogidos en la Norma EN 490.

CUADRO 22.42.1

#### ENSAYOS DE RECEPCIÓN Y DE CONTROL DE LA CALIDAD

Ensayo	Control de recepción	Control de la calidad
Longitud de cuelgue y perpendicularidad	+	+
Anchura efectiva	+	+
Planeidad	+	+
Masa	+	+
Resistencia mecánica	+	+
Impermeabilidad	+	+
Heladicidad	+	-
Autosoporte por el tacón	+	-

+ Ensayo que debe realizarse.

- Ensayo que no debe realizarse.

03.- Si del resultado de estos ensayos se desprende que el producto no cumple alguna de las características exigidas, se rechazará el suministro. En caso contrario, se aceptará el mismo con carácter provisional, quedando condicionada la aceptación de cada uno de los lotes que a continuación se vayan recibiendo en obra al resultado de los ensayos de control.

#### 6.2.- Control de Calidad

01.- Para el control de aprovisionamiento a la obra de tejas, se dividirá la previsión total en lotes de diez mil (10.000) piezas o fracción que provengan de una misma fabricación.

02.- El plan de control se establecerá determinando tantas tomas de muestras como números de lotes se hayan obtenido.

03.- La extracción de cada muestra se realizará al azar sobre los suministros del material a obra, considerándose homogéneo el contenido de un camión o el material suministrado en un mismo día, en distintas entregas, pero procedentes del mismo fabricante.

04.- Para cada muestra se realizarán los ensayos indicados en el CUADRO 22.42.1.

05.- Si los resultados obtenidos cumplen las prescripciones exigidas para cada una de las características, se aceptará el lote y de no ser así, la Dirección decidirá su rechazo o depreciación a la vista de los ensayos realizados.

## 7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## **ARTÍCULO 22.43.- ELEMENTOS LIGEROS HUECOS DE HORMIGÓN PARA FORJADOS**

---

### 1.- GENERALIDADES Y DEFINICIONES

01.- Este apartado incluye todos los tipos de productos prefabricados de hormigón de sección hueca que se emplean en los forjados de los edificios.

02.- Se definen como bovedillas de hormigón las fabricadas con hormigón de peso normal o con áridos ligeros que se utilizan conjuntamente con viguetas de hormigón prefabricado para la construcción de sistemas de forjado y cubierta de vigueta y bovedilla.

03.- Como alternativa, existen bovedillas de hormigón que se emplean conjuntamente con nervios resistentes construidos in situ, en cuyo caso son bovedillas fuera de norma y, por tanto, sin marcado CE obligatorio.

04.- Los casetones son elementos prefabricados de hormigón de sección hueca que se emplean como encofrado perdido en la construcción de forjados reticulares. Son elementos sin norma específica y, por tanto, sin marcado CE obligatorio.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e Instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

02.- Código Técnico de la Edificación.

#### 2.2.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- EN 15037-2. Productos prefabricados de hormigón. Sistemas de forjado de vigueta y bovedilla. Parte 2: Bovedillas de hormigón.

#### 2.3.- Normas básicas de referencia

01.- UNE-EN 13670. Ejecución de estructuras de hormigón.

02.- UNE-EN 13369. Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Según su función, se distinguen los tres tipos siguientes de bovedillas:

- d) Bovedillas no resistentes (NR). Son aquellas cuya misión es servir de encofrado al hormigón del forjado.
- e) Bovedillas semi-resistentes (SR). Son aquellas que participan en la transmisión de las cargas a las viguetas. Sin embargo, la parte superior de la misma en contacto con el hormigón no puede actuar sola como capa de compresión en el sistema de forjado.
- f) Bovedillas resistentes (RR). Son aquellas que, además de servir de encofrado, puede considerarse que la parte superior de la misma, bajo ciertas condiciones, hace la función de capa de compresión en el sistema de forjado final.

#### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Para las bovedillas incluidas en la norma UNE-EN 15037-2, el Proyecto deberá establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido dicha norma, para los requisitos siguientes:

- Capacidad portante (clase R1 o R2)
- Resistencia al fuego (para bovedillas que se van a utilizar en elementos sometidos a requisitos de fuego)
- Aislamiento acústico al ruido aéreo y aislamiento acústico al ruido por impacto (cuando se prevé utilizar el producto para aplicaciones acústicas) (dB o valor declarado de la densidad seca bruta y configuración declarada)
- Resistencia térmica (cuando se prevé utilizar el producto para aplicaciones térmicas) (conductividad o densidad seca bruta y configuración declarada)
- Retracción de secado de los hormigones de áridos ligeros
- Detalles constructivos:
  - Propiedades geométricas (clase N1 o N2 y TF1 o TF2)
  - Tolerancias de fabricación (clase T1 o T2)
- Durabilidad (condiciones ambientales)
- Densidad seca bruta
- Sustancias peligrosas

#### 4.1.- Dimensiones

##### 4.1.1. Bovedillas

01.- El fabricante declarará las siguientes dimensiones nominales de las bovedillas de hormigón:

- Anchura (l)
- Altura (h)
- Longitud (L)
- Altura hasta el rebaje
- Anchura del rebaje
- Profundidad del rebaje
- Proyección horizontal de la pendiente.

02.- El fabricante también declarará las tolerancias dimensionales, de acuerdo con la Norma EN 15037-2. Las bovedillas deberán tener unas tolerancias iguales o menores que las establecidas para la clase T2, recogidas en el CUADRO 22.43.1.

CUADRO 22.43.1

Dimensión	Tolerancia
Altura	-0 ; +5 mm
Anchura	-0 ; +5 mm
Longitud	±5 mm
Anchura del ala de apoyo	±3 mm
Resto de dimensiones	±5 mm

#### 4.1.2. Casetones

01.- El fabricante declarará las siguientes dimensiones nominales:

- Achura (l)
- Altura (h)
- Longitud (L)
- Espesor de las paredes (e)

02.- El fabricante también declarará las tolerancias dimensionales, de acuerdo con el CUADRO 22.43.1.

#### 4.2.- Resistencia mecánica

01.- Las piezas de entrevigado colaborantes tendrán una resistencia a compresión no menor que la resistencia de proyecto del hormigón vertido en obra con que se ejecute el forjado. Puede considerarse que los tabiquillos de estas piezas adheridas al hormigón forman parte de la sección resistente del forjado.

02.- Las piezas de entrevigado aligerantes presentarán una carga de rotura a flexión para cualquier pieza de entrevigado debe ser mayor que 1,0 kN.

03.- Las resistencias mecánicas se declararán de acuerdo con la Norma EN 15037-2. El fabricante clasificará las piezas en una de las siguientes clases: R1 o R2.

04.- Las piezas de clase R1 verificarán las siguientes propiedades:

- Resistencia característica a las cagas concentradas. Para cada tipo de elemento se establece el valor mínimo en el CUADRO 22.43.2.

CUADRO 22.43.2

Tipo	Resistencia característica mínima a las cargas concentradas (kN)
NR	1,5
SR	2,0
RR	2,5

- Resistencia longitudinal característica a compresión para las bovedillas RR y SR. El valor declarado será superior a 20 MPa.

05.- Las piezas de clase R2 verificarán las siguientes propiedades:

- Resistencia a flexión. La carga en kN mínima repartida que debe resistir la bovedilla será doce veces la longitud en metros, mayor que 2 kN.
- Resistencia longitudinal característica a compresión para las bovedillas RR y SR. El valor declarado será superior a 16 MPa.

#### 4.3.- Resistencia al fuego

01.- El comportamiento de reacción al fuego de las piezas que estén o pudieran quedar expuestas al exterior durante la vida útil de la estructura, cumplirán con la clase de reacción al fuego que sea exigible.

02.- En el caso de edificios, deberá ser conforme con el apartado 4 de la sección SI.1 del Documento Básico DB SI "Seguridad en caso de incendio" del Código Técnico de la Edificación, en función de la zona en la que esté situado el forjado. Dicha clase deberá estar determinada conforme a la norma UNE EN 13501-1 según las condiciones finales de utilización, es decir, con los revestimientos con los que vayan a contar las piezas.

#### 4.4.- Propiedades acústicas

01.- El fabricante declarará las propiedades acústicas del producto: el aislamiento acústico al ruido aéreo y el aislamiento acústico al ruido por impacto.

02.- El aislamiento acústico al ruido aéreo puede estimarse por cálculo siguiendo el anexo B de la Norma EN 12354-1:2000 o medido conforme a la Norma EN ISO 140-3. En este caso, debe expresarse en bandas de tercio de octava de 100 Hz a 3 150 Hz y como una cantidad numérica individual en términos de adaptación espectral conforme a la Norma EN ISO 717-1.

03.- El aislamiento acústico al ruido por impacto puede estimarse por cálculo siguiendo el anexo B de la Norma EN 12354-2:2000 o medido conforme a la Norma EN ISO 140-6. En este caso, debe expresarse en bandas de tercio de octava de 100 Hz a 3 150 Hz y como una cantidad numérica individual en términos de adaptación espectral conforme a la Norma EN ISO 717-2.

04.- En edificación, el forjado cumplirá lo establecido en el Documento Básico DB HR "Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación.

#### 4.5.- Propiedades térmicas

01.- El fabricante declarará las propiedades térmicas del producto: la conductividad térmica del material y la resistencia del producto.

02.- La conductividad térmica del material puede determinarse mediante ensayo conforme a la Norma EN 12664. La determinación de los valores térmicos declarados en estado seco debe ser conforme a la Norma EN ISO 10456, la cual proporciona además procedimientos para convertir los valores térmicos declarados en valores térmicos de proyecto.

03.- La conductividad térmica de proyecto y la capacidad calorífica específica de los materiales puede también obtenerse a partir de los datos tabulados de las Normas EN ISO 10456 y EN 1745.

### 5.- RECEPCIÓN

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Será obligatorio que las bovedillas de hormigón incluidas en la norma UNE-EN 15037-2 cuenten con marcado CE.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- En el caso de los productos sin marcado CE, bovedillas para nervio in situ y casetones, el fabricante deberá proporcionar la documentación suficiente que acredite que comprobar en la recepción que el producto corresponde con lo establecido en el proyecto.

05.- En el caso de productos con marca de calidad reconocida, la conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y este PCTG.

El distintivo de calidad deberá avalar su sujeción a lo establecido en las normas referidas en el punto 02 concedido por un evaluador de la conformidad con acreditación en vigor por ENAC o por un organismo nacional de acreditación radicado en otro estado miembro, con un esquema de evaluación tipo 4 según la UNE-EN ISO/IEC 17067. El distintivo de calidad deberá ser aceptado por la Dirección de la Obra previamente a la adquisición del producto.

En el caso de productos sin marca de calidad, se deberá establecer un programa de control, aprobado por la Dirección de Obra, que garantice el cumplimiento de las características técnicas del producto.

06.- La Dirección de Obra podrá establecer ensayos adicionales para verificar la conformidad del producto. Dichos ensayos se realizarán según lo establecido en la Norma EN 491.

07.- Cuando se realicen ensayos, se dividirá la obra en lotes y se controlarán un mínimo de 10 elementos por lote.

En el caso de elementos seriados, se define como lote la cantidad de elementos de la misma tipología, que forma parte de la misma remesa y procedentes del mismo fabricante.

## 6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## CAPÍTULO 23.- MATERIALES SIDERÚRGICOS

### ARTÍCULO 23.00.- GENERALIDADES

#### 1.- MATERIALES SIDERÚRGICOS

01.- Los materiales siderúrgicos o productos férreos son aleaciones en las que el elemento químico hierro (Fe) es predominante. Según el contenido en carbono estas aleaciones se denominan:

	<b>% de carbono</b>
Fundición	> 2 (usualmente entre 2,5 y 4,5%)
Acero	≤ 2

02.- En la terminología de taller se utiliza el vocablo hierro para el acero ordinario de bajo contenido en carbono.

03.- En la fundición, el carbono puede presentarse en una serie gradual de formas en estado gráfico, siendo sus estructuras límites la laminar (fundición gris) y la esferoidal (fundición dúctil).

#### 2.- PRODUCTOS SIDERÚRGICOS

01.- Los productos siderúrgicos son elaborados mediante moldeo, laminación y forja.

02.- Su definición y clasificación es la establecida en la Norma UNE 36001.



## Sección 1.<sup>a</sup>

### ACERO PARA ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

---

#### ARTÍCULO 23.11.- BARRAS CORRUGADAS PARA HORMIGÓN ARMADO

---

##### 1.- DEFINICIÓN

01.- Barras corrugadas son las que presentan en su superficie resaltos y estrías (corrugas) que, por sus características, mejoran su adherencia con el hormigón, cumpliendo las condiciones señaladas en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

02.- La designación de este acero se realizará de acuerdo con lo indicado en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

##### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

###### 2.1.- Pliegos de Condiciones e Instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Las barras corrugadas para hormigón armado deberán cumplir lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

###### 2.2.- Normas UNE de referencia

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

02.- UNE 36068. Barras corrugadas de acero soldable para uso estructural en armaduras de hormigón armado.

03.- UNE 36065. Barras corrugadas de acero soldable con características especiales de ductilidad para armaduras de hormigón armado.

04.- UNE-EN ISO 15630-1. Aceros para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo. Parte 1: Barras, alambres y alambrón para hormigón armado.

##### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los diámetros nominales de las barras corrugadas se ajustarán a la serie siguiente:

6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40 y 50 mm.

02.- Las barras no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.

03.- No deberá emplearse cualquier acero que presente picaduras o un nivel de oxidación excesivo que pueda afectar a sus condiciones de adherencia. Se entiende que se cumplen dichas circunstancias cuando la sección afectada no es inferior al uno por ciento de la sección inicial.

04.- La sección equivalente no será inferior al 95,5 por 100 de la sección nominal.

#### 4.- MATERIALES

01.- El acero a emplear en la fabricación de las barras corrugadas será el definido en la Norma UNE 36068.

#### 5.- CARACTERÍSTICAS

01.- Las barras corrugadas cumplirán las condiciones establecidas en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente y, en concreto, las siguientes:

- Las características mecánicas mínimas, garantizadas por el fabricante, de acuerdo con las prescripciones de la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.
- La ausencia de grietas después del ensayo de doblado-desdoblado a 90° (UNE-EN ISO 15630-1), sobre los mandriles que corresponda según la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.
- Llevar grabadas las marcas de identificación establecidas en la Norma UNE 36068, relativas a su tipo y marca del fabricante.

02.- El fabricante dispondrá de la homologación de adherencia, mediante ensayos realizados en laboratorio acreditado oficialmente, que garantice los valores mínimos de la tensión media de adherencia y tensión de rotura de adherencia especificados en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente. Los ensayos de homologación se realizan según el anejo C de la UNE-EN 10080. El certificado de homologación incluirá los valores admisibles de los parámetros que definen la Geometría del Corrugado.

- Altura mínima de corrugas.
- Separación máxima de corrugas.
- Inclinación de corrugas.
- Área relativa de corruga

#### 6.- ALMACENAMIENTO

01.- Las barras corrugadas se almacenarán de forma que no estén expuestas a una oxidación excesiva, separadas del suelo y de forma que no se manchen de grasa, betún, aceite o cualquier otro producto que pueda perjudicar la adherencia de las barras al hormigón.

02.- Las barras serán acopiadas por el Contratista clasificadas por diámetros de forma que sea cómodo el recuento, pesaje y manipulación en general.

03.- En caso de un almacenamiento prolongado, la Dirección, si lo estima necesario, podrá exigir la realización de los ensayos precisos para comprobar que los aceros no presentan alteraciones perjudiciales.

04.- Existirá un sistema de almacenamiento que garantice la trazabilidad del producto. Este sistema será preferentemente informatizado.

#### 7.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Toda partida que se suministre irá acompañada de documentos de origen, en que deben figurar:

- Designación del material.
- Características del mismo.
- Certificado de garantía del fabricante de que las armaduras cumplen las especificaciones de la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.
- Números de colada a las que pertenece el material.

02.- Si se solicita en el pedido se acompañará también copia del certificado de ensayos realizados por el fabricante correspondiente a la partida servida.

03.- En el caso de productos que no cuenten con Marcado CE, se realizará una división lotes de acuerdo con lo indicado en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural. Sobre cada lote se tomarán las muestras establecidas y se realizarán los ensayos preceptivos, según la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

04.- Si los productos contasen con Marcado CE, la conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto, este PCTG y la vigente Instrucción de Hormigón Estructural. Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

## 8.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, las barras corrugadas se medirán por toneladas (t) realmente acopiadas, medidas por pesada directa en báscula debidamente contrastada.

## ARTÍCULO 23.12.- MALLAS ELECTROSOLDADAS

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Malla electrosoldada es el producto formado por dos sistemas de elementos (barras o alambres) que se cruzan entre sí perpendicularmente y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica por un proceso de producción en serie en instalación fija.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos de Condiciones e Instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Las mallas electrosoldadas deberán cumplir lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

#### 2.2.- Normas UNE de referencia

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

02.- UNE 36068. Barras corrugadas de acero soldable para uso estructural en armaduras de hormigón armado.

03.- UNE 36065. Barras corrugadas de acero soldable con características especiales de ductilidad para armaduras de hormigón armado.

04.- UNE 36099. Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado.

05.- UNE 36061. Mallas electrosoldadas de acero para uso estructural en armaduras de hormigón armado. Mallas electrosoldadas fabricadas con barras de acero B 500 S.

06.- UNE 36060. Mallas electrosoldadas de acero para uso estructural en armaduras de hormigón armado. Mallas electrosoldadas fabricadas con barras de acero B 500 SD.

07.- UNE 36092. Mallas electrosoldadas de acero para uso estructural en armaduras de hormigón armado. Mallas electrosoldadas fabricadas con alambres de acero B 500 T.

08.- UNE-EN ISO 15630-2. Aceros para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo. Parte 2: Mallas electrosoldadas

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los diámetros nominales de los alambres empleados en las mallas electrosoldadas se ajustarán a la serie siguiente:

5; 5,5; 6; 6,5; 7; 7,5; 8; 8,5; 9; 9,5; 10; 11; 12; 14; 16 mm.

02.- Los diámetros nominales de las barras corrugadas empleados en las mallas electrosoldadas se ajustarán a la serie siguiente:

6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40 mm.

03.- Las barras y alambres no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.

#### 4.- MATERIALES

01.- El tipo de acero de los elementos que componen las mallas se ajustará a las especificaciones de las Normas UNE 36068 y UNE 36099.

#### 5.- CARACTERÍSTICAS

01.- Las características de las mallas serán las definidas en la Norma UNE 36092.

02.- En el caso de mallas fabricadas con alambres, estos cumplirán las características de la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

#### 6.- ALMACENAMIENTO

01.- Las mallas electrosoldadas se almacenarán de forma que no estén expuestas a una oxidación excesiva, separadas del suelo y de forma que no se manchen de grasa, betún, aceite o cualquier otro producto que pueda perjudicar la adherencia de las barras o alambres al hormigón.

02.- En caso de almacenamiento prolongado, la Dirección, si lo estimase necesario, podrá exigir la realización de los ensayos precisos para comprobar que los aceros no presentan alteraciones perjudiciales.

03.- Existirá un sistema de almacenamiento que garantice la trazabilidad del producto. Este sistema será preferentemente informatizado.

#### 7.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Cada panel debe llegar a obra con una etiqueta en la que se haga constar la marca del fabricante y la designación de la malla.

02.- En los documentos de origen figurarán la designación y características del material, así como la garantía del fabricante de que el material cumple las características exigidas en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

03.- El fabricante facilitará, además, si se le solicita, copia de los resultados de ensayos correspondientes a la partida servida.

04.- Para el control de calidad y las condiciones de aceptación y rechazo de las mallas electrosoldadas se estará a lo dispuesto en el Apartado 7 del Artículo 23.11 de este Pliego.

Adicionalmente se realizarán los ensayos específicos de acuerdo con la Norma UNE-EN-ISO 15630-2.

05.- Para comprobar las características mecánicas se tomará una muestra del panel que contenga tres nudos soldados.

#### 8.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, las mallas electrosoldadas se medirán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente acopiados de cada tipo.

## **ARTÍCULO 23.13.- ARMADURAS BÁSICAS ELECTROSOLDADAS EN CELOSÍA**

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- La armadura básica electrosoldada en celosía es un producto formado por tres sistemas de elementos (barras o alambres), con una estructura espacial y cuyos puntos de contacto están unidos por soldadura eléctrica mediante un proceso automático.

02.- Se compone de un elemento superior, uno o varios elementos longitudinales inferiores y elementos diagonales de conexión que forman la celosía.

03.- Todos los elementos estarán constituidos por barras corrugadas o alambres, que deben ser corrugados en el caso de los elementos superior e inferiores y pueden ser lisos o corrugados en el caso de los elementos de conexión.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos de Condiciones e Instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Las armaduras básicas en celosía cumplirán lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

#### 2.2.- Normas UNE de referencia

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

02.- UNE 36068. Barras corrugadas de acero soldable para uso estructural en armaduras de hormigón armado.

03.- UNE 36065. Barras corrugadas de acero soldable con características especiales de ductilidad para armaduras de hormigón armado.

04.- UNE 36099. Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado.

05.- UNE 36731. Alambres lisos de acero para mallas electrosoldadas y para armaduras básicas para viguetas armadas.

06.- UNE 36739. Armaduras básicas de acero electrosoldadas en celosía para armaduras de hormigón armado.

07.- UNE-EN ISO 15630-2. Aceros para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo. Parte 2: Mallas electrosoldadas.

### 3.- MATERIALES

01.- Las barras corrugadas a emplear en la fabricación de armaduras básicas en celosía serán las definidas en UNE 36068.

02.- Los alambres corrugados a emplear en la fabricación de armaduras básicas en celosía serán los definidos en UNE 36099.

03.- Los alambres lisos a emplear en los elementos de conexión de las armaduras básicas en celosía serán las definidas en UNE 36731.

#### 4.- CARACTERÍSTICAS

01.- Las características de las armaduras básicas en celosía serán las definidas en la Norma UNE 36739.

#### 5.- SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO

01.- Las armaduras básicas en celosía se suministrarán en unidades, cortadas a la longitud adecuada.

02.- Se almacenarán de forma que no estén expuestos a una oxidación excesiva, separadas del suelo, y de forma que no se manchen de grasa, betún, aceite o cualquier otro producto que pueda perjudicar la adherencia de las barras o alambres al hormigón.

03.- Se impedirá que se deformen o se rompan las soldaduras en el almacenamiento.

04.- En caso de almacenamiento prolongado, la Dirección, si lo estimase necesario, podrá exigir la realización de los ensayos precisos para comprobar que los aceros no presentan alteraciones perjudiciales.

05.- Existirá un sistema de almacenamiento que garantice la trazabilidad del producto. Este sistema será preferentemente informatizado.

#### 6.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Cada armadura básica en celosía deberá ser suministrada con su tarjeta de identificación. En los documentos de origen figurarán la designación y características del material, así como la garantía del fabricante de que el material cumple las características exigidas en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

02.- El fabricante facilitará, además, si se le solicita, copia de los resultados de ensayos correspondientes a la partida servida.

03.- Para el control de calidad y condiciones de aceptación se estará a lo dispuesto en el Apartado 7 del Artículo 23.11 de este Pliego.

Adicionalmente se realizarán los ensayos específicos definidos en UNE-EN-ISO 15630-2.

#### 7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, las armaduras básicas en celosía se medirán por metros lineales (m) realmente acopiados de cada tipo.



## **ARTÍCULO 23.14.- ARMADURAS ACTIVAS PARA HORMIGÓN PRETENSADO**

---

### **1.- DEFINICIONES**

#### **1.1.- Alambres**

01.- Los alambres para hormigón pretensado son productos de sección maciza, lisos o grafilados, procedentes de un estirado en frío o trefilado de un alambroón, posteriormente sometido a un tratamiento de estabilización, que se suministra normalmente en rollos.

#### **1.2.- Barras**

01.- Las barras para hormigón pretensado son productos de sección maciza, circular o no, que se suministran únicamente en forma de elementos rectilíneos.

#### **1.3.- Cordones**

01.- Los cordones para hormigón pretensado son conjuntos de alambres arrollados helicoidalmente.

02.- Para los cordones de dos o tres alambres también es habitual emplear la designación de "torzales".

03.- Los cordones están formados por dos o más alambres (se normalizan los de 2, 3 y 7 alambres) arrollados alrededor de un eje central, generalmente materializado por un alambre, en el mismo sentido y con igual paso.

### **2.- NORMATIVA TÉCNICA**

#### **2.1.- Pliegos de Condiciones e Instrucciones de aplicación obligatoria**

01.- Las armaduras activas deberán cumplir lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

#### **2.2.- Normas UNE de referencia**

01.- UNE 36094. Alambres y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado.

02.- UNE-EN ISO 15630-3. Aceros para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo. Parte 3: Aceros para pretensar.

### **3.- MATERIALES**

01.- El acero a emplear en la fabricación de alambres para hormigón pretensado será el definido en la Norma UNE 36094.

### **4.- CARACTERÍSTICAS**

#### **4.1.- Alambres**

01.- Las características mecánicas de los alambres de pretensado cumplirán lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

02.- Los valores del diámetro nominal, en milímetros de los alambres cuya utilización se recomienda, serán los de la serie siguiente:

3; 4; 5; 6; 7; 7,5; 8; 9,4 y 10 mm.

03.- Las características geométricas y ponderales de los alambres de pretensado, así como las tolerancias correspondientes, se ajustarán a lo especificado en la UNE 36094.

#### 4.2.- Barras

01.- Las características mecánicas de las barras de pretensado, serán las indicadas en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

#### 4.3.- Cordones

01.- Las características mecánicas de los cordones de pretensado, serán las indicadas en la Instrucción de Hormigón estructural vigente.

02.- Las características geométricas y ponderales, así como las correspondientes tolerancias de los cordones, se ajustarán, a lo especificado en la UNE-EN ISO 15630-3.

### 5.- SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO

01.- Los alambres se suministrarán en rollos en los que el diámetro de bobinado no habrá de ser inferior a 250 veces el del alambre. En cualquier caso, tendrán un diámetro adecuado y se harán de forma tal que el producto pueda quedar firmemente sujeto mediante bandas y pueda ser fácilmente desenrollado.

02.- Las barras se suministrarán en trozos rectos.

03.- Los cordones se suministrarán en rollos cuyo diámetro interior sea igual o superior a 750 mm.

04.- Los cordones se suministrarán en rollos o carretes que, salvo acuerdo en contrario, contendrán una sola longitud de fabricación de cordón.

05.- Las armaduras de pretensado se transportarán debidamente embaladas y protegidas contra la humedad, deterioro, contaminación, grasas, etc.

06.- Para eliminar los riesgos de oxidación o corrosión, su almacenamiento se realizará en locales ventilados y al abrigo de la humedad del suelo y paredes. En el almacén se adoptarán las precauciones precisas para evitar que pueda ensuciarse el material o producirse cualquier deterioro de los aceros debido a ataque químico, operaciones de soldadura realizadas en las proximidades, etc.

07.- Antes de almacenar las armaduras se comprobará que están limpias, sin manchas de grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otra materia perjudicial para su buena conservación y posterior adherencia.

08.- Las armaduras deben almacenarse cuidadosamente clasificadas según sus tipos, clases y los lotes de que procedan.

09.- El estado de superficie de todos los aceros será siempre objeto de examen antes de su uso, especialmente después de un prolongado almacenamiento en obra o taller con el fin de asegurarse de que no presentan alteraciones perjudiciales.

10.- Existirá un sistema de almacenamiento que garantice la trazabilidad del producto. Este sistema será preferentemente informatizado.

#### 6.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- De acuerdo con la Instrucción de Hormigón Estructural vigente, el control de las armaduras activas se realiza de la siguiente forma:

- a) Si el acero está en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, será suficiente comprobar que sigue en vigor el reconocimiento oficial del distintivo.
- b) Si el acero no está en posesión de un distintivo de calidad, se atenderá a lo recogido en la Instrucción de Hormigón estructural vigente.

02.- Si los productos contasen con Marcado CE, la conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto, este PCTG y la vigente Instrucción de Hormigón Estructural. Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

#### 7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios se medirán por toneladas (t) realmente acopiadas.

## ARTÍCULO 23.15.- FIBRAS DE ACERO PARA HORMIGÓN

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se entiende por fibras de acero para hormigón a los elementos rectos y deformados de alambres de acero estirado en frío, recortes de fibras de acero rectas o deformadas, fibras extraídas fundidas, fibras estiradas en frío y fibras molidas de bloques de acero que son adecuadas para su mezcla homogénea con hormigón o mortero.

02.- Se definen cinco grupos de fibras en función del material empleado:

- Grupo I: alambres estirados en frío.
- Grupo II: láminas cortadas.
- Grupo III: extractos fundidos.
- Grupo IV: conformados en frío.
- Grupo V: aserrados de bloques de acero.

03.- La adición de fibras puede tener distintos objetivos. A continuación, se indica una relación de los posibles, pudiendo contemplarse varios a la vez.

- Evitar la formación de fisuras por retracción.
- Reducir la formación de fisuras.
- Aumentar la resistencia a tracción del hormigón.
- Aumentar la ductilidad.
- Mejorar la resistencia a la abrasión

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

#### 2.2. - Normas EN que implican marcado CE

01.- EN 14889-1. Fibras para hormigón. Parte 1: Fibras de acero. Definiciones, especificaciones y conformidad.

#### 2.3.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 14845-1. Métodos de ensayo para fibras para hormigón. Parte 1: Hormigones de referencia.

02.- UNE-EN 14845-2. Métodos de ensayo para fibras para hormigón. Parte 2: Efecto en la resistencia del hormigón.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Se cumplirán las especificaciones recogidas en la Norma EN 14889-1 y en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

02.- Las fibras empleadas serán acordes a las funciones para las que se prevea su uso en el Proyecto.

03.- Se deberán realizar ensayos previos a su puesta en obra, que garanticen las propiedades del hormigón. Se realizarán de acuerdo con las Normas UNE-EN 14845-1 y UNE-EN 14845-2.

04.- Las fibras se pueden incluir tanto en la planta de hormigonado como a la llegada del camión a obra.

05.- Su adición será paulatina. Se asegurará un tiempo de mezclado suficiente para repartir la fibra por todo el hormigón (aproximadamente 5 minutos).

06.- Si la adición se realiza en obra, el camión no estará cargado más de un 85% de su capacidad.

07.- En todos los casos se recomienda realizar una inspección visual con objeto de verificar que la mezcla es homogénea. De no ser así seguir amasando a velocidad máxima de rotación hasta que se consiga una perfecta distribución.

08.- Las fibras serán resistentes a los álcalis.

09.- Se añadirá la proporción de fibras que indique el proyecto o la Dirección de Obra.

10.- Por las características de superficie específica de las fibras, su uso puede implicar una distinta demanda de agua en la dosificación del hormigón. Se atenderá a las indicaciones del fabricante del producto.

11.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 14889-1, para los requisitos siguientes:

- Resistencia a la tracción/módulo de elasticidad
- Efecto sobre la consistencia (trabajabilidad) del hormigón
- Efecto sobre la resistencia del hormigón
- Emisión de sustancias peligrosas
- Durabilidad

#### 4.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Será obligatorio que las fibras de acero para hormigón cuenten con marcado CE.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y este PCTG.

05.- En el Proyecto se podrán especificar controles adicionales que se deberán realizar a la recepción del producto.

06.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

#### 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## Sección 2.<sup>a</sup>

### ACERO LAMINADO

---

#### ARTÍCULO 23.21.- ACERO LAMINADO PARA ESTRUCTURAS

---

##### 1.- DEFINICIÓN

01.- Se definen como aceros laminados para estructuras metálicas los productos de acero laminado en caliente, perfiles y chapas que se utilizan en las estructuras y cuya medida nominal sea superior a 3 mm.

##### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

###### 2.1.- Pliegos de Condiciones e Instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Instrucción de Acero Estructural vigente.

###### 2.2.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- EN 10025-1. Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Parte 1: Condiciones generales de suministro.

###### 2.3.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 10025. Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Todas las partes.

02.- UNE-EN 10079. Definición de los productos de acero.

03.- UNE-EN 10027-1. Sistemas de designación de aceros. Parte 1: Designación simbólica.

04.- UNE-EN 10020. Definición y clasificación de los tipos de aceros.

05.- UNE-EN 10163. Condiciones de suministro relativas al acabado superficial de chapas, bandas, planos anchos y perfiles de acero laminados en caliente. Todas las partes.

##### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Las clases de acero se definirán de acuerdo con la Norma UNE-EN 10020.

02.- Los tipos de acero se definen en función de su valor mínimo especificado del límite elástico en MPa para la gama de espesores más baja, de acuerdo con las Normas UNE-EN 10025 partes 2 a 6.

03.- Para los distintos tipos de acero se definen clases en función de la energía de flexión por choque.

04.- Los productos se agrupan en series por las características geométricas de su sección. Las series actualmente utilizadas se indican en el CUADRO 23.21.1, en el que se incluye en forma de ejemplo la notación que se usará en los planos y escritos en que se describan estos productos.

CUADRO 23.21.1

SERIES DE PRODUCTOS LAMINADOS			
Serie	Ejemplo de Notación	Normas de producto	
		Dimensiones	Tolerancias
Perfil IPN .....	IPN 340	UNE 36521	UNE-EN 10024
Perfil IPE .....	IPE 500	UNE 36526	UNE-EN 10034
Perfil HEB.....	HEB 180	UNE 36524	UNE-EN 10034
Perfil HEA.....	HEA 220		
Perfil HEM.....	HEM 280		
Perfil UPN .....	UPN 200	UNE 36522	UNE-EN 10279
Perfil L.....	L 40.4	UNE-EN 10056-1	UNE-EN 10056-2
Perfil LD.....	L 120.80.8		
Perfil T.....	T 50.6	UNE-EN 10055	UNE-EN 10055
Redondo .....	Ø 8	UNE-EN 10060	UNE-EN 10060
Cuadrado .....	± 20	UNE-EN 10059	UNE-EN 10059
Rectangular.....	± 100.20	UNE-EN 10058	UNE-EN 10058
Chapa.....	± 1800.8.8000	UNE 36559	UNE 36559

#### 4.- CARACTERÍSTICAS

01.- Estos aceros se podrán fabricar por cualquiera de los procedimientos usuales: conversión por soplado con oxígeno (proceso LD, etc.), horno eléctrico, Martin-Siemens, convertidor ácido o básico, o cualquier otro por el que se obtenga una calidad análoga de acero.

02.- Las características mecánicas y la composición química de los aceros laminados para estructuras serán conforme a la Norma EN 10025-1.

03.- El fabricante garantiza las características mecánicas y la composición química de los productos laminados que suministra.

04.- Esta garantía se materializa mediante el Marcado CE.

05.- Las tolerancias en las dimensiones y en el peso serán las establecidas en la Norma que corresponda al producto.

06.- En el proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 10025-1, para los requisitos siguientes:

- Tolerancias dimensionales y de forma
- Alargamiento
- Resistencia a la tracción
- Límite elástico
- Resistencia a la flexión por choque
- Soldabilidad (composición química)
- Durabilidad (composición química)

#### 5.- ALMACENAMIENTO



01.- Los productos laminados para estructuras metálicas se almacenarán de forma que no estén expuestos a una oxidación directa, a la acción de atmósfera agresivas, ni se manchen de grasa, ligantes o aceites.

02.- Los productos se clasificarán por series y clases de forma que sea cómodo el recuento, pesaje y manipulación en general.

03.- El tiempo de permanencia de los productos a la intemperie quedará limitado por la condición de que, una vez eliminado el óxido superficial antes de la puesta en obra, los perfiles cumplan las especificaciones establecidas en el presente Artículo.

## 6.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Los productos de acero laminado deberán contar con Marcado CE y deberán cumplir los requisitos establecidos en la Norma EN 10025-1.

02.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y en este PCTG.

05.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

06.- La Dirección de Obra podrá encargar ensayos adicionales, que serán conformes a los indicados en la parte de la Norma EN 10025 que corresponda al producto.

## 7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, el acero laminado se medirá por kilogramos (kg) realmente acopiados en obra.

## ARTÍCULO 23.22.- ACERO PARA ESTRUCTURAS CON RESISTENCIA MEJORADA A LA CORROSIÓN ATMOSFÉRICA

---

### 1.- DEFINICIÓN

01.- Aceros con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica para estructuras metálicas son aquellos que por adición de ciertos elementos de aleación tales como P, Cu, Cr, Ni, Mo, etc., presentan una resistencia a la corrosión atmosférica superior a la que presentan los aceros análogos sin la presencia de estos elementos de aleación, por lo que pueden utilizarse sin protección contra la corrosión, salvo en atmósferas marinas o industriales fuertemente agresivas.

### 2.- CARACTERÍSTICAS

01.- Estos aceros deberán cumplir las especificaciones de la Norma UNE-EN 10025-5 "Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 5: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica."

02.- Se contemplan dos tipos de acero, designados como S235 y S355, con diferentes niveles de características mecánicas de acuerdo con UNE-EN 10025-5. Cada tipo de acero se divide en grados, de acuerdo con la energía de ruptura en flexión por choque, y clases, según los contenidos de C y P y su disponibilidad.

03.- Cuando la concentración en la atmósfera de productos químicos alcanza ciertos niveles, puede llegar a ser recomendable una protección superficial. Esta protección es indispensable en los casos de exposición prolongada al agua, humedad permanente y otras condiciones desfavorables similares.

04.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 10025-1, para los requisitos siguientes:

- Tolerancias dimensionales y de forma
- Alargamiento
- Resistencia a la tracción
- Límite elástico
- Resistencia a la flexión por choque
- Soldabilidad (composición química)
- Durabilidad (composición química)

### 3.- IDENTIFICACIÓN

01.- Los productos laminados de acero resistente a la corrosión se marcarán y etiquetarán de acuerdo con la Norma EN 10025-1.

### 4.- ALMACENAMIENTO

01.- Los productos laminados de acero resistentes a la corrosión para estructuras metálicas se almacenarán de forma que no estén expuestos a una oxidación directa, a la acción de atmósferas agresivas, ni se manchen de grasa, ligantes o aceites.

02.- Los productos se clasificarán por series y clases de forma que sea cómodo el recuento, pesaje y manipulación en general.

03.- Los locales donde se almacenen los productos deberán estar convenientemente ventilados de forma que no sea posible la condensación.

#### 5.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- El control de materiales se llevará a cabo de forma análoga a lo indicado en el Apartado 6 del Artículo 23.21 de este Pliego.

#### 6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, el acero laminado resistente a la corrosión se medirá por kilogramos (kg) realmente acopiados en obra.

## Sección 3.<sup>a</sup>

### TUBOS

---

#### **ARTÍCULO 23.31.- TUBOS DE FUNDICIÓN DÚCTIL**

---

##### 1.- DEFINICIONES

01.- Tubos de fundición. Son los fabricados con un material siderúrgico, aleación de hierro y carbono, denominado fundición con grafito esferoidal o tubos de fundición dúctil.

02.- Diámetro nominal (DN). Número convencional de designación, declarado por el fabricante, que sirve para clasificar los tubos por dimensiones. Corresponde aproximadamente al diámetro interior del tubo, expresado en milímetros.

03.- Longitud total. Distancia entre dos planos perpendiculares al eje del tubo, que pasan por los puntos finales de cada uno de los extremos del tubo.

04.- Longitud útil. Longitud total del tubo menos la longitud de entrega en los tubos con unión de enchufe. Es igual a la longitud total en los tubos con bridas y en los de unión tubular.

05.- Espesor nominal. Es el espesor de pared declarado por el fabricante.

06.- Presión nominal. Comprende las letras PN y un número adimensional relacionado con una combinación de características mecánicas y dimensionales.

##### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- UNE-EN 598. Tuberías, accesorios y piezas especiales de fundición dúctil y sus uniones para aplicaciones de saneamiento. Requisitos y métodos de ensayo.

##### 3.- FABRICACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

###### 3.1.- Fabricación y materiales componentes

01.- El sistema de fabricación, así como los materiales constituyentes de los tubos, se ajustará a lo indicado en las normas citadas en el apartado 2 de este artículo.

###### 3.2.- Documentación, marcado CE y certificación voluntaria

01.- Los tubos deberán disponer del obligado marcado CE de acuerdo con 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. Los tubos 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 Artículo.

02.- En el caso de disponer de distintivo de calidad voluntaria, el proveedor deberá presentar la documentación que lo acredite

#### 4.- CLASIFICACIÓN

01.- Los tubos de fundición para redes de saneamiento se clasifican exclusivamente por su DN, estando normalizado un único valor posible de espesor de la pared del tubo para cada DN.

02.- Según la tipología de las uniones se pueden clasificar en:

- Tubos con uniones mediante bridas
- Tubos con uniones flexibles

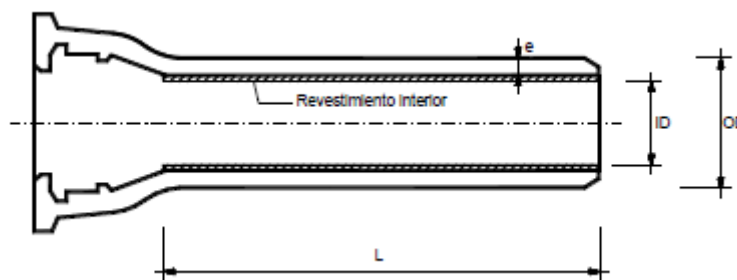
#### 5.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

01.- Las dimensiones normalizadas de los tubos de fundición se exponen en la Tabla 1 y en la Figura 1.

TABLA 1. DIMENSIONES

DN	OD	Diámetro		Espesor		Longitud	
		Tolerancia ID (mm)	Tolerancia OD (mm)	Valor nominal (mm)	Desviación límite (mm)	Valor nominal (m)	Tolerancia (mm)
150	170	-10	+1/-2,9	4,8	-1,3	3-5-5,5-6	+70/-30
200	222	-10	+1/-3,0	4,9	-1,3	3-5-5,5-6	+70/-30
250	274	-10	+1/-3,1	5,3	-1,6	3-5-5,5-6	+70/-30
300	326	-10	+1/-3,3	5,6	-1,6	3-5-5,5-6	+70/-30
350	378	-10	+1/-3,4	6,0	-1,7	3-5-5,5-6	+70/-30
400	429	-10	+1/-3,5	6,3	-1,7	3-5-5,5-6	+70/-30
450	480	-10	+1/-3,6	6,7	-1,8	3-5-5,5-6	+70/-30
500	532	-10	+1/-3,8	7,0	-1,8	3-5-5,5-6	+70/-30
600	635	-10	+1/-4,0	7,7	-1,9	3-5-5,5-6	+70/-30
700	738	-10	+1/-4,3	9,6	-2,0	5,5-6-7	+70/-30
800	842	-10	+1/-4,5	10,4	-2,1	5,5-6-7	+70/-30
900	945	-10	+1/-4,8	11,2	-2,2	6-7-8,15	+70/-30
1000	1.048	-10	+1/-5,0	12,0	-2,3	6-7-8,15	+70/-30
1100	1.152	-11	+1/-6,0	14,4	-2,4	6-7-8,15	+70/-30
1200	1.255	-12	+1/-6,0	15,3	-2,5	6-7-8,15	+70/-30
1400	1.462	-14	+1/-6,6	17,1	-2,7	6-7-8,15	+70/-30
1500	1.565	-15	+1/-7,0	17,9	-2,8	8,15	+70/-30
1600	1.668	-16	+1/-7,4	18,9	-2,9	8,15	+70/-30
1800	1.875	-18	+1/-8,2	20,7	-3,1	8,15	+70/-30
2000	2.082	-20	+1/-9,0	22,5	-3,3	8,15	+70/-30

FIGURA 1. Dimensiones de los tubos de fundición dúctil con unión flexible.



02.- Si se dispusieran tubos unidos con bridas, sus dimensiones serán las especificadas en la norma UNE-EN 545.

## 6.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

01.- Las características mecánicas de los tubos de fundición dúctil deberán cumplir con las especificaciones de la Tabla 2.

**TABLA 2. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS**

Tipo de pieza	Resistencia mínima a la tracción, Rm (N/mm <sup>2</sup> )	Alargamiento mínimo en rotura, Amin,r (%)		Dureza Brinell Máxima, HB
		DN ≤ 1000	DN > 1000	
Tubos centrifugados	420	10	7	230
Tubos no centrifugados	420	5	5	230
Piezas especiales	420	5	5	250

02.- Resistencia mínima a la tracción. Se debe calcular a partir del diámetro nominal de la barra de ensayo, siguiendo el apartado 6.3.2 de la UNE-EN 5998.

03.- Dureza Brinell. Ensayo de referencia para la determinación de dureza del material.

## 7.- PROTECCIÓN

01.- Todos los tubos se protegerán con revestimientos tanto interiores como exteriores.

02.- Los revestimientos se aplicarán siempre en fábrica, excepto la manga de polietileno que se colocará en la propia obra.

03.- El revestimiento interior se realizará con mortero de cemento aluminoso o poliuretano. El espesor nominal del revestimiento interior de mortero de cemento y su tolerancia se ajustarán a lo indicado a continuación.

DN	Espesor	
	Valor nominal	Desviación límite
80 a 300	4	-1,5
350 a 600	5	-2,0
700 a 1200	6	-2,5
1400 a 2000	9	-3,0

03.- El revestimiento exterior será de cinc metálico con capa de acabado. También se permitirán los especificados en la norma UNE-EN 545.

## 8.- UNIONES

01.- Los sistemas de unión de los tubos de fundición se definirán según el proyecto.

02.- Los diferentes sistemas de unión son los siguientes:

- Unión flexible de enchufe y extremo liso
- Unión flexible restringida (acerojada resistente a las tracciones)
- Unión flexible mecánica
- Unión rígida con bridas

03.- La desviación angular admisible no será inferior a los valores establecidos en la tabla 3.

**TABLA 3. VALORES MÍNIMOS DESVIACIÓN ANGULAR ADMISIBLE EN UNIONES FLEXIBLES.**

DN	Tipo de unión	
	Sin acerojar	Flexibles restringidas
DN<300	3° 30'	1° 45'
350<DN<600	2° 30'	1° 15'
700<DN<2000	1° 30'	45'

## 9.- MARCADO

01.- Todos los tubos deberán incluir en su marcado los siguientes conceptos:

- Referencia a esta norma. UNE-EN 598
- Nombre o marca del fabricante
- Año de fabricación
- Identificación como fundición dúctil
- Aplicación
- DN
- PN, en el caso de la existencia de bridas

## 10.- RECEPCION Y CONTROL DE CALIDAD

### 10.1.- Control documental

01.- Previo al suministro del material a obra, el contratista aportará la documentación que verifique que los tubos disponen del obligado marcado CE.

02.- En caso de disponer de distintivo de calidad reconocido, el Contratista aportará la documentación que acredite esta certificación.

### 10.2.- Control de recepción mediante ensayos

01.- Para los tubos que dispongan de un distintivo de calidad reconocido (certificación de producto, se realizarán sobre el 5% de los tubos por tipo y diámetro para verificar el cumplimiento de las especificaciones del proyecto, los siguientes ensayos:

Verificación que el marcado de tubo se ajusta a lo indicado en este Artículo.

Aspecto superficial

Características dimensionales y uniones

02.- En caso de no disponer de distintivo de calidad además del marcado CE se exigirá el control indicado en el apartado 01, y para una obra con una longitud superior a 100 tubos, una visita de inspección a fábrica para presenciar la ejecución de los ensayos que el marcado CE exige, especialmente un ensayo de resistencia mecánica a la presión interior (ensayo de tracción).

03.- En el caso de no cumplir los ensayos de recepción se actuará de acuerdo con lo especificado en la Norma vigente UNE EN 598.

### 11.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, los tubos se medirán por metros (m) de longitud útil.



## **ARTÍCULO 23.32.- TUBOS DE ACERO SOLDADO (PCTG99)**

---

### **1.- DEFINICIONES**

01.- 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 efectuada a solape o a tope.

02.- Las definiciones de diámetro nominal, longitud total, longitud útil, espesor nominal, presión de rotura, presión máxima de trabajo y presión normalizada, se establecen en forma idéntica a las del Apartado 1 del Artículo 23.31 de este Pliego.

### **2.- NORMATIVA TÉCNICA**

#### **2.1.- Pliegos de Condiciones e Instrucciones de aplicación obligatoria**

01.- Los tubos de acero soldado para obras de abastecimiento de agua cumplirán las condiciones fijadas en el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua" del M.O.P.U.

### **3.- CLASIFICACIÓN**

01.- Teniendo en cuenta las presiones normalizadas, los tubos de acero soldado se clasifican en tres clases A, B y C cuyas características de espesor, diámetro nominal y peso vienen reflejados en el CUADRO 23.32.1.

### **4.- CONDICIONES GENERALES**

01.- 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. 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 repararse con la previa aprobación del Director de las obras.

02.- Todos los tubos y piezas de acero serán protegidos, interior y exteriormente, contra la corrosión por alguno de los procedimientos indicados en el vigente "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua" del M.O.P.U.

**CUADRO 23.32.1  
TUBOS DE ACERO SOLDADO**

Diámetro o nominal (DN)	CLASE A			CLASE B			CLASE C		
	Espesor (mm)	Peso aproximado por ml útil (kg)	Presión normalizada Kp/cm <sup>2</sup>	Espesor (mm)	Peso aproximado por ml útil (kg)	Presión normalizada Kp/cm <sup>2</sup>	Espesor (mm)	Peso aproximado por ml útil (kg)	Presión normalizada Kp/cm <sup>2</sup>
25	2,50	2,16	60	2,75	2,40	67,5	3	2,64	75
40	2,50	3,64	40	2,75	4,03	45	3	4,42	50
60	2,50	5,32	40	2,75	5,87	45	3	6,43	50
80	3	7,19	40	3,25	7,82	45	3,5	8,44	50
100	3,25	8,44	40	3,75	9,78	45	4	10,46	50
125	3,25	10,48	40	3,75	12,13	45	4	12,97	50
150	3,75	14,49	40	4	15,48	45	4,5	17,47	50
175	4	17,54	40	4,5	19,79	45	5	22,05	50
200	4,5	22,60	40	5	25,15	45	5,5	27,65	50
225	5,5	31,17	40	6	34,01	45	6,5	36,85	50
250	6	37,90	40	6,5	41,00	45	7	44,20	50
275	6	41,96	40	6,5	45,45	45	7,25	49,85	50
300	6	45,28	30	7	52,83	35	7,75	58,50	40
350	6	52,92	30	7	61,74	35	8	70,56	40
400	6	60,48	30	7	70,56	35	8	80,64	40
450	6	68,04	30	7	79,38	35	8	90,72	40
500	6	75,60	25	7	88,20	30	8	100,80	35

NOTA: Los tubos de más de 500 mm de diámetro nominal se calcularán, y se fabricarán según pedido, justificando el proyectista los espesores, cargas de trabajo y coeficientes adoptados, que no serán nunca menos conservadores que los considerados en este cuadro.

## 5.- CARACTERÍSTICAS

### 5.1.- Características geométricas

01.- Los diámetros nominales (DN) de los tubos, expresados en milímetros, se ajustarán a los siguientes valores:

DN (mm): 25; 40; 60; 80; 100; 125; 150; 175; 200; 225; 250; 275; 300; 350; 400; 450; 500.

02.- Los espesores mínimos serán tales que el coeficiente de seguridad, obtenido como cociente entre la presión máxima de trabajo ( $P_t$ ) y la presión de rotura ( $P_r$ ) verifique:

$$\frac{P_r}{P_t} \geq 4$$

03.- Las tolerancias admitidas en los tubos de acero soldado sin revestir serán las especificadas en el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua" del M.O.P.U.

### 5.2.- Características mecánicas y químicas

01.- El acero empleado en la fabricación de tubos y piezas especiales será dulce y perfectamente soldable.

02.- Las características mecánicas y composición química, a garantizar para el acero serán las del cuadro adjunto:

Resistencia a tracción kp/mm <sup>2</sup>	Alargamiento de rotura mínimo (%)	Fósforo máx (%)	Azufre máx (%)
37 a 45	26	0,060	0,055

03.- 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 M.O.P.U

#### 6.- JUNTAS

01.- Las juntas deben ser diseñadas para 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.
- Asegurar la durabilidad de los elementos que la componen ante las acciones agresivas exteriores e interiores.
- Conseguir la estanquidad suficiente de la unión a la presión de prueba, o presión normalizada ( $P_n$ ).
- Asegurar la estanquidad de la unión contra eventuales infiltraciones desde el exterior.

02.- En la elección del tipo de junta se deberá tener en cuenta: las sollicitaciones a que ha de estar sometida; la rigidez de la cama de apoyo de la tubería; la agresividad del terreno y del afluyente y de otros agentes que puedan alterar los materiales que forman la junta; y el grado de estanquidad requerido.

03.- Será de aplicación el apartado 10.4, "Juntas", del "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua" del M.O.P.U.

#### 7.- MARCADO

01.- 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.

#### 8.- TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

01.- Los tubos que hayan sufrido deterioros durante el transporte, carga, descarga y almacenamiento, o presenten defectos no apreciados en la recepción en fábrica, serán rechazados.

02.- 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.

03.- 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.

04.- Será de aplicación el apartado 10.1, "Transporte y manipulación", del "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua" del M.O.P.U.

05.- 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.

#### 9.- RECEPCIÓN

01.- 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.

02.- Se establece como obligatorio el control de calidad de la fabricación de los tubos que se realizará sobre las características exigidas en este Pliego.

03.- Las pruebas y verificaciones de recepción se ejecutarán previamente a la aplicación del revestimiento de protección sobre el tubo.

04.- 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.

05.- 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 M.O.P.U.

#### 10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de los tubos de acero soldado se realizará de acuerdo con lo establecido para la unidad de obra de que formen parte.

02.- En acopios, los tubos se medirán por metros (m) de longitud útil.

## ARTÍCULO 23.33.- TUBOS DE ACERO SIN SOLDADURA (PCTG99)

### 1.- DEFINICIONES

01.- Tubos de acero sin soldadura son tubos obtenidos por laminación o extrusión, sin soldadura. En este Pliego solo se consideran los tubos sin soldadura hasta un diámetro interior de 200 mm.

02.- Las definiciones de diámetro nominal, longitud total, longitud útil, espesor nominal, presión de rotura, presión máxima de trabajo y presión normalizada, se establecen en forma idéntica a las del Apartado 1 del Artículo 23.31 de este Pliego.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos de Condiciones e Instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Los tubos de acero sin soldadura para obras de abastecimiento de agua cumplirán las condiciones fijadas en el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua" del M.O.P.U.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Teniendo en cuenta las presiones normalizadas, los tubos de acero sin soldadura se clasifican de acuerdo con el cuadro siguiente:

Diámetro nominal DN	Espesor mm	Peso aproximado por metro de longitud (kg)	Presión normalizada (kp/cm <sup>2</sup> )
25	4	3,520	100
40	4	5,890	70
60	4,5	9,650	70
80	4,5	10,850	70
100	4,5	11,770	70
125	4,5	14,590	70
150	4,5	17,470	67,5
175	5,5	24,260	65,5
200	5,5	27,790	65

### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Se cumplirá lo especificado en el Apartado 4 del Artículo 23.32 de este Pliego.

### 5.- CARACTERÍSTICAS

#### 5.1.- Características geométricas

01.- Los diámetros nominales (DN) de los tubos se ajustarán a los siguientes valores, expresados en milímetros:

DN (mm): 25, 40, 60, 80, 100, 125, 150, 175, 200.

02.- Los espesores mínimos serán tales que el coeficiente de seguridad, obtenido como cociente entre la presión máxima de trabajo ( $P_t$ ) y la presión de rotura ( $P_r$ ), verifique:

$$\frac{P_r}{P_t} \geq 4$$

03.- Las tolerancias admitidas serán las especificadas en el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua" del M.O.P.U.

## 5.2.- Características mecánicas y químicas

01.- El acero empleado en la fabricación de tubos y piezas especiales será dulce y perfectamente soldable.

02.- Las características mecánicas y composición química, a garantizar para el acero serán las del cuadro adjunto:

Resistencia a tracción Kp/mm <sup>2</sup>	Alargamiento de rotura mínimo %	Carbono % max	Fósforo % max	Azufre % max
37 a 45	26		0,060	0,055
52 a 62	22	0,23	0,055	0,055

3.- 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 M.O.P.U.

## 6.- JUNTAS

01.- Se cumplirá lo especificado en el Apartado 6 del Artículo 23.32 de este Pliego.

## 7.- MARCADO

01.- Se cumplirá lo especificado en el Apartado 7 del Artículo 23.32 de este Pliego.

## 8.- TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

01.- Se cumplirá lo especificado en el Apartado 8 del Artículo 23.32 de este Pliego.

## 9.- RECEPCIÓN

01.- Se cumplirá lo especificado en el Apartado 9 del Artículo 23.32 de este Pliego.

## 10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de los tubos de acero sin soldadura se realizará de acuerdo con lo establecido para la unidad de obra de que formen parte.

02.- En acopios, los tubos se medirán por metros (m) realmente acopiados.

## Sección 4.<sup>a</sup>

### VARIOS

---

#### ARTÍCULO 23.41.- ACERO FORJADO

---

##### 1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como acero forjado al acero que ha sufrido una modificación de su forma y de su estructura interna, mediante la acción de un trabajo mecánico de forja realizado a temperatura superior a la de recristalización.

##### 2.- CARACTERÍSTICAS

01.- Las características y requisitos se establecen en la NORMA UNE-EN ISO 683 "Aceros para tratamiento térmico, aceros aleados y aceros de fácil mecanización". Partes 1 "Aceros no aleados para temple y revenido" y 2 "Aceros aleados para temple y revenido".

##### 3.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- La toma de muestras, ensayos y contraensayos de recepción se realizarán de acuerdo con lo prescrito en la NORMA UNE-EN ISO 683 Partes 1 y 2.

##### 4.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.



## ARTÍCULO 23.42.- ACERO MOLDEADO

---

### 1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como acero moldeado el de cualquier clase que recibe forma vertiéndolo en un molde adecuado cuando el metal está todavía líquido.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- EN 10340. Aceros moldeados para usos estructurales.

### 3.- CARACTERÍSTICAS

01.- Las clases de acero se definirán de acuerdo con la Norma UNE-EN 10020.

02.- Los tipos de acero se definen en función de su valor mínimo especificado del límite elástico en MPa para la gama de espesores más baja, de acuerdo con las Normas UNE-EN 10025 partes 2 a 6.

03.- Para los distintos tipos de acero se definen clases en función de la energía de flexión por choque.

04.- El acero moldeado será de constitución uniforme, de grano fino y homogéneo, sin poros, y no presentará grietas ni defecto alguno debido a impurezas.

05.- Las características físicas, químicas y mecánicas, serán conformes a lo establecido en la Norma EN 10340.

06.- Los elementos de apoyo de acero moldeado, cumplirán lo establecido en la Norma UNE-EN 10213.

07.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 10340, para los requisitos siguientes:

- Tolerancias dimensionales y de forma
- Alargamiento
- Resistencia a la tracción
- Límite elástico
- Soldabilidad
- Soldabilidad (composición química)
- Ensayo de flexión por choque

### 4.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Los productos de acero moldeado deberán contar con Mercado CE y deberán cumplir los requisitos establecidos en la Norma EN 10340.

02.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.

– Control del suministro mediante inspección visual.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto y en este PCTG.

05.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

06.- La Dirección de Obra podrá encargar ensayos adicionales, que serán conformes a los indicados en la Norma EN 10340.

## 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## ARTÍCULO 23.43.- ACERO INOXIDABLE

---

### 1.- DEFINICIÓN

01.- El acero inoxidable es una aleación de hierro y cromo, con su contenido en cromo igual o superior al doce por ciento (12%). También pueden estar presentes níquel y otros elementos.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- EN 10088-4. Aceros inoxidables. Parte 4: Condiciones técnicas de suministro para chapas y bandas de aceros resistentes a la corrosión para usos en construcción.

02.- EN 10088-5. Aceros inoxidables. Parte 5: Condiciones técnicas de suministro para barras, alambro, alambre, perfiles y productos brillantes de aceros resistentes a la corrosión para usos en construcción.

### 3.- CARACTERÍSTICAS

01.- Las clases de acero se definirán de acuerdo con la Norma UNE-EN 10088-1.

02.- Los tipos de acero se definen en función de su valor mínimo especificado del límite elástico en MPa para la gama de espesores más baja, de acuerdo con la Norma EN 10088, partes 4 y 5.

03.- Para los distintos tipos de acero se definen clases en función de la energía de flexión por choque.

04.- Las características mecánicas y la composición química de los aceros laminados para estructuras serán conforme a la Norma EN 10088, partes 4 y 5.

05.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 10088, partes 4 y 5, para los requisitos siguientes:

- Productos planos de acero inoxidable para su uso en construcción (EN 10088-4):
  - Tolerancias dimensionales y de forma
  - Alargamiento
  - Resistencia a la tracción
  - Límite elástico al 0,2%
  - Resistencia a la flexión por choque
  - Soldabilidad (composición química)
  - Durabilidad (Composición química)
  - Tenacidad a la fractura/resistencia a la rotura frágil (cubierta por la resistencia a la flexión por choque)
  - Conformabilidad en frío (cubierta por el alargamiento)
- Productos largos de acero inoxidable para su uso en construcción (EN 10088-5):
  - Tolerancias dimensionales y de forma
  - Alargamiento
  - Resistencia a la tracción
  - Límite elástico convencional al 0,2%
  - Resistencia a la flexión por choque
  - Soldabilidad (composición química)



- Durabilidad (Composición química)
- Tenacidad a la fractura (cubierta por la resistencia a la flexión por choque)
- Conformabilidad en frío (cubierta por el alargamiento)

#### 4.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Los productos de acero inoxidable deberán contar con Marcado CE y deberán cumplir los requisitos establecidos en la Norma EN 10088, partes 4 y 5.

02.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

03.- Al colocar el Marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto y en este PCTG.

05.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

06.- La Dirección de Obra podrá encargar ensayos adicionales, que serán conformes a los indicados en la parte de la Norma EN 10088 que corresponda al producto.

#### 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## ARTÍCULO 23.44.- CHAPAS DE ACERO GALVANIZADO

---

### 1.- DEFINICIÓN

01.- Chapas de acero galvanizado son productos laminados de acero recubiertos de zinc en caliente, por inmersión en un baño de zinc fundido.

### 2.- CLASIFICACIÓN

01.- De acuerdo con la sección transversal las chapas se dividen en:

- Chapa plana: chapa cuya sección transversal es plana.
- Chapa conformada: chapa cuya sección transversal está constituida por ondas.

02.- Las chapas conformadas, según la forma de la onda que forma el perfil transversal, se dividen en:

- Chapa ondulada: chapa cuya sección transversal está constituida por ondas de perfil curvilíneo.
- Chapa grecada: chapa cuya sección transversal está constituida por ondas de perfil trapecial con bordes redondeados.
- Chapa nervada: chapa cuya sección transversal está formada por trapecios desiguales con bordes redondeados que, a veces, pueden tener acanaladuras en los lados largos.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Se evitará el contacto de las chapas de acero galvanizado con productos ácidos y alcalinos, y con metales (excepto el aluminio) que puedan formar pares galvánicos que produzcan la corrosión del acero.

02.- Las chapas galvanizadas estarán libres de defectos superficiales, poros u otras anomalías que vayan en detrimento de su normal utilización.

### 4.- CARACTERÍSTICAS

01.- Las chapas de acero galvanizado cumplirán lo indicado en el Artículo 23.21 del presente Pliego.

02.- Las chapas deberán cumplir lo establecido en la parte de la Norma UNE-EN 10025 que corresponda al tipo de producto.

#### 4.1.- Protección

01.- Las chapas de acero estarán protegidas contra la corrosión mediante un proceso de galvanización en continuo con un recubrimiento mínimo Z 275, según la Norma UNE-EN 10346.

02.- El recubrimiento será homogéneo, sin presentar discontinuidades en la capa de zinc.

03.- Serán objeto de garantía la masa de recubrimiento y la adherencia de la capa de zinc.

04.- La masa de recubrimiento se determinará de acuerdo con el ensayo establecido en la Norma UNE-EN ISO 1461.

05.- La adherencia de la capa de zinc y su aptitud a la conformación se comprobará mediante ensayo de doblado a ciento ochenta grados (180°C) especificado en la Norma UNE-EN 10346. El ensayo se considerará satisfactorio si después del doblado no se aprecian en la cara exterior agrietamientos ni desprendimientos del recubrimiento.

06.- El PCTP podrá exigir una protección adicional sobre el galvanizado a base de pinturas, plásticos u otros tratamientos con el fin de mejorar la durabilidad de las chapas.

## 5.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- La recepción de los productos se realizará conforme a lo indicado en el Artículo 23.21 del presente Pliego.

02.- La toma de muestras, ensayos y contraensayos de recepción se realizará de acuerdo con lo prescrito en la Norma UNE-EN 10346.

## 6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## ARTÍCULO 23.45.- TABLESTACAS

---

### 1.- DEFINICIÓN

01.- Tablestacas son las piezas metálicas que se hincan en el terreno para constituir, debidamente enlazadas, pantallas de impermeabilización o de contención, con carácter provisional o definitivo.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 10248. Tablestacas de acero no aleado laminadas en caliente. Todas las partes.

02.- UNE-EN 10249. Tablestacas de acero no aleado conformadas en frío. Todas las partes.

### 3.- CARACTERÍSTICAS

#### 3.1.- Características geométricas

01.- Los perfiles y peso de las tablestacas serán los que figuren en los Planos y en el PCTP.

02.- Las tolerancias dimensionales cumplirán lo establecido en las Normas UNE-EN 10248-2 y UNE-EN 10249-2.

03.- El corte de las tablestacas a su longitud debida se efectuará por medio de sierra o soplete.

04.- El estado de las pestañas de unión de unas tablestacas con otras deberá ser aceptable y permitirá su enhebrado sin ninguna dificultad, produciendo una unión sólida y estanca.

#### 3.2.- Características químicas

01.- Las características químicas de las tablestacas serán acordes a lo establecido en las Normas UNE-EN 10248-1 y UNE-EN 10249-1.

#### 3.3.- Características mecánicas

01.- Las características mecánicas de las tablestacas serán acordes a lo establecido en las Normas UNE-EN 10248-1 y UNE-EN 10249-1.

### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las tablestacas de dimensiones o características diferentes deberán almacenarse de forma separada e identificarse adecuadamente.

02.- La forma de almacenamiento, el número de tablestacas por apilamiento y la disposición de los soportes se establecerá en función de la longitud y rigidez de las tablestacas, con el fin de evitar que se produzcan daños en las mismas.

03.- Cuando las tablestacas presenten acabados superficiales, se almacenarán empleando separadores entre ellas.

## 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.



## ARTÍCULO 23.46.- TORNILLOS

---

### 1.- DEFINICIÓN

01.- Tornillos son los elementos de unión con fileteado helicoidal de perfil apropiado que se emplean como piezas de unión, o para ejercer un esfuerzo de compresión.

02.- Para esfuerzos de compresión elevados se usarán los tornillos de alta resistencia, en caso contrario, los tornillos ordinarios y calibrados.

03.- Los tornillos se emplean junto con tuercas, arandelas, indicadores directos de tensión y arillos para tuercas y tornillos, formando un conjunto de elementos de fijación.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos de Condiciones e Instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Instrucción de Acero Estructural vigente

#### 2.2.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- EN 15048-1. Uniones atornilladas estructurales sin precarga. Parte 1: Requisitos generales.

02.- EN 14399-1. Conjuntos de elementos de fijación estructurales de alta resistencia para precarga. Parte 1: Requisitos generales.

#### 2.3.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- UNE-EN 15048-2. Uniones atornilladas estructurales sin precarga. Parte 2: Ensayo de aptitud.

02.- UNE-EN 14399. Conjuntos de elementos de fijación estructurales de alta resistencia para precarga. Todas las partes.

03.- UNE-EN ISO 898. Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y acero aleado. Todas las partes.

### 3.- CARACTERÍSTICAS

01.- Las dimensiones, tolerancias, tipos de acero y características mecánicas de los tornillos, tuercas y arandelas serán de acuerdo a lo establecido en las Normas EN 14399 y EN 15048.

02.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en las Normas EN 14399 y EN 15048, para los requisitos siguientes:

- Uniones atornilladas estructurales sin precarga:
  - o Tipo
  - o Clase de propiedad
  - o Calidad de producto
- Conjuntos de elementos de fijación estructurales de alta resistencia para precarga:
  - o Tipo

- Clase de propiedad
- Grado de producto
- Clase k y factor k

#### 4.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Las piezas se suministrarán ligeramente engrasadas en envases adecuados y suficientemente protegidos para que los golpes de un transporte ordinario no dañen las piezas. Cada envase contendrá solamente tornillos, o tuercas, o arandelas, de un mismo tipo, longitud y calidad. Cada envase llevará una etiqueta indicando:

- Marca del fabricante.
- Designación del tornillo, tuerca o arandela.
- Tipo de acero.
- Número de piezas que contiene.

02.- Los conjuntos de elementos de fijación deberán contar con Marcado CE y deberán cumplir los requisitos establecidos en la Norma EN 15048-1 o en la Norma EN 14399-1, según corresponda.

03.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

04.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

05.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto y en este PCTG.

06.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

07.- En el Proyecto se podrán especificar controles adicionales que se deberán realizar a la recepción del producto.

08.- La Dirección de Obra podrá encargar ensayos adicionales, que serán conformes a los indicados en la Norma EN 15048-1 o en la Norma EN 14399-1, según corresponda.

09.- Se comprobará que las muestras tienen sus superficies lisas, que no presentan fisuras, rebabas ni otros defectos perjudiciales para su empleo y que los hilos de la rosca de tornillos y tuercas no tienen defecto de material ni huellas de herramienta.

#### 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de los tornillos y de sus tuercas y arandelas se realizará de acuerdo con lo establecido para la unidad de obra de la que formen parte.

## ARTÍCULO 23.47.- PERNOS CONECTADORES

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se entiende por conector o conector al dispositivo empleado en las estructuras mixtas para transmitir esfuerzos entre dos materiales distintos.

02.- Se denomina perno conector o perno conector al elemento metálico formado por un vástago cilíndrico coronado por una cabeza cilíndrica de mayor diámetro que, soldado a piezas metálicas, constituye la conexión de estas con el hormigón circundante.

03.- El soldeo del perno se realiza por arco eléctrico empleando una pistola. Como protección se emplea un anillo cerámico y, excepcionalmente, un gas protector.

### 2.- NORMATIVA

#### 2.1.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN ISO 13918. Soldeo. Espárragos y férulas cerámicas para el soldeo por arco de espárragos.

02.- UNE-EN ISO 14555. Soldeo. Soldeo por arco de espárragos de materiales metálicos.

03.- UNE-EN 1994-1-1. Eurocódigo 4: Proyecto de estructuras mixtas de acero y hormigón. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación.

04.- UNE-EN ISO 6892-1. Materiales metálicos. Ensayo de tracción. Parte 1: Método de ensayo a temperatura ambiente.

05.- UNE-EN ISO 4759-1. Tolerancias para elementos de fijación. Parte 1: Pernos, tornillos, espárragos y tuercas. Productos de clase A, B y C.

#### 2.2.- Otras normas de referencia

01.- AWS C5.4: Recommended practices for stud welding.

02.- AWS B5.1: Specification for the Qualification of Welding Inspectors.

03.- AWA D1.1: Structural Welding Code – Steel.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los pernos conectores cumplirán los requisitos establecidos en la Norma UNE-EN ISO 13918.

02.- No se admitirán pernos que no presenten certificado de materiales. Sus características se determinarán de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 6892-1.

03.- Los pernos conectores se situarán en zonas libres de herrumbre, cascarilla de laminación y grasa. En caso de que la superficie esté pintada se levantará y eliminará completamente a menos que el procedimiento de soldeo haya sido cualificado con ese sistema de protección particular.

04.- El procedimiento de soldeo de pernos conectadores debe cumplir y estar cualificado de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 14555.

05.- El acero del que se compone el perno tendrá una composición química y características mecánicas del acero tipo St-37-3K, según DIN- 17100. En estos aceros se deben garantizar las siguientes características mecánicas:

- Límite elástico > 350 N/mm<sup>2</sup>
- Carga de Rotura: 450-600 N/mm<sup>2</sup>
- Alargamiento > 15 %
- Estricción > 50 %

### 3.1.- Requisitos geométricos

01.- La altura total de los pernos conectadores no debe ser inferior, una vez soldados, a 3 veces su diámetro.

02.- Las dimensiones de la cabeza deben cumplir que su diámetro sea mayor de 1,5 veces el diámetro del vástago y su altura 0,4 veces su diámetro.

03.- Cuando estén traccionados y sometidos a carga de fatiga, el diámetro de un perno soldado no debería ser superior a 1,5 veces el espesor del ala a la cual está soldado, salvo que se establezca mediante ensayos la resistencia a fatiga del perno trabajando a rasante. Esto se aplica también a pernos colocados directamente en el alma.

04.- La separación entre pernos en la dirección del rasante no debería ser menor que 5 veces el diámetro del vástago; la separación en la dirección transversal al rasante no debería ser menor que 2,5 veces el diámetro del vástago en losas macizas y 4 veces en el resto de los casos.

05.- Excepto cuando los pernos están colocados directamente en el alma, el diámetro de un perno soldado no debería ser mayor que 2,5 veces el espesor de la chapa a la que está soldado, salvo que se disponga de información a partir de ensayos para establecer la resistencia del perno como elemento conector.

06.- Las tolerancias de los pernos serán las indicadas en la Norma UNE-EN ISO 13918. En caso de no indicarse en dicha Norma, las tolerancias deben cumplir el grado de producto A tal como se especifica en la Norma UNE-EN ISO 4759-1.

### 3.2.- Pernos conectadores con cabeza usados con chapa nervada en edificación

01.- Los conectadores pueden soldarse a través de chapa perfilada de acero conformada en frío en las vigas cumpliendo los siguientes requisitos:

- Las chapas perfiladas no galvanizadas tendrán un espesor nominal inferior a 1,5 mm.
- Las chapas perfiladas galvanizadas tendrán un espesor nominal inferior a 1,25 mm y un espesor nominal de galvanizado en cada cara no superior a 30 micras.
- Las zonas donde se suelden los conectadores, incluso bajo chapas perfiladas y entre ellas, deben estar secas y libres de eventuales condensaciones.
- Las chapas deben estar en un contacto lo más estrecho posible con las vigas en el momento del soldeo. El procedimiento de soldeo deberá estar cualificado para una holgura límite máxima. No son aceptables holguras que superen 2 mm en ningún caso.
- A menos que el procedimiento de soldeo contemple esa opción no se aceptará practicar la soldadura en zonas de solape de chapas o afectando al borde de una de ellas.
- Los conectadores se situarán concentrados en el seno de una chapa o bien alternativamente a cada lado si en el centro del seno discurre un pequeño nervio rigidizador.

- La geometría de la chapa será tal que haga posible la instalación del perno.

02.- La altura nominal de un conector debería extenderse al menos el doble del diámetro del vástago sobre la parte superior de la chapa nervada.

03.- La anchura mínima de las gargantas que se van a rellenar de hormigón no debería ser menor que 50 mm.

### 3.3.- Procedimiento de soldeo

01.- Antes de comenzar la soldadura de los pernos, que obligatoriamente se realizará con máquina automática, se homologará el procedimiento de soldadura que recoja las recomendaciones del fabricante del perno, del suministrador del equipo y las prescripciones de la Normativa aplicable (AWS C5.4 Recommended practices for stud welding y la AWS D.1.1).

Se soldarán diez pernos sobre unas chapas del mismo material y máximo espesor de los elementos reales. Se realizará un control con líquidos penetrantes que asegure que la soldadura no tiene grietas después de esta prueba.

Si no es así, el procedimiento de soldeo deberá ser corregido, y deberán soldarse y ensayarse conjuntos de tres pernos, realizando de nuevo el ensayo hasta que este sea satisfactorio.

Sobre estas probetas se realizarán ensayos a tracción hasta rotura. El procedimiento se considerará homologado si la rotura no se produce por la soldadura y el valor de la carga de rotura es igual o superior a la nominal del perno.

02.- El proceso descrito anteriormente deberá repetirse siempre que se produzca algún cambio en el procedimiento de soldeo.

## 4.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Será obligatorio que los pernos conectadores cuenten con marcado CE.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- En el Proyecto se podrán especificar controles adicionales que se deberán realizar a la recepción del producto.

05.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y este PCTG.

06.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

## 5.- ENSAYOS DE LOS PERNOS SOLDADOS

01.- Los dos primeros pernos soldados cada día, por cada operario y tipo de perno, después de haber enfriado, se les doblará, golpeando con maza, un ángulo de 45°. Si alguno de ellos falla, y se produce la rotura de la zona soldada, deberá corregirse el procedimiento, soldar y ensayar una nueva pareja. Si nuevamente fallase alguno, será necesario rehomologar el procedimiento. Si el acortamiento de un conector después de soldado es insuficiente (menos de 1,6 mm respecto a lo especificado) se debe dejar de soldar y corregir las causas. El acortamiento de un conector después de soldado será de 2 a 4 mm.

02.- Se realizará una inspección visual al 100% de la soldadura de los pernos: Aquellos pernos en que el cordón de soldadura haya resultado incompleto (< 360°) deberán ser reparados rellenando la parte sin soldadura con un cordón que tenga como mínimo una altura de 8 mm, y que exceda en un mínimo de 10 mm de la zona sin soldadura por cada lado.

El relleno se hará mediante un procedimiento de soldadura manual por arco con electrodos de 4 a 4,8 mm, de bajo contenido en hidrógeno.

03.- Se realizará una inspección del 2% de todos los pernos colocados, y todos en los que se ha tenido que reparar la soldadura, consistente en someterles al ensayo de doblado a 15° de la vertical, bien con maza o haciendo palanca con un tubo, una vez fría la soldadura. Si falla la unión, o la soldadura queda agrietada, lo que se comprobará con líquidos penetrantes, el perno será sustituido.

Esta inspección se realizará preferentemente a aquellos pernos cuyo cordón presente un aspecto rugoso, poroso no brillante, con mordeduras, o insuficientemente acortado.

Por cada perno cuya unión no sea correcta, en este ensayo, se inspeccionarán tres nuevos pernos. Esta inspección se realizará, preferentemente, sobre los primeros pernos de modo que, en caso de fallo, se tomen medidas correctoras.

04.- En las zonas donde deba eliminarse un perno mal soldado, se dejará una superficie lisa rellenando previamente las mordeduras con electrodo de bajo contenido en hidrógeno.

## 6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de los pernos conectadores se realizará de acuerdo con lo establecido para la unidad de obra de la que formen parte.

## ARTÍCULO 23.48.- CONECTORES PARA JUNTAS ESTRUCTURALES

---

### 1.- DEFINICIÓN

01.- Se entiende por conector para juntas estructurales al dispositivo empleado en estructuras de hormigón armado o pretensado que permite el desplazamiento relativo entre dos partes de la misma, transmitiendo esfuerzos cortantes.

02.- El dispositivo se compone de dos partes principales, cada una fija a una parte de la estructura.

- Macho: vástago fijo.
- Hembra: vaina en la que se inserta el vástago.

03.- Se distinguen dos tipos de conectores, en función de los movimientos permitidos:

- Conectores que permiten únicamente el movimiento axial.
- Conectores que permiten el movimiento axial y el movimiento horizontal transversal.

04.- El dispositivo irá acompañado de una armadura pasiva de suspensión que se dispondrá en el hormigón, según las indicaciones dadas por el fabricante en la Evaluación Técnica Europea o en el Documento de Adecuación al Uso.

### 2.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Se emplearán conectores para juntas estructurales que cuenten con marcado CE.

03.- Aunque los conectores para juntas estructurales no cuentan con una Norma Armonizada, el fabricante puede tramitar una Evaluación Técnica Europea (ETE), elaborada por un Organismo de Evaluación Técnica (OET) y se aprueba en el contexto de la EOTA (European Organisation for Technical Assessment). La ETE hace posible la Declaración de Prestaciones y el marcado CE de los productos no cubiertos o no totalmente cubiertos por una especificación técnica armonizada.

04.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

05.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto y este PCTG.

06.- En el Proyecto se podrán especificar controles adicionales que se deberán realizar a la recepción del producto.

07.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

### 3.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de conectores para juntas estructurales se realizará según lo indicado para la unidad de obra de la que forme parte.



## **ARTÍCULO 23.49.- EMPARRILLADO ELECTROFUNDIDO O PRENSADO TIPO TRÁMEX**

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se entiende por emparrillado electrofundido o prensado a la estructura reticular constituida por pletinas portantes unidas ortogonalmente por elementos transversales.

02.- Se define nudo a los puntos de unión de los perfiles.

03.- Son emparrillados electrofundidos los que emplean para unir los perfiles la acción combinada de electrosoldadura sin aporte de material y de presión concentrada sobre los nudos.

04.- Son emparrillados prensados los que logran la unión mediante la inserción de las pletinas trasversales en unas ranuras dispuestas en las pletinas portantes, quedando encastradas.

05.- Son pletinas portantes las que soportan las cargas. Se define su dimensión por su sección transversal  $h \times s$ .

06.- Son pletinas transversales las perpendiculares a las anteriores que las unen manteniéndolas a una distancia constante, sirviendo también para repartir la carga transversalmente.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas UNE de referencia

01.- UNE 36750-1. Piezas y peldaños de emparrillado electrofundidos y/o prensados para aplicación en áreas de tránsito de peatones y vehículos. Parte 1: Materiales, tolerancias y ensayos de piezas.

02.- UNE 36750-2. Piezas y peldaños de emparrillado electrofundidos y/o prensados para aplicación en áreas de tránsito de peatones y vehículos. Parte 2: Materiales, tolerancias y ensayos de peldaños.

03.- UNE 36750-3. Piezas y peldaños de emparrillado electrofundidos y/o prensados para aplicación en áreas de tránsito de peatones y vehículos. Parte 3: Toma de muestras y criterios de aceptación de piezas y peldaños

### 3.- DESIGNACIÓN

01.- La designación de los emparrillados contendrá, en este orden:

- Tipo de emparrillado:
  - EE: emparrillado electrofundido.
  - EP: emparrillado prensado.
- Dimensión de la pletina portante:  $h \times s$ .
- Distancia entre dos pletinas portantes consecutivas.
- Distancia entre dos pletinas transversales consecutivas.

### 4.- TIPOS

01.- Los emparrillados se pueden clasificar en función del tipo de elemento separador que se emplee:

- Pletina – pletina: tanto el elemento portante como el separador son pletinas, de igual o distinto tamaño.
- Pletina – redondo: el elemento separador es una varilla

#### 5.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los emparrillados cumplirán las especificaciones indicadas en la Norma UNE 36750-1.

02.- Se colocarán correctamente nivelados y aplomados en las posiciones que indiquen los planos.

03.- Los emparrillados se fijarán con un sistema que se ajuste a las necesidades del Proyecto, en función de su utilización.

04.- Se dejará un espacio libre entre piezas de máximo 7 mm.

05.- Cuando los emparrillados constituyan el pavimento de una zona de uso general no restringido en un edificio, se cumplirán las condiciones establecidas por el Código Técnico de la Edificación en lo relativo a los resaltos entre dos piezas y a las aperturas máximas.

06.- Cuando los emparrillados constituyan un pavimento de una zona de uso restringido y exista riesgo por la caída de objetos a niveles inferiores, se dispondrán emparrillados que no permitan el paso de dichos objetos.

07.- Cuando los emparrillados constituyan un pavimento en urbanización, se cumplirán las condiciones establecidas en la Orden VIV/561/2010.

08.- Si la distancia entre dos pletinas portantes o transversales es mayor que la distancia máxima establecida en cada caso, se empleará un emparrillado con malla de seguridad.

#### 6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Los emparrillados electrofundidos o prensados se medirán y abonarán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) colocados.

## CAPÍTULO 24.- MATERIALES METÁLICOS NO FÉRRICOS Y ALEACIONES

### Sección 1.<sup>a</sup>

### ALUMINIO

#### ARTÍCULO 24.11.- PERFILES DE ALUMINIO PARA ESTRUCTURAS

##### 1.- DEFINICIONES

01.- Los perfiles de aluminio para estructuras son productos que cumplen las condiciones señaladas en el presente Artículo.

##### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

###### 2.1.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- EN 15088. Aluminio y aleaciones de aluminio. Productos estructurales para construcción. Condiciones técnicas de inspección y suministro.

###### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- UNE-EN ISO 6892-1. Materiales metálicos. Ensayo de tracción. Parte 1: Método de ensayo a temperatura ambiente.

02.- UNE-EN 1999-1-1. Eurocódigo 9: Diseño de estructuras de aluminio. Todas las partes

03.- UNE-EN 573. Aluminio y aleaciones de aluminio. Composición química y forma de los productos de forja. Todas las partes

##### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los perfiles de aluminio para carpintería metálica serán productos extruidos de la aleación EN AW 6060 según la Norma UNE-EN EN 573-3 (equivalente a la aleación L-3441 según la Norma UNE 38300).

02.- Los productos deberán presentar un acabado uniforme y estarán libres de defectos superficiales o internos que puedan resultar perjudiciales para el uso a que vayan destinados.

03.- No se permitirán operaciones tendentes a enmascarar defectos que no sean superficiales. Los defectos superficiales se podrán eliminar siempre que se respeten las tolerancias dimensionales.

04.- La densidad de la aleación de aluminio para perfiles se considerará igual a dos mil setecientos gramos por decímetro cúbico (2.700 g/dm<sup>3</sup>).

05.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 15088, para los requisitos siguientes:

- Tolerancias dimensionales y de forma
- Alargamiento
- Resistencia a tracción



- Límite elástico
- Soldabilidad (clases I a IV)
- Aptitud para el doblado (clases B0 a B5)
- Resistencia a fatiga (clases I a III)
- Sustancias peligrosas (reguladas)(contenido)
- Durabilidad (frente a la corrosión):
  - o General
  - o Recubrimiento orgánico de chapas y bandas
  - o Recubrimiento orgánico de chapas y bandas para doblado

#### 4.- COMPOSICIÓN QUÍMICA

01.- La composición química de la aleación de aluminio deberá cumplir las especificaciones establecidas en la Norma UNE-EN 573-3 para la aleación establecida en el Proyecto.

02.- La elección de la aleación de aluminio deberá establecerse siguiendo las recomendaciones recogidas en la Norma UNE-EN 1999-1-1 en función de la aplicación.

#### 5.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

01.- Los perfiles de aluminio se ajustarán, en lo que se refiere a dimensiones y tolerancias, a lo especificado en la Norma UNE-EN 755-9.

#### 6.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

01.- Las características mecánicas serán acordes a lo recogido en las normas indicadas en el CUADRO 24.11.1 para la aleación especificada en el Proyecto.

CUADRO 24.11.1

Producto	Características mecánicas	Toma de muestra
Varilla/barra extruida	EN 755-2	EN 755-1
Tubo extruido	EN 755-2	EN 755-1
Perfil extruido	EN 755-2	EN 755-1
Perfil de precisión	EN 755-2	EN 755-1
Chapa / plancha / banda	EN 485-2	EN 485-1
Chapa y banda recubierta en continuo	EN 1396	EN 485-1
Plancha antideslizante	EN 1386	EN 1386
Varilla / barra estirada en frío	EN 754-2	EN 754-1
Tubo estirado	EN 754-2	EN 754-1
Alambre estirado	EN 1301-2	EN 1301-2
Tubos electrosoldados por alta frecuencia	EN 1592-2	EN 1592-1
Piezas moldeadas	EN 1706	EN 1706
Productos forjados	EN 586-2	EN 586-1

## 7.- ANODIZADO

01.- El PCTP especificará el tipo de recubrimiento anódico, así como el espesor mínimo de la capa de óxido, según el uso previsto para los perfiles.

02.- Las características del recubrimiento que serán objeto de garantía son:

- Espesor.
- Calidad del sellado.
- Solidez frente a la luz del color de la capa de óxido coloreada.
- Aspecto superficial.

03.- El espesor de la capa de óxido se medirá por los procedimientos indicados en las Normas de ensayo UNE-EN ISO 2360 o UNE-EN ISO 2128.

04.- Para determinar la calidad de sellado se usará el método normalizado definido en UNE-EN ISO 2143.

05.- La solidez a la luz de los perfiles de aluminio anodizado deberá alcanzar la cifra de ocho (8) del código internacional (Muestras Patrón Azules) cuando el uso previsto de los perfiles sea en el exterior, a la luz del sol o de fuentes luminosas ricas en radiaciones ultravioletas; no será inferior a la cifra de cinco (5) del mencionado código, si su uso previsto está destinado a interiores.

06.- El aspecto superficial será fundamentalmente mate o brillante, pudiendo presentar diversas gradaciones de aspecto y color.

## 8.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Los productos de aluminio deberán contar con Marcado CE y deberán cumplir los requisitos establecidos en la Norma EN 15088.

02.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto y en este PCTG.

05.- En el Proyecto se podrán especificar controles adicionales que se deberán realizar a la recepción del producto.

06.- La Dirección de Obra podrá encargar ensayos adicionales, que serán conformes a los indicados en la Norma EN 15088.

## 9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, los perfiles de aluminio se medirán por kilogramos (kg) realmente acopiados en obra.

## Sección 2.<sup>a</sup>

### PLOMO

#### ARTÍCULO 24.21.- PLOMO PARA JUNTAS Y APOYOS

##### 1.- DEFINICIONES

01.- El plomo para apoyos y juntas de estructuras será de segunda fusión, afinado y laminado; se suministrará en planchas con una ley mínima de noventa y nueve con noventa y siete por ciento (99,97%).

##### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

###### 2.1.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- UNE 37201, Plomo. Definiciones y calidades.

02.- UNE 37203, Planchas y láminas de plomo. Definiciones, calidades, medidas y tolerancias.

##### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las impurezas toleradas se ajustarán a lo especificado en la siguiente tabla:

###### IMPUREZAS TOLERADAS % MÁX.

Bi	Ag	Cu	As	Sb	Sn	Fe	Zn	Otras	Total
0,025	0,002	0,015	0,002	0,005	0,001	0,003	0,002	0,015	0,03
				Sb + Sn= 0,005					

02.- Las planchas deberán presentar superficies lisas, espesor uniforme, fractura brillante y cristalina y estar exentas de picaduras, exfoliaciones, dobleces, poros, raspaduras u otros defectos de laminación.

03.- La densidad del plomo se considerará igual a once con treinta y cinco centésimas kilogramos por decímetro cúbico (11,35 kg/dm<sup>3</sup>).

##### 4.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

01.- Las tolerancias dimensionales cumplirán con los valores fijados en la tabla siguiente:

Dimensión	Tolerancias
Espesor, e (*) e ≤ 3 mm .....	± 10%
e > 3 mm .....	± 0,3 mm
Longitud .....	± 1%
Anchura .....	± (4 mm + 0,1 e)

(\*) La medida del espesor se realizará por lo menos a cincuenta milímetros (50 mm) del borde.

##### 5.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

01.- La resistencia característica a tracción será superior a veinte megapascales (20 MPa).

02.- La resistencia característica a compresión será superior a veinte megapascales (20 MPa).

#### 6.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- La Dirección ordenará la toma de muestras y la ejecución de los ensayos que considere oportunos con la finalidad de comprobar alguna de las características exigidas al material.

02.- Los ensayos y pruebas de recepción podrán sustituirse en todo o en parte, por la garantía del fabricante del cumplimiento de las características prescritas, que se materializará mediante un certificado extendido de acuerdo con los requisitos indicados en la Norma UNE-EN 10021.

#### 7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.



## Sección 3.<sup>a</sup>

### COBRE

## ARTÍCULO 24.31.- TUBERÍAS DE COBRE PARA FONTANERÍA Y CALEFACCIÓN (PCTG99)

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se definen como tales aquellos tubos de cobre redondos, estirados en frío, sin soldadura, que cumplen las prescripciones señaladas en el presente Artículo.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- UNE EN 1057/96, Tubos redondos de precisión, estirados en frío, sin soldadura, para su empleo con manguitos soldados por capilaridad. Medidas, tolerancias, características mecánicas y condiciones técnicas de suministro.

### 3.- COMPOSICIÓN QUÍMICA

01.- La composición química del material (cobre desoxidado con fósforo con alto contenido de fósforo residual, Cu-DHP(C-1130) de acuerdo con la Norma UNE 37137-83 será:

$$\begin{aligned} \text{Cu (+Ag)} &\geq 99,85 \\ 0,012 < \text{P} &\leq 0,050 \end{aligned}$$

### 4.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

#### 4.1.- Dimensiones

01.- Las medidas normales de fabricación para los tubos comprendidos en la presente norma, son las indicadas en el CUADRO 24.31.1, en la que se dan además, a título orientativo, las masas teóricas aproximadas en kg/m.

CUADRO 24.31.1

Diámetro exterior D (mm)	Espesor E (mm)					
	0,75	1	1,2	1,5	2	2,5
	Masas teóricas aproximadas en kg/m					
6	0,110	0,140				
8	0,152	0,196				
10	0,194	0,252				
12	0,236	0,308				
15	0,259	0,391				
18	0,352	0,475				
22		0,587	0,698	0,860		
28		0,753	0,899	1,111		
35		0,951	1,134	1,405		
42		1,146	1,369	1,699		
54			1,772	2,202		
64				2,621	3,467	
76				3,125	4,138	
89					4,865	6,046
108					5,928	7,374

#### 4.2.- Tolerancias

01.- La tolerancia sobre el valor nominal del diámetro exterior de los tubos se indica en el CUADRO 24.31.2.

02.- La medida del diámetro exterior debe efectuarse a una distancia de los extremos de cada tubo igual o mayor que el diámetro exterior del tubo, D.

03.- Cualquier diámetro exterior en un tubo deberá estar comprendido entre los valores de su diámetro nominal más o menos la tolerancia indicada, entendiéndose como diámetro exterior la media aritmética de dos mediciones perpendiculares tomadas en la misma sección recta.

04.- Para los tubos recocidos es imprescindible realizar un calibrado previo antes de medir el diámetro exterior.

05.- La tolerancia en el espesor será del diez por ciento en más o en menos ( $\pm 10\%$ ) del espesor nominal, medido en cualquier punto.

06.- Las tolerancias de longitud figuran en el CUADRO 24.31.3.

CUADRO 24.31.2

TOLERANCIAS EN EL DIÁMETRO EXTERIOR (MM)				
$6 \leq D \leq 18$	$22 \leq D \leq 28$	$35 \leq D \leq 54$	$64 \leq D \leq 89$	$D \leq 108$
$\pm 0,045$	$\pm 0,055$	$\pm 0,07$	$\pm 0,15$	$\pm 0,25$

CUADRO 24.31.3

TOLERANCIAS EN LONGITUD	
Longitud	Tolerancias (mm)
En largos de fabricación	+ 50 - 0
En largos fijos	+ 15 - 0
En rollos de largos fijos	+500 - 0

## 5.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

01.- Los tubos se presentarán limpios y brillantes con una superficie exterior e interior exenta de rayas, hojas, picaduras, burbujas, grietas, trazas de estirado, etc., que pueden afectar desfavorablemente a su comportamiento en servicio.

02.- Se tolerarán no obstante, defectos puramente locales de profundidad menor de la décima parte del espesor de pared, y decoloraciones propias del proceso de fabricación.

03.- El ensayo de tracción será el determinante para la aceptación o rechazo del producto, respecto a las características mecánicas. Los valores deberán estar de acuerdo con los indicados en el CUADRO 24.31.4 y el ensayo se realizará según las Normas UNE 7474(1)-92 y 7474(1) ERRATUM-92.

04.- El ensayo de abocardado, según la Norma UNE-EN 10234-94, sólo se podrá aplicar para tubos recocidos. Las muestras seleccionadas para estos ensayos, serán capaces de soportar una expansión de su diámetro exterior de al menos:

- 40 por 100 para los tubos de diámetro  $D \leq 19$  mm.
- 30 por 100 para los tubos de diámetro  $D > 19$  mm.

CUADRO 24.31.4

ESTADOS Y CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS		
Estado	Resistencia mínima a la tracción $R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	Alargamiento mínimo A5 (%)
Recocido	200	35
Duro	310	5

## 6.- MARCADO

01.- Los tubos deberán llevar una marca legible e indeleble a lo largo de una generatriz repetida a intervalos menores de cincuenta centímetros (50 cm). Este marcado llevará, por el orden que se indican, las

indicaciones siguientes: Referencia del fabricante; símbolo UNE seguido del número de la norma; diámetro exterior y espesor del tubo expresados en milímetros y separados por el signo x.

Ejemplo: Tubos de cobre, fabricados por la sociedad XXX, de doce milímetros (12 mm) de diámetro exterior, de un milímetro (1 mm) de espesor de pared, en estado de recocido y suministrado en rollos en largos de fabricación:

XXX UNE 37141(1R) - 12 x 1

## 7.- RECEPCIÓN

### 7.1.- Ensayos a realizar por el fabricante

01.- El fabricante llevará a cabo los ensayos y análisis dentro de sus procedimientos internos de control de calidad.

### 7.2.- Toma de muestras

01.- Para realizar los ensayos y análisis, debe disponerse la entrega en lotes separados.

02.- Un lote consta de tubos del mismo tipo de fabricación, el mismo material, el mismo estado y el mismo espesor. No es necesario que un lote provenga de una colada única, o de un tratamiento térmico único.

03.- Dependiendo del tamaño del lote, se tomarán tantas piezas como indica el CUADRO 24.31.5, de las que a su vez se prepararán muestras para análisis químicos y probetas para ensayos mecánicos.

04.- Para pedidos inferiores a mil metros (1.000 m) no se realizará toma de muestras, salvo que el Director lo considere oportuno

CUADRO 24.31.5

Tamaño del lote en metros		Número de muestras para ensayo
Más de	Hasta	
1.000	2.000	1
2.000	3.000	2
3.000	4.000	3
4.000	5.000	4
Cada 1.000 más		1

### 7.3.- Ensayos mecánicos y su repetición

01.- Las probetas para ensayos mecánicos se obtendrán de acuerdo con las Normas UNE 36400-81 y UNE 37153-86.

02.- Cualquier probeta mal mecanizada, o que hubiese puesto al descubierto algún defecto, deberá ser desechada y sustituida por otra obtenida de la misma pieza.

03.- Si en el ensayo de una de las probetas, no se obtuvieran las características especificadas en esta Norma, se repetirán los ensayos con una nueva serie de probetas. Si a su vez, una de estas probetas no satisface las especificaciones, el lote correspondiente podrá ser rechazado.

#### 7.4.- Análisis químico y su repetición

01.- Se preparará una muestra para el análisis químico, de acuerdo con la Norma UNE 37145-78. De cada una de las piezas seleccionadas según el CUADRO 24.31.5, se tomarán muestras aproximadamente iguales, y se mezclarán. La masa mínima de la muestra será de cincuenta gramos (50 g). Esta muestra se dividirá en cuatro partes.

02.- Si los resultados del análisis químico no están dentro de los límites especificados, se hará otro análisis sobre una nueva muestra, mezclada y preparada con las piezas seleccionadas según el CUADRO 24.31.5. Los resultados de este segundo análisis deberán estar de acuerdo con las exigencias especificadas. En caso contrario, el lote será rechazado.

#### 8.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado para la unidad de obra de que formen parte.

## **CAPÍTULO 25.- MATERIALES BITUMINOSOS**

### **Sección 1ª**

#### **LIGANTES**

### **ARTÍCULO 25.11.- BETUNES ASFÁLTICOS**

#### 1.- DEFINICIONES

01.- Se definen como betunes asfálticos los ligantes hidrocarbonados sólidos o viscosos, preparados a partir de hidrocarburos naturales por destilación, oxidación o "cracking", que contienen una baja proporción de productos volátiles, poseen propiedades aglomerantes características y son esencialmente solubles en sulfuro de carbono o tolueno.

#### 2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- UNE-EN 12591. Betunes y ligantes bituminosos. Especificaciones de betunes para pavimentación.

02.- UNE-EN 13924. Betunes y ligantes bituminosos. Especificaciones de los betunes duros para pavimentación.

03.- Artículo 211 del PG-3 aprobado por la Orden FOM/2523/2014.

#### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- 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, la empresa 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.

02.- Los betunes asfálticos deberán llevar obligatoriamente el marcado CE, conforme a lo establecido en las UNE-EN 12591, UNE-EN 13924-1 y UNE-EN 13924-2.

03.- 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. De forma explícita se prohíbe el uso de betunes asfálticos que contengan alquitranes u otras sustancias derivadas de la destilación de productos carbonosos -hulla u otros-, o betunes oxidados.

04.- Los betunes asfálticos deberán presentar un aspecto homogéneo y estar prácticamente exentos de agua, de modo que no formen espuma cuando se calienten a la temperatura de empleo.

05.- A efectos de aplicación de este artículo, la denominación del tipo de betún asfáltico se compondrá de dos números (indicadores del valor mínimo y máximo admisible de su penetración, según la UNE-EN 1426) separados por una barra inclinada a la derecha (/), especificándose para su aplicación en carreteras los tipos indicados en el cuadro 25.11.1.

06.- De acuerdo con su denominación, las características de los betunes asfálticos deberán cumplir las especificaciones del cuadro 25.11.1.

#### 4.- TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

01.- El betún asfáltico será transportado en cisternas calorífugas y provistas de termómetros situados en puntos bien visibles. Las cisternas deberán estar preparadas para poder calentar el betún asfáltico cuando, por cualquier anomalía, la temperatura de éste baje excesivamente para impedir su trasiego. Asimismo, dispondrán de un elemento adecuado para la toma de muestras.

02.- El betún asfáltico se almacenará en uno o varios tanques, adecuadamente aislados entre sí, que deberán estar provistos de bocas de ventilación para evitar que trabajen a presión y que contarán con los aparatos de medida y seguridad necesarios, situados en puntos de fácil acceso.

03.- Los tanques deberán ser calorífugos y estar provistos de termómetros situados en puntos bien visibles y dotados de su propio sistema de calefacción, capaz de evitar que, por cualquier anomalía, la temperatura del producto se desvíe de la fijada para el almacenamiento en más de 10 °C. Asimismo, dispondrán de una válvula adecuada para la toma de muestras.

04.- Cuando los tanques de almacenamiento no dispongan de medios de carga propios, las cisternas empleadas para el transporte de betún asfáltico estarán dotadas de medios neumáticos o mecánicos para el trasiego rápido de su contenido a los mismos. Cuando se empleen bombas de trasiego serán preferibles las de tipo rotativo a las centrífugas.

05.- Todas las tuberías y bombas utilizadas para el trasiego del betún asfáltico, desde la cisterna de transporte al tanque de almacenamiento y de éste al equipo de empleo, deberán estar calefactadas, aisladas térmicamente y dispuestas de modo que se puedan limpiar fácil y perfectamente después de cada aplicación y/o jornada de trabajo.

06.- El trasiego desde las cisternas de transporte a los tanques de almacenamiento se realizará siempre por tubería directa.

07.- La Dirección de las Obras comprobará, con la frecuencia que crea necesaria, los sistemas de transporte y trasiego y las condiciones de almacenamiento en todo cuanto pudiera afectar a la calidad del material; y de no ser de su conformidad, suspenderá la utilización del contenido del tanque o cisterna correspondiente hasta la comprobación de las características que estime convenientes, de entre las indicadas en el cuadro 25.11.1.

#### 5.- RECEPCIÓN E IDENTIFICACIÓN

01.- Cada cisterna de betún asfáltico que llegue a obra irá acompañada de un albarán y la información relativa al etiquetado y marcado CE de la norma correspondiente UNE-EN 12591, UNE-EN 13924-1 o UNE-EN 13924-2.

02.- El albarán contendrá explícitamente, al menos, los siguientes datos:

- Nombre y dirección de la empresa suministradora.
- Fecha de fabricación y de suministro.
- Identificación del vehículo que lo transporta.
- Cantidad que se suministra.
- Denominación comercial, si la hubiese, y tipo de betún asfáltico suministrado, de acuerdo con la denominación especificada en el presente artículo.
- Nombre y dirección del comprador y del destino.
- Referencia del pedido.

03.- El etiquetado y marcado CE deberá incluir la siguiente información:

- Símbolo del marcado CE.
- Número de identificación del organismo de certificación.
- Nombre o marca distintiva de identificación y dirección registrada del fabricante.
- Las dos últimas cifras del año de su primera colocación.
- Número de referencia de la Declaración de Prestaciones.
- Referencia a la norma europea correspondiente (EN 12591, EN 13924-1 o EN 13924-2).
- Descripción del producto: nombre genérico, tipo y uso previsto.
- Información sobre las características esenciales incluidas en la norma correspondiente (UNE-EN 12591, UNE-EN 13924-1 o UNE-EN 13924-2):
  - Consistencia a temperatura de servicio intermedia (penetración a 25°C, UNE-EN 1426).
  - Consistencia a temperatura de servicio elevada (punto de reblandecimiento, UNE-EN 1427).
  - Dependencia de la consistencia con la temperatura (índice de penetración, Anexo A de la UNE-EN 12591, UNE-EN 13924-1 o UNE-EN 13924-2).
  - Durabilidad de la consistencia a temperatura de servicio intermedia y elevada (resistencia al envejecimiento, norma UNE-EN 12607-1):
    - penetración retenida (norma UNE-EN 1426).
    - incremento del punto de reblandecimiento (UNE-EN 1427).
    - cambio de masa (norma UNE-EN 12607-1).
  - Fragilidad a baja temperatura de servicio (punto de fragilidad Fraass, norma UNE-EN 12593), sólo en el caso de los betunes de la UNE-EN 12591 o UNE 13924-2.

04.- El suministrador del ligante deberá proporcionar información sobre la temperatura máxima de calentamiento, el rango de temperatura de mezclado y de compactación, el tiempo máximo de almacenamiento, en su caso, o cualquier otra condición que fuese necesaria para asegurar uniformidad y mantenimiento de las propiedades del producto durante todo el proceso de fabricación y puesta en obra.

05.- El suministrador deberá entregar un certificado, en su caso proporcionado por el fabricante, de que el ligante no contiene en su composición alquitranes u otras sustancias derivadas de la destilación de productos carbonosos, ni tampoco betunes oxidados.

## 6.- CONTROL DE CALIDAD

### 6.1.- Control de recepción de las cisternas

01.- Para el control de recepción se llevará a cabo la verificación documental de que los valores declarados en la información que acompaña al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este Pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, la Dirección 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. En este caso se seguirán los criterios que se indican a continuación.

02.- De cada cisterna de betún asfáltico que llegue a la obra se tomarán 2 muestras de, al menos, 1 kg, según la UNE-EN 58, en el momento del trasvase del material de la cisterna al tanque de almacenamiento.

03.- Sobre una de las muestras se realizará la determinación de la penetración, según la UNE-EN 1426, y la otra se utilizará para ensayos de contraste en caso de ser necesario.

04.- En cualquier caso, el PPTP o la Dirección de las Obras podrán fijar otro criterio para el control de recepción de las cisternas.

#### 6.2.- Control a la entrada del mezclador

01.- Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará, de acuerdo a lo dispuesto en el apartado 6.4 del presente artículo, en bloque, a la cantidad de 100 t o fracción diaria de betún asfáltico. En cualquier caso, el PPTP o la Dirección de las Obras podrán fijar otro tamaño de lote.

02.- De cada lote se tomarán 2 muestras de, al menos, 1 kg, según la UNE-EN 58, en algún punto situado entre la salida del tanque de almacenamiento y la entrada del mezclador.

03.- Sobre una de las muestras se realizará la determinación de la penetración, según la UNE-EN 1426, del punto de reblandecimiento (UNE-EN 1427) y se calculará el índice de penetración (Anexo A de la UNE-EN 12591, UNE-EN 13924-1 o UNE-EN 13924-2, según corresponda). La otra muestra se utilizará para ensayos de contraste en caso de ser necesario.

#### 6.3.- Control adicional

01.- Una vez cada mes y como mínimo 3 veces, durante la ejecución de la obra, por cada tipo y composición de betún asfáltico, y cuando lo especifique el PPTP o la Dirección de las Obras, se realizarán los ensayos necesarios para la comprobación de las características especificadas en el cuadro 25.11.1.

#### 6.4.- Criterios de aceptación y rechazo

01.- La Dirección de las Obras indicará las medidas a adoptar en el caso de que el betún asfáltico no cumpla alguna de las especificaciones establecidas en el cuadro 25.11.1.

### 7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, el betún asfáltico se medirá por toneladas acopiadas.

CUADRO 25.11.1.- ESPECIFICACIONES DE LOS BETUNES ASFÁLTICOS

Propiedades	Método	Unidad	15/25	35/50	50/70	70/100	160/220
Penetración a 25°C	EN 1426	0,1 mm	15 - 25	35 - 50	50 - 70	70 - 100	160 - 220
Punto de Reblandecimiento	EN 1427	° C	60 - 76	50 - 58	46 - 54	43 - 51	35 - 43

Resistencia al envejecimiento	Penetración retenida	EN 1426	%	≥ 55	≥ 53	≥ 53	≥ 46	≥ 37
	Incremento de Punto de Reblandecimiento	EN 1427	°C	≤ 10	≤ 11	≤ 10	≤ 11	≤ 12
	Cambio de masa (valor absoluto)	EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 1,0
Punto de Inflamación en vaso abierto		EN ISO 2592	°C	≥ 245	≥ 240	≥ 230	≥ 230	≥ 220
Solubilidad		EN 12592	%	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0
Índice de Penetración		Anexo A <sup>b</sup>	-	- 1,5 a + 0,7	- 1,5 a + 0,7	- 1,5 a + 0,7	- 1,5 a + 0,7	- 1,5 a + 0,7
Punto de fragilidad Fraass		EN 12593	°C	TBR <sup>a</sup>	≤ - 5	≤ - 8	≤ - 10	≤ - 15

<sup>a</sup>TBR: To be reported. Valor informativo a declarar.

## **ARTÍCULO 25.12.- BETUNES ASFÁLTICOS MODIFICADOS CON POLÍMEROS.**

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se definen como betunes asfálticos modificados con polímeros los ligantes hidrocarbonados resultantes de la interacción física y/o química de polímeros con un betún asfáltico de los definidos en el artículo 25.11 “Betunes asfálticos” del presente Pliego.

02.- Se consideran comprendidos, dentro de este artículo, los betunes modificados suministrados a granel y los que se fabriquen en el lugar de empleo, en instalaciones específicas independientes. Quedan excluidos, los productos obtenidos a partir de adiciones incorporadas a los áridos o en el mezclador de la planta de fabricación de la unidad de obra de la que formen parte.

### 2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- UNE-EN 14023. Betunes y ligantes bituminosos. Especificaciones de los betunes modificados con polímeros.

02.- Artículo 215 “Betunes asfálticos modificados con polímeros” del PG-3 aprobado por la Orden FOM 2523/2014.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- 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, la empresa 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 betunes modificados con polímeros deberán llevar obligatoriamente el marcado CE, conforme a lo establecido en la norma UNE-EN 14023. 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

02.- Los betunes asfálticos modificados con polímeros deberán presentar un aspecto homogéneo y estar prácticamente exentos de agua, de modo que no formen espuma cuando se calienten a la temperatura de empleo.

03.- A efectos de aplicación de este artículo, la denominación del tipo de betún asfáltico modificado con polímeros se compondrá de las letras PMB, seguidas de tres números, los dos primeros representativos de su penetración mínima y máxima, determinada de acuerdo con la norma UNE-EN 1426, separados por una barra inclinada a la derecha (/); y el tercer número, precedido de un guión (-), representativo del valor mínimo del punto de reblandecimiento (UNE-EN 1427).

04.- De acuerdo con su denominación, las características de los betunes asfálticos modificados con polímeros deberán cumplir las especificaciones del cuadro 25.12.1.

05.- La viscosidad del betún asfáltico modificado con polímeros deberá ser compatible con la temperatura de fabricación de la unidad de obra correspondiente. Para los betunes modificados con polímeros de punto de reblandecimiento mínimo igual o superior 70°C, dicha temperatura será inferior a 190 °C, e inferior a 180 °C para el resto de los betunes especificados en el presente artículo.

#### 4.- TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

01.- Cuando no se fabrique en el lugar de empleo, el betún asfáltico modificado con polímeros será transportado en cisternas calorífugas y provistas de termómetros situados en puntos bien visibles. Las cisternas deberán estar preparadas para poder calentar el betún asfáltico cuando, por cualquier anomalía, la temperatura disminuya y pueda impedir su trasiego. Asimismo, dispondrán de un elemento adecuado para la toma de muestras.

02.- El betún asfáltico modificado con polímeros se almacenará en uno o varios tanques, adecuadamente aislados entre sí, que deberán estar provistos de bocas de ventilación para evitar que trabajen a presión, y que contarán con los aparatos de medida y seguridad necesarios, situados en puntos de fácil acceso.

03.- Los tanques deberán ser calorífugos y estar provistos de termómetros situados en puntos bien visibles y dotados de su propio sistema de calefacción, capaz de evitar que, por cualquier anomalía, la temperatura del producto se desvíe de la fijada para el almacenamiento en más de 10 °C. Asimismo, dispondrán de una válvula adecuada para la toma de muestras.

04.- Cuando los tanques de almacenamiento no dispongan de medios de carga propios, las cisternas empleadas para el transporte de betún asfáltico modificado con polímeros estarán dotadas de medios mecánicos para el trasiego rápido de su contenido a los mismos. Cuando se empleen bombas de trasiego serán preferibles las de tipo rotativo a las centrífugas.

05.- Todas las tuberías directas y bombas utilizadas para el trasiego del betún asfáltico modificado con polímeros, desde la cisterna de transporte al tanque de almacenamiento y de éste al equipo de empleo, deberán estar calefactadas, aisladas térmicamente y dispuestas de modo que se puedan limpiar fácil y perfectamente después de cada aplicación y/o jornada de trabajo.

06.- El suministrador del ligante deberá proporcionar información sobre el rango de temperatura y el tiempo máximo de almacenamiento y la necesidad o no de disponer de sistemas de homogeneización en el transporte y en los tanques de almacenamiento, se determinarán de acuerdo con las características del ligante modificado.

Salvo que se cumplan los valores de estabilidad al almacenamiento indicados en el cuadro 25.15.1, los elementos de transporte y almacenamiento deberán estar provistos de un sistema de homogeneización adecuado. Para ligantes susceptibles de sedimentación, los tanques de almacenamiento deberán ser de eje vertical, con sistema de agitación y recirculación, y salida del ligante por la parte inferior del tanque, el cual será preferiblemente de forma troncocónica.

07.- La Dirección de las Obras comprobará, con la frecuencia que crea necesaria, los sistemas de transporte y trasiego y las condiciones de almacenamiento, en todo cuanto pueda afectar a la calidad del material; y de no ser de su conformidad, suspenderá la utilización del contenido del tanque o cisterna correspondiente, hasta la comprobación de las características que estime conveniente, de entre las indicadas en el cuadro 25.12.1.

## 5.- RECEPCIÓN E IDENTIFICACIÓN

01.- Cada cisterna de betún asfáltico modificado con polímeros que llegue a obra irá acompañada de un albarán y la información relativa al etiquetado y marcado CE de la UNE-EN 14023.

02.- El albarán contendrá explícitamente los siguientes datos:

- Nombre y dirección de la empresa suministradora.
- Fecha de fabricación y de suministro.
- Identificación del vehículo que lo transporta.
- Cantidad que se suministra.
- Denominación comercial, si la hubiese, y tipo de betún asfáltico modificado con polímeros suministrado, de acuerdo con la denominación especificada en el presente artículo.
- Nombre y dirección del comprador y del destino.
- Referencia del pedido.

03.- El etiquetado y marcado CE deberá incluir la siguiente información:

- Símbolo del marcado CE.
- Número de identificación del organismo de certificación.
- Nombre o marca distintiva de identificación y dirección registrada del fabricante.
- Las dos últimas cifras del año de su primera colocación.
- Número de referencia de la Declaración de Prestaciones.
- Referencia a la norma europea EN 14023.
- Descripción del producto: nombre genérico, tipo y uso previsto.
- Información sobre las características esenciales incluidas en la norma UNE-EN 14023:
  - Consistencia a temperatura de servicio intermedia (penetración a 25°C, UNE-EN 1426).
  - Consistencia a temperatura de servicio elevada (punto de reblandecimiento, UNE-EN 1427).
  - Cohesión (fuerza-ductilidad, UNE-EN 13589 y norma UNE-EN 13703).
  - Durabilidad de la consistencia a temperatura de servicio intermedia y elevada (resistencia al envejecimiento, UNE-EN 12607-1):
    - cambio de masa (UNE-EN 12607-1).
    - penetración retenida (UNE-EN 1426).
    - variación del punto de reblandecimiento (UNE-EN 1427).
  - Punto de fragilidad Fraass (UNE-EN 12593).
  - Recuperación elástica a 25°C (UNE-EN 13398).

04.- A juicio de la Dirección de las Obras se podrá exigir el valor de la estabilidad al almacenamiento (UNE-EN 13399), con el fin de comprobar la idoneidad de los sistemas de transporte y almacenamiento.

## 6.- CONTROL DE CALIDAD

### 6.1.- Control de recepción

#### 6.1.1.- Suministro de cisternas

01.- Para el control de recepción se llevará a cabo la verificación documental de que los valores declarados en la información que acompaña al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este Pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, la Dirección 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. En este caso se seguirán los criterios que se indican a continuación.

02.- De cada cisterna de betún asfáltico modificado con polímeros que llegue a la obra se tomarán 2 muestras de, al menos, 1 kg, según la UNE-EN 58, en el momento del trasvase del material de la cisterna al tanque de almacenamiento.

03.- Sobre una de las muestras se realizarán los siguientes ensayos:

- Determinación de la penetración, según la UNE-EN 1426.
- Punto de reblandecimiento, según la UNE-EN 1427.
- Recuperación elástica, según la UNE-EN 13398.

04.- Y la otra se utilizará para ensayos de contraste en caso de ser necesario.

05.- En cualquier caso, el PPTP o la Dirección de las Obras podrán fijar otro criterio para el control de recepción de las cisternas.

#### *6.1.2.- Fabricación en obra*

01.- En el caso de betunes asfálticos modificados con polímeros fabricados en el lugar de empleo, se tomarán 2 muestras cada 50 t de producto fabricado y, al menos, 2 cada jornada de trabajo de las tuberías de salida de la instalación de fabricación del ligante modificado, realizando sobre una de ellas los siguientes ensayos:

- Determinación de la penetración, según la UNE-EN 1426
- Punto de reblandecimiento, según la UNE-EN 1427.
- Recuperación elástica, según la UNE-EN 13398.

Y la otra se utilizará para ensayos de contraste en caso de ser necesario.

02.- En cualquier caso, el PPTP o la Dirección de las Obras podrán fijar otro criterio adicional para el control de recepción para la fabricación en obra.

#### *6.1.3. Control a la entrada del mezclador*

01.- Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 6.1.3. de este artículo, a la cantidad de 300 t de betún modificado con polímeros. En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de las Obras podrán fijar otro tamaño de lote.

02.- De cada lote se tomarán 2 muestras de, al menos, 1 kg (UNE-EN 58), en algún punto situado entre la salida del tanque de almacenamiento y la entrada del mezclador.

Sobre una de las muestras se realizarán los siguientes ensayos:

- Determinación de la penetración (UNE-EN 1426).
- Punto de reblandecimiento (UNE-EN 1427).

Y la otra se utilizará para ensayos de contraste en caso de ser necesario.

03.- A juicio de la Dirección de las Obras, se podrán hacer también ensayos de recuperación elástica (UNE-EN 13398).

04.- En el caso de que el betún modificado con polímeros se fabrique en obra sin que haya un almacenamiento intermedio previo a la entrada de éste en el mezclador de la planta de mezcla bituminosa, no será necesario realizar el control que se describe en este epígrafe.

#### *6.1.4.- Control adicional*

01.- La Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá exigir la realización de los ensayos necesarios para la comprobación de las características especificadas en el cuadro 25.12.1, con una frecuencia recomendada 1 vez cada mes y como mínimo 3 veces, durante la ejecución de la obra, por cada tipo y composición de betún asfáltico modificado con polímeros.

02.- Si el betún asfáltico modificado con polímeros hubiese estado almacenado durante un plazo superior a 15 días, antes de su empleo, se realizarán, como mínimo, sobre 2 muestras, una de la parte superior y otra de la inferior del depósito de almacenamiento, los ensayos de penetración, según la UNE-EN 1426 , y punto de reblandecimiento, según la UNE-EN 1427 que, comparados con los resultados de los ensayos a la llegada a obra, deberán cumplir las especificaciones de estabilidad de el cuadro 25.12.1. Si no cumpliera lo establecido para estas características, se procederá a su homogeneización y realización de nuevos ensayos, o a su retirada. En condiciones atmosféricas desfavorables o en situaciones de obra anormales, la Dirección de las Obras podrá disminuir el plazo de 15 días, anteriormente indicado, para la comprobación de las condiciones de almacenamiento del betún asfáltico modificado con polímeros.

#### *6.1.5.- Criterios de aceptación o rechazo*

01.- El PPTP, o en su defecto, la Dirección de las Obras indicará las medidas a adoptar en el caso de que el betún asfáltico modificado con polímeros no cumpla alguna de las especificaciones establecidas en el cuadro 25.12.1.

## 7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono del betún asfáltico modificado con polímeros se realizarán según lo indicado en el PPTP para la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, el betún asfáltico modificado con polímeros se abonará por toneladas acopiadas.

CUADRO 25.12.1.- ESPECIFICACIONES DE BETUNES ASFÁLTICOS MODIFICADOS CON POLÍMEROS

CARACTERÍSTICAS	UNE-EN	UNIDAD	PMB 10/40-70	PMB 25/55-65	PMB 45/80-60	PMB 45/80-65	PMB 45/80-75	PMB 75/130-60
ENSAYOS SOBRE EL BETÚN ORIGINAL								
PENETRACIÓN A 25°C	1426	0,1 mm	10-40	25-55	45-80	45-80	45-80	75-130
PUNTO DE REBLANDECIMIENTO	1427	°C	≥70	≥65	≥60	≥65	≥75	≥60
COHESIÓN. FUERZA-DUCTILIDAD	13589 13703	J/cm <sup>2</sup>	≥2 a 15°C	≥2 a 15°C	≥2 a 15°C	≥3 a 15°C	≥3 a 15°C	≥1 a 15°C
PUNTO DE FRAGILIDAD FRAASS	12593	°C	≤-5	≤-7	≤-12	≤-15	≤-15	≤-15
RECUPERACIÓN ELÁSTICA A 25°C	13398	%	TBR <sup>a</sup>	≥50	≥50	≥70	≥80	≥60
ESTABILIDAD A ALMACENAMIENTO (*)	DIFERENCIA DE PUNTO DE REBLANDECIMIENTO	13399 1427	°C	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5
		13399 1426	0,1 mm	≤9	≤9	≤9	≤9	≤9
PUNTO DE INFLAMACIÓN	ISO 1592	°C	≥235	≥235	≥235	≥235	≥235	≥220
DURABILIDAD - RESISTENCIA AL ENVEJECIMIENTO UNE EN 12607-1								
CAMBIO DE MASA	12607-1	%	≤0,8	≤0,8	≤1,0	≤1,0	≤1,0	≤1,0
PENETRACIÓN RETENIDA	1426	%	≥60	≥60	≥60	≥60	≥60	≥60
INCREMENTO DEL PUNTO DE REBLANDECIMIENTO	1427	°C	≤8	≤8	≤10	≤10	≤10	≤10
DISMINUCIÓN DEL PUNTO DE REBLANDECIMIENTO	1427	°C	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5



## ARTÍCULO 25.13.- EMULSIONES BITUMINOSAS

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se definen como emulsiones bituminosas las dispersiones de pequeñas partículas de un ligante hidrocarbonado y, eventualmente, un polímero en una solución de agua y un agente emulsionante.

02.- A efectos de aplicación de este Pliego, se consideran para su empleo las emulsiones bituminosas catiónicas, en las que las partículas del ligante hidrocarbonado tienen una polaridad positiva.

### 2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- UNE-EN 13808. Especificaciones de las emulsiones bituminosas catiónicas.

02.- Artículo 214 "Emulsiones bituminosas" del PG-3 aprobado por la Orden FOM 2523/2014.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- 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, la empresa 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. Las emulsiones bituminosas catiónicas deberán llevar obligatoriamente el marcado CE, conforme a lo establecido en la UNE-EN 13808. 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. De forma explícita se prohíbe el uso de betunes asfálticos que contengan alquitranes u otras sustancias derivadas de la destilación de productos carbonosos -hulla u otros-, o betunes oxidados.

### 4.- DENOMINACIONES

01.- La denominación de las emulsiones bituminosas catiónicas modificadas o no, seguirá el siguiente esquema, de acuerdo con la UNE-EN 13808:

C	% ligante	B	P	F	C. Rotura	Aplicación
---	-----------	---	---	---	-----------	------------

Donde:

C designación relativa a que la emulsión bituminosa es catiónica.

% ligante contenido de ligante nominal (UNE-EN 1428).

B indicación de que el ligante hidrocarbonado es un betún asfáltico.

P se añadirá esta letra solamente en el caso de que la emulsión incorpore polímeros.

F se añadirá esta letra solamente en el caso de que se incorpore un contenido de fluidificante superior al 3%. Puede ser opcional indicar el tipo de fluidificante, siendo Fm (fluidificante mineral) o Fv (fluidificante vegetal).

C. rotura número de una cifra (de 2 a 10) que indica la clase de comportamiento a rotura (UNE-EN 13075-1).

Aplicación abreviatura del tipo de aplicación de la emulsión:

ADH riego de adherencia.

TER riego de adherencia (termoadherente).

CUR riego de curado.

IMP riego de imprimación.

MIC microaglomerado en frío.

REC reciclado en frío.

02.- A efectos de aplicación de este artículo, se emplearán las emulsiones bituminosas de las tablas 25.13.1 y 25.13.2, según corresponda. De acuerdo con su denominación, las características de dichas emulsiones bituminosas deberán cumplir las especificaciones de las tablas 25.13.3.a, 25.13.3.b, 25.13.4.a o 25.13.4.b, conforme a lo establecido en la UNE-EN 13808.

TABLA 25.13.1 – EMULSIONES CATIÓNICAS

DENOMINACIÓN UNE-EN 13808	APLICACIÓN
C60B3 ADH C60B2 ADH	Riesgos de adherencia
C60B3 TER C60B2 TER	Riesgos de adherencia (termoadherente)
C60BF4 IMP C50BF4 IMP	Riesgos de imprimación
C60B3 CUR C60B2 CUR	Riesgos de curado
C60B4 MIC C60B5 MIC	Microaglomerados en frío
C60B5 REC	Reciclados en frío

TABLA 25.13.2 – EMULSIONES CATIÓNICAS MODIFICADAS

DENOMINACIÓN UNE-EN 13808	APLICACIÓN
C60BP3 ADH C60BP2 ADH	Riesgos de adherencia
C60BP3 TER C60BP2 TER	Riesgos de adherencia (termoadherente)
C60BP4 MIC C60BP5 MIC	Microaglomerados en frío

## 5.- TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

01.- Las emulsiones bituminosas se transportarán en cisternas ordinarias, sin aislamiento ni sistema de calefacción, incluso en las empleadas normalmente para el transporte de otros líquidos, siempre que antes

de su carga estén completamente limpias. Las cisternas dispondrán de un elemento adecuado para la toma de muestras.

02.- La emulsión bituminosa se almacenarán en uno o varios tanques, adecuadamente aislados entre sí, que deberán estar provistos de bocas de ventilación para evitar que trabajen a presión, y que contarán con los aparatos de medida y seguridad necesarios, situados en puntos de fácil acceso. Asimismo, dispondrán de un elemento adecuado para la toma de muestras.

03.- Las emulsiones bituminosas de rotura lenta (clase de rotura 4 y 5), para microaglomerados y reciclados en frío, se transportarán en cisternas completas o, al menos al 90% de su capacidad, preferiblemente a temperatura ambiente y siempre a una temperatura inferior a 50 °C, para evitar posibles roturas parciales de la emulsión durante el transporte.

04.- En emulsiones de rotura lenta y en las termoadherentes que vayan a estar almacenadas más de 7 días, será preciso asegurar su homogeneidad previamente a su empleo, con un sistema de agitación y recirculación, u otro método aprobado por la Dirección de las Obras.

05.- Cuando los tanques de almacenamiento no dispongan de medios de carga propios, las cisternas empleadas para el transporte de emulsión bituminosa estarán dotadas de medios neumáticos o mecánicos para el trasiego rápido de su contenido a los mismos. Cuando se empleen bombas de trasiego serán preferibles las de tipo rotativo a las centrífugas.

06.- Todas las tuberías directas y bombas utilizadas para el trasiego de la emulsión bituminosa, desde la cisterna de transporte al tanque de almacenamiento y de éste al equipo de aplicación en obra o mezclador, deberán estar dispuestas de modo que se puedan limpiar fácil y perfectamente después de cada aplicación y/o jornada de trabajo.

07.- La Dirección de las Obras comprobará, con la frecuencia que crea necesaria, los sistemas de transporte y trasiego y las condiciones del almacenamiento en todo cuanto pudiera afectar a la calidad del material; y de no ser de su conformidad, suspenderá la utilización del contenido del bidón, tanque o cisterna correspondiente hasta la comprobación de las características que estime conveniente, de entre las indicadas en los cuadros 25.13.3.a, 25.13.3.b, 25.13.4.a y 25.13.4.b.

## 5.- RECEPCIÓN E IDENTIFICACIÓN

01.- Cada cisterna de emulsión bituminosa que llegue a obra irá acompañada de un albarán y la información relativa al etiquetado y marcado CE de la UNE-EN 13808.

02.- El albarán contendrá explícitamente los siguientes datos:

- Nombre y dirección de la empresa suministradora.
- Fecha de fabricación y de suministro.
- Identificación del vehículo que lo transporta.
- Cantidad que se suministra.
- Denominación comercial, si la hubiese, y tipo de emulsión bituminosa suministrado, de acuerdo con la denominación especificada en el presente artículo.
- Nombre y dirección del comprador y del destino.
- Referencia del pedido.

03.- El etiquetado y marcado CE deberá incluir la siguiente información:

- Símbolo de marcado CE.
- Número de identificación del organismo de certificación.

- Nombre o marca distintiva de identificación y dirección registrada del fabricante.
- Las dos últimas cifras del año de su primera colocación.
- Número de referencia de la Declaración de Prestaciones.
- Referencia a la norma europea EN 13808.
- Descripción del producto: nombre genérico, tipo y uso previsto.
- Información sobre las características esenciales de la emulsión incluidas en la UNE-EN 13808.
  - Viscosidad (tiempo de fluencia, UNE-EN 12846-1).
  - Efecto del agua sobre la adhesión del ligante (adhesividad, UNE EN 13614).
  - Comportamiento a rotura (índice de rotura, UNE-EN 13075-1 y en su caso, estabilidad en la mezcla con cemento, UNE-EN 12848).
- Características del ligante residual por evaporación (UNE-EN 13074-1):
  - Consistencia a temperatura de servicio intermedia (penetración a 25°C, UNE-EN 1426).
  - Consistencia a temperatura de servicio elevada (punto de reblandecimiento, UNE-EN 1427).
  - Cohesión para el ligante residual en emulsiones bituminosas modificadas (ensayo del péndulo, UNE-EN 13588).
- Características del ligante residual por evaporación (UNE-EN 13074-1), seguido de estabilización (UNE-EN 13074-2):
  - Durabilidad de la consistencia a temperatura de servicio intermedia (penetración retenida, UNE-EN 1426).
  - Durabilidad de la consistencia a temperatura de servicio elevada (incremento del punto de reblandecimiento, UNE-EN 1427).
  - Durabilidad de la cohesión en emulsiones bituminosas modificadas (ensayo del péndulo, UNE-EN 13588).

04.- El suministrador deberá entregar un certificado, en su caso proporcionado por el fabricante, de que la emulsión no contiene en su composición alquitranes u otras sustancias derivadas de la destilación de productos carbonosos, ni tampoco betunes oxidados.

## 6.- CONTROL DE CALIDAD

### 6.1.- Control de recepción

01.- Para el control de recepción se llevará a cabo la verificación documental de que los valores declarados en la información que acompaña al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este Pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, la Dirección 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. En este caso se seguirán los criterios que se indican a continuación.

02.- De cada cisterna de emulsión bituminosa que llegue a la obra se tomarán 2 muestras de, al menos, 2 kg, según la norma UNE-EN 58, en el momento del trasvase del material de la cisterna al tanque de almacenamiento.

03.- Sobre una de las muestras se realizarán los siguientes ensayos:

- Carga de partículas, según la UNE-EN 1430.
- Propiedades perceptibles, según la UNE-EN 1425.
- Índice de rotura, según la UNE-EN 13075-1.

- Contenido de agua, según la UNE-EN 1428.
- Tamizado, según la UNE-EN 1429.
- Tiempo de fluencia, según la UNE-EN 12846-1.

04.- La otra muestra se conservará durante, al menos, 15 días para realizar ensayos de contraste si fueran necesarios.

05.- En cualquier caso, el PPTP o la Dirección de las Obras podrán fijar otro criterio adicional para el control de recepción de las cisternas.

#### 6.2.- Control en el momento de empleo

01.- Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 6.4 del presente artículo, en bloque, a la cantidad de 30 t o fracción diaria de emulsión bituminosa, excepto en el caso de emulsiones empleadas en riegos de adherencia, imprimación y curado, en cuyo caso se considerará como lote la fracción semanal. En cualquier caso, el PPTP o la Dirección de las Obras podrán fijar otro tamaño de lote.

02.- De cada lote se tomarán 2 muestras de, al menos, 2 kg, según la norma UNE-EN 58, a la salida del tanque de almacenamiento.

03.- Sobre una de las muestras se realizarán los siguientes ensayos:

- Carga de partículas, según la UNE-EN 1430.
- Propiedades perceptibles, según la UNE-EN 1425.
- Índice de rotura, según la UNE-EN 13075-1.
- Contenido de agua, según la UNE-EN 1428.
- Tamizado, según la UNE-EN 1429.
- Tiempo de fluencia, según la UNE-EN 12846-1.

04.- Y la otra se conservará durante, al menos, 15 días para realizar ensayos de contraste si fueran necesarios.

#### 6.3.- Control adicional

01.- Una vez cada mes y como mínimo 3 veces, durante la ejecución de la obra, por cada tipo y composición de emulsión bituminosa, y cuando lo indique el PPTP o la Dirección de las Obras en el uso de sus atribuciones, se realizarán los ensayos necesarios para la comprobación de las características reseñadas en los cuadros 25.13.3.a, 25.13.3.b, 25.13.4.a y 25.13.4.b, con el objeto de evitación de posibles anomalías que pudieran haber sucedido durante el transporte y/o almacenamiento de los materiales.

02.- Si la emulsión bituminosa hubiese estado almacenada, en condiciones atmosféricas normales, durante un plazo superior a 15 días, antes de su empleo, se realizarán, como mínimo, sobre 2 muestras, una de la parte superior y otra de la inferior del tanque de almacenamiento, el ensayo de tamizado, según la UNE-EN 1429 y el ensayo de contenido de betún asfáltico residual según la UNE-EN 1428. Si no cumpliera lo establecido para esta característica, se procederá a su homogeneización y realización de nuevos ensayos, o a su retirada. Este plazo de 15 días, se reducirá a 7 días en el caso de emulsiones de rotura lenta y de emulsiones termoadherentes.

03.- En condiciones atmosféricas desfavorables o en situaciones de obra anormales, la Dirección de las Obras podrá disminuir el plazo anteriormente indicado, para la comprobación de las condiciones de almacenamiento de la emulsión bituminosa.

04.- Además de lo anteriormente establecido, cuando la Dirección de las Obras lo considere conveniente, se llevarán a cabo los ensayos necesarios para la comprobación de las características que estime necesarias, de entre las especificadas en los cuadros 25.13.1 y 25.13.2.

#### 6.4.- Criterios de aceptación y rechazo

01.- La Dirección de las Obras indicará las medidas a adoptar en el caso de que la emulsión bituminosa no cumpla alguna de las especificaciones establecidas en los cuadros en los cuadros 25.13.3.a, 25.13.3.b, 25.13.4.a y 25.13.4.b.

#### 7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de la emulsión bituminosa se realizarán según lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, la emulsión bituminosa se abonará por toneladas acopiadas.

CUADRO 25.13.3.a.- ESPECIFICACIONES DE EMULSIONES BITUMINOSAS CATIONICAS.

Denominación UNE-EN 13808			C60B3 ADH	C60B3 TER	C60B3 CUR	C60BF4 IMP	C50BF4 IMP	C60B4 MIC	C60B5 REC
CARACTERÍSTICAS	UNE-EN	UNIDAD	Ensayos sobre emulsión original						
ÍNDICE DE ROTURA	13075-1		70-155 <sup>(1)</sup> Clase 3	70-155 <sup>(3)</sup> Clase 3	70-155 <sup>(4)</sup> Clase 3	110-195 Clase 4	110-195 Clase 4	110-195 <sup>(6)</sup> Clase 4	>170 Clase 5
CONTENIDO DE LIGANTE (por contenido de agua)	1428	%	58-62 Clase 6	58-62 Clase 6	58-62 Clase 6	58-62 Clase 6	48-52 Clase 4	58-62 Clase 6	58-62 Clase 6
CONTENIDO EN FLUIDIFICANTE POR DESTIÑACIÓN	1431	%	≤2,0 Clase 2	≤2,0 Clase 2	≤2,0 Clase 2	≤2,0 Clase 2	5-15 Clase 7	≤2,0 Clase 2	≤2,0 Clase 2
TIEMPO DE FLUENCIA (2 mm, 40°C)	12846-1	s	40-130 <sup>(2)</sup> Clase 4	40-130 <sup>(2)</sup> Clase 4	40-130 <sup>(2)</sup> Clase 4	15-70 <sup>(5)</sup> Clase 3	15-70 <sup>(5)</sup> Clase 3	15-70 <sup>(7)</sup> Clase 3	15-70 <sup>(8)</sup> Clase 3
RESIDUO DE TAMIZADO (por tamiz 0,5 mm)	1429	%	≤0,1 Clase 2	≤0,1 Clase 2	≤0,1 Clase 2	≤0,1 Clase 2	≤0,1 Clase 2	≤0,1 Clase 2	≤0,1 Clase 2
TENDENCIA A LA SEDIMENTACIÓN (7 días)	12847	%	≤10 Clase 3	≤10 Clase 3	≤10 Clase 3	≤10 Clase 3	≤10 Clase 3	≤10 Clase 3	≤10 Clase 3
ADHESIVIDAD	13614	%	≥90 Clase 3	≥90 Clase 3	≥90 Clase 3	≥90 Clase 3	≥90 Clase 3	≥90 Clase 3	≥90 Clase 3

(1) Con tiempo frío se recomienda un índice de rotura < 110 (Clase 2). En este caso, la emulsión se denominará C60B2 ADH

(2) Cuando la dotación sea más baja, se podrá emplear un tiempo de fluencia de 15-70 s (Clase 3)

(3) Con tiempo frío se recomienda un índice de rotura < 110 (Clase 2). En este caso, la emulsión se denominará C60B2 TER

(4) Con tiempo frío se recomienda un índice de rotura < 110 (Clase 2). En este caso, la emulsión se denominará C60B2 CUR

(5) Se admite un tiempo de fluencia ≤20 s (Clase 2) para emulsiones de alto poder de penetración, en base a su menor viscosidad, permiten una imprimación más eficaz de la base granular.

(6) Con temperaturas altas y/o áridos muy reactivos, se recomienda un índice de rotura > 170 (Clase 5) por su mayor estabilidad. En este caso, la emulsión se denominará C60B5 MIC

(7) Se podrá emplear un tiempo de fluencia de 40-130 s (Clase 4) especialmente cuando los áridos presenten una humedad elevada

(8) Se podrá emplear un tiempo de fluencia de 40-130 s (Clase 4) especialmente cuando los materiales a reciclar presenten una humedad elevada

CUADRO 25.13.3.b.- ESPECIFICACIONES DE BETÚN ASFÁLTICO RESIDUAL.

DENOMINACIÓN UNE-EN 13808			C60B3 ADH	C60B3 TER	C60B3 CUR	C60BF4 IMP	C50BF4 IMP	C60B4 MIC	C60B5 REC
CARACTERÍSTICAS	UNE-EN	UNIDAD	Ensayos sobre el ligante residual						
Residuo por evaporación (UNE-EN 13074-1)									
PENETRACIÓN 25°C	1426	0,1mm	≤ 330 <sup>(9)</sup> Clase 7	≤ 50 <sup>(10)</sup> Clase 2	≤ 330 <sup>(9)</sup> Clase 7	≤ 330 Clase 7	≤ 330 Clase 7	≤ 100 Clase 3	≤ 330 Clase 7
PENETRACIÓN 25°C	1426	0,1mm				> 300 <sup>(11)</sup> Clase 10	> 300 <sup>(11)</sup> Clase 10		
PUNTO DE REBLANDECIMIENTO	1427	°C	≥ 35 <sup>(9)</sup> Clase 8	≥ 50 Clase 4	≥ 35 <sup>(9)</sup> Clase 8	≥ 35 <sup>(11)</sup> Clase 8	≥ 35 <sup>(11)</sup> Clase 8	≥ 43 Clase 6	≥ 35 Clase 6
Residuo por evaporación (UNE-EN 13074-1), seguido de estabilización (UNE-EN 13074-2)									
PENETRACIÓN 25°C	1426	0,1mm	≤ 220 <sup>(9)</sup> Clase 7	≤ 50 Clase 2	≤ 220 <sup>(9)</sup> Clase 5	≤ 220 Clase 5	≤ 270 Clase 6	≤ 100 Clase 3	≤ 270 Clase 6
PUNTO DE REBLANDECIMIENTO	1427	°C	≥ 35 <sup>(9)</sup> Clase 8	≥ 50 Clase 4	≥ 35 <sup>(9)</sup> Clase 8	≥ 35 Clase 8	≥ 35 Clase 8	≥ 43 Clase 6	≥ 35 Clase 8

DV: Valor declarado por el fabricante

(9) Para emulsiones fabricadas con betunes más duros, se admite una penetración ≤150 décimas de milímetro (Clase 4) y un punto de reblandecimiento ≥43 °C (Clase 6)

(10) Con temperatura ambiente alta es aconsejable emplear residuos de penetración



CUADRO 25.13.4.a.- ESPECIFICACIONES DE EMULSIONES BITUMINOSAS CATIONICAS MODIFICADAS.

Denominación UNE-EN 13808			C60BP3 ADH	C60BP3 TER	C60BP4 MIC
CARACTERÍSTICAS	UNE-EN	UNIDAD	Ensayos sobre emulsión original		
ÍNDICE DE ROTURA	13075-1		70-155 <sup>(1)</sup> Clase 3	70-155 <sup>(3)</sup> Clase 3	110-195 <sup>(4)</sup> Clase 3
CONTENIDO DE LIGANTE (por contenido de agua)	1428	%	58-62 Clase 6	58-62 Clase 6	58-62 Clase 6
CONTENIDO EN FLUIDIFICANTE POR DESTIÑACIÓN	1431	%	≤2,0 Clase 2	≤2,0 Clase 2	≤2,0 Clase 2
TIEMPO DE FLUENCIA (2 mm, 40°C)	12846-1	s	40-130 (2) Clase 4	40-130 (2) Clase 4	15-70 (5) Clase 4
RESIDUO DE TAMIZADO (por tamiz 0,5 mm)	1429	%	≤0,1 Clase 2	≤0,1 Clase 2	≤0,1 Clase 2
TENDENCIA A LA SEDIMENTACIÓN (7 días)	12847	%	≤10 Clase 3	≤10 Clase 3	≤10 Clase 3
ADHESIVIDAD	13614	%	≥90 Clase 3	≥90 Clase 3	≥90 Clase 3

(1) Con tiempo frío se recomienda un índice de rotura < 110 (Clase 2). En este caso, la emulsión se denominará C60BP2 ADH

(2) Cuando la dotación sea más baja, se podrá emplear un tiempo de fluencia de 15-70 s (Clase 3)

(3) Con tiempo frío se recomienda un índice de rotura < 110 (Clase 2). En este caso, la emulsión se denominará C60BP2 TER

(4) Con temperaturas altas y/o áridos muy reactivos, se recomienda un índice de rotura > 170 (Clase 5) por su mayor estabilidad. En este caso, la emulsión se denominará C60BP5 MIC

(5) Se podrá emplear un tiempo de fluencia de 40-130 s (Clase 4) especialmente cuando los áridos presenten una humedad elevada

CUADRO 25.13.4.b.- ESPECIFICACIONES DE LIGANTE RESIDUAL.

DENOMINACIÓN UNE-EN 13808			C60BP3 ADH	C60BP3 TER	C60BP4 MIC
CARACTERÍSTICAS	UNE-EN	UNIDAD	Ensayos sobre el ligante residual		
<b>Residuo por evaporación (UNE-EN 13074-1)</b>					
PENETRACIÓN 25°C	1426	0,1mm	≤ 330 <sup>(6)</sup> Clase 7	≤ 50 <sup>(7)</sup> Clase 2	≤ 100 Clase 3
PUNTO DE REBLANDECIMIENTO	1427	°C	≥ 35 <sup>(6)</sup> Clase 8	≥ 55 Clase 3	≥ 50 Clase 4
COHESIÓN POR EL ENSAYO DEL PÉNDULO	13588	J/cm2	≥ 0,5 Clase 6	≥ 0,5 Clase 6	≥ 0,5 Clase 6
RECUPERACIÓN ELÁSTICA, 25°C	13588	%	DV Clase 1	≥ 50 Clase 5	≥ 50 Clase 5
<b>Residuo por evaporación (UNE-EN 13074-1), seguido de estabilización (UNE-EN 13074-2)</b>					
PENETRACIÓN 25°C	1426	0,1mm	≤ 220 <sup>(6)</sup> Clase 5	≤ 50 Clase 2	≤ 100 Clase 3
PUNTO DE REBLANDECIMIENTO	1427	°C	≥ 43 <sup>(6)</sup> Clase 6	≥ 55 Clase 3	≥ 50 Clase 4
COHESIÓN POR EL ENSAYO DEL PÉNDULO	13588	J/cm2	≥ 0,5 Clase 6	≥ 0,5 Clase 6	≥ 0,5 Clase 6
RECUPERACIÓN ELÁSTICA, 25°C	13588	%	≥ 50 Clase 5	DV Clase 1	DV Clase 1

DV: Valor declarado por el fabricante

(6) Para emulsiones fabricadas con betunes más duros, se admite una penetración ≤150 décimas de milímetro (Clase 4) y un punto de reblandecimiento ≥43 °C (Clase 6). Tras evaporación y seguido de estabilización, se admite una penetración ≤100 décimas de milímetro (Clase 3) y un punto de reblandecimiento ≥50 °C (Clase 4)

(7) Con temperatura ambiente alta es aconsejable emplear residuos de penetración < 30 décimas de milímetro (Clase 1).

## ARTÍCULO 25.14.- BETUNES CON CAUCHO

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se definen como betunes asfálticos con caucho a los ligantes hidrocarbonados resultantes de la interacción física y/o química de polvo de caucho con un betún asfáltico de los definidos en el artículo 25.11 "Betunes asfálticos".

02.- Se consideran comprendidos, dentro de este artículo, los betunes con caucho suministrados a granel y los que se fabriquen en el lugar de empleo, en instalaciones específicas independientes. Quedan excluidos los obtenidos a partir de adiciones incorporadas a los áridos o en el mezclador de la planta de fabricación de la unidad de obra de la que formen parte.

03.- La incorporación esencial para la obtención de estos betunes deberá ser polvo de caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU), aunque se autoriza el empleo de otros productos elastoméricos, al objeto de mejorar y garantizar sus propiedades.

### 2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- ORDEN CIRCULAR 21/2007 Sobre el uso y especificaciones que deben cumplir los ligantes y mezclas bituminosas que incorporen caucho procedente de neumáticos fuera de uso.

02.- ORDEN CIRCULAR 21bis/2009 Sobre betunes mejorados y betunes modificados de alta viscosidad con caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU) y criterios a tener en cuenta para su fabricación in situ y almacenamiento en obra.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- En función de las características finales del betún se distinguen tres clases de betunes con caucho:

- Betunes modificados de alta viscosidad con caucho (BMAVC): Presenta una alta viscosidad y cumple las especificaciones establecidas en el cuadro 25.14.1.
- Betunes modificados con caucho (BMC): Cumplen las especificaciones indicadas en el artículo 25.12 "Betunes asfálticos modificados con polímeros".
- Betunes mejorados con caucho (BC): Cumplen con las especificaciones establecidas en el cuadro 25.14.2 e incumplen las indicadas en el artículo 25.12.

### 4.- CARACTERÍSTICAS

#### 4.1.- Betunes modificados de alta viscosidad con caucho

01.- Los betunes modificados de alta viscosidad con caucho (BMAVC) se podrán emplear en aplicaciones específicas en las que se requiera resistencia muy alta a la fisuración por reflexión de grietas de las capas inferiores, en firmes con bases tratadas con cemento y en pavimentos de hormigón que presentan esta tipología de deterioro, haciendo previamente los estudios técnicos que analicen y comparen las diferentes soluciones posibles.



CUADRO 25.14.1.- ESPECIFICACIONES DE LOS BMAVC

Característica		Norma de referencia	Unidad	BMAVC-1	BMAVC-2	BMAVC-3
<b>Betún original</b>						
Penetración, 25°C		UNE EN 1426	0,1 mm	15-30	35-50	55-70
Punto de reblandecimiento		UNE EN 1427	°C	≥ 75	≥ 70	≥ 70
Punto de fragilidad Fraass		UNE EN 12593	°C	≤ -4	≤ -8	≤ -15
Fuerza ductilidad (5cm/min)	5°C	UNE EN 13589	J/cm <sup>2</sup>	--	≥ 2	≥ 3
	10°C	UNE EN 13703		≥ 2	--	--
Consistencia (Flotador a 60°C)		NLT 183	s	≥ 3000		
Viscosidad dinámica	135°C	UNE EN 13302	mPa.s		≤ 7500	≤ 5000
	170°C			≥ 2000	≥ 1200	≥ 800
Recuperación elástica		UNE EN 13398	%	≥ 10	≥ 20	≥ 30
Estabilidad al almacenamiento (*)	Diferencia de anillo y bola	UNE EN 13399	°C	≤ 5		
	Diferencia de penetración		0,1 mm	≤ 20		
Punto de inflamación v/a		UNE EN ISO 2592	°C	≥ 235		
<b>Residuo del ensayo de película fina y rotatoria UNE EN 12607-1</b>						
Variación de masa		UNE EN 12607-1	%	≤ 0,8	≤ 0,8	≤ 1,0
Penetración retenida		UNE EN 1426	%p.o.	≥ 60		
Variación del Punto de Reblandecimiento		UNE EN 1427	°C	min -4 máx +10		min -5 máx +12

(\*) Para ligantes que no se fabriquen "in situ".

#### 4.2.- Betunes modificados con caucho

01.- Tendrán la misma consideración que un betún de penetración que cumpla el artículo 25.12, siempre que cumplan con todas las especificaciones incluidas en dicho artículo y en especial con el cuadro de características 25.12.1.

02.- Para su identificación, control y certificación a la denominación empleada para los betunes del artículo 25.12 se le añadirá la letra C (BCM), para indicar que el agente modificador es caucho procedente de NFU.

#### 4.3.- Betunes mejorados con caucho

01.- Tendrán la misma consideración que un betún de penetración que cumpla el artículo 25.11.

02.- Estos ligantes se denominarán añadiendo una C a la letra B actualmente utilizada para designar los betunes asfálticos del artículo 25.11.

CUADRO 25.14.2.- ESPECIFICACIONES DE LOS BC

Característica		Norma de referencia	Unidad	BC 35/50	BC 50/70
<b>Betún original</b>					
Penetración, 25°C		UNE EN 1426	0,1 mm	35-50	50-70
Punto de reblandecimiento anillo y bola		UNE EN 1427	°C	≥ 58	≥ 53
Punto de fragilidad Fraass		UNE EN 12593	°C	≤ -5	≤ -8
Fuerza ductilidad (5cm/min)	5°C	UNE EN 13589 UNE EN 13703	J/cm <sup>2</sup>	≥ 0,5	
Recuperación elástica a 25°C		UNE EN 13398	%	≥ 10	
Estabilidad al almacenamiento (*)	Diferencia anillo y bola	UNE EN 13399	°C	≤ 10	
	Diferencia de penetración		0,1 mm	≤ 8	≤ 10
Solubilidad		UNE EN 12592	%	≥ 92	
Punto de inflamación v/a		UNE EN ISO 2592	°C	≥ 235	
<b>Residuo del ensayo de película fina y rotatoria UNE EN 12607-1</b>					
Variación de masa		UNE EN 12607-1	%	≤ 1,0	
Penetración retenida		UNE EN 1426	%p.o.	≥ 65	≥ 60
Variación del Punto de Reblandecimiento		UNE EN 1427	°C	min -4 máx +8	min -5 máx +10

(\*) Para ligantes que no se fabriquen "in situ".

## 5.- FABRICACIÓN, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

### 5.1.- Betunes modificados de alta viscosidad con caucho

01.- Se realizará según lo dispuesto en la normativa técnica incluida en el apartado 2 de este artículo.

### 5.2.- Betunes modificados con caucho

01.- Se realizará según lo dispuesto en el artículo 25.12 de este Pliego.

### 5.3.- Betunes mejorados con caucho

01.- Se realizará según lo dispuesto en el artículo 25.11 de este Pliego.

## 6.- IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

### 6.1.- Betunes modificados de alta viscosidad con caucho

01.- Se realizará según lo dispuesto en la normativa técnica incluida en el apartado 2 de este artículo. Se deberá declarar el contenido de caucho reciclado, que no deberá ser inferior al 12%.

**6.2.- Betunes modificados con caucho**

01.- Se realizará según lo dispuesto en el artículo 25.12 de este Pliego. Se deberá declarar el contenido de caucho reciclado, que no deberá ser inferior al 10%.

**6.3.- Betunes mejorados con caucho**

01.- Se realizará según lo dispuesto en el artículo 25.11 de este Pliego. Se deberá declarar el contenido de caucho reciclado, que no deberá ser inferior al 6%.

**7.- CONTROL DE RECEPCIÓN**

**7.1.- Betunes modificados de alta viscosidad con caucho**

01.- Se realizará según lo dispuesto en la normativa técnica incluida en el apartado 2 de este artículo.

**7.2.- Betunes modificados con caucho**

01.- Se realizará según lo dispuesto en el artículo 25.12 de este Pliego.

**7.3.- Betunes mejorados con caucho**

01.- Se realizará según lo dispuesto en el artículo 25.11 de este Pliego.

**8.- MEDICIÓN Y ABONO**

01.- La medición y el abono del betún asfáltico modificado con polímeros se realizarán según lo indicado en el PPTP para la unidad de obra de la que forme parte.

02.- En acopios, el betún asfáltico modificado con polímeros se abonará por toneladas acopiadas.

## Sección 2.<sup>a</sup>

### VARIOS

## ARTÍCULO 25.21.- LÁMINAS ASFÁLTICAS

### 1.- DEFINICIONES

01.- Las láminas asfálticas son productos prefabricados laminares, cuya base impermeabilizante es de tipo bituminoso, destinados a formar parte principal de la impermeabilización, como sistema monocapa (compuestos por una sola lámina), o multicapa (compuestos por varias láminas) combinadas con ellas mismas, o con materiales de unión e imprimaciones.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Código Técnico de la Edificación.

#### 2.2.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- EN 13707. Láminas flexibles para la impermeabilización. Láminas bituminosas con armadura para impermeabilización de cubiertas. Definiciones y características.

02.- UNE-EN 13859-1. Láminas flexibles para impermeabilización. Definiciones y características de las láminas auxiliares. Parte 1: Láminas auxiliares para cubiertas con elementos discontinuos.

03.- EN 13859-2. Láminas flexibles para impermeabilización. Definiciones y características de las láminas auxiliares. Parte 2: Láminas auxiliares para muros.

04.- EN 13969. Láminas flexibles para impermeabilización. Membranas bituminosas aislantes incluyendo las membranas bituminosas para el basamento de tanques. Definiciones y características.

05.- EN 13970. Láminas flexibles para impermeabilización. Capas base bituminosas para el control del vapor de agua. Definiciones y características.

06.- EN 14695. Láminas flexibles para impermeabilización. Impermeabilización de tableros de puente de hormigón y otras superficies de hormigón para tráfico de vehículos. Definiciones y características.

07.- EN 14967. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas anticapilaridad bituminosas. Definiciones y características.

#### 2.3.- Normas básicas de referencia

01.- UNE 104204. Impermeabilización. Materiales bituminosos y bituminosos modificados. Armaduras.

02.- UNE 104232-1. Impermeabilización. Materiales bituminosos y bituminosos modificados. Características de los másticos bituminosos.

03.- UNE 104232-2. Impermeabilización. Materiales bituminosos y bituminosos modificados. Másticos bituminosos modificados.

04.- UNE 104244. Impermeabilización. Materiales bituminosos y bituminosos modificados. Láminas de alquitrán modificado con polímeros

### 3.- COMPOSICIÓN

01.- Las láminas asfálticas para impermeabilización están constituidas por un producto bituminoso con o sin armadura y eventualmente, material de terminación.

02.- Se consideran productos bituminosos a los que contienen en su composición: asfaltos naturales, betunes asfálticos de penetración, betunes asfálticos de oxidación, alquitranes o breas. Se denomina mástico bituminoso al componente impermeabilizante de la lámina.

03.- Se denominan armaduras aquellos materiales cuya finalidad es dar resistencia mecánica al conjunto laminar y servir como soporte al material impermeabilizante. Los tipos más frecuentemente utilizados son los siguientes:

- Fielto de fibra de vidrio.
- Tejido de fibra de vidrio.
- Film de polietileno.
- Fielto de poliéster.

04.- Se denominan materiales de terminación a aquellos que se usan como acabado superficial de las láminas bituminosas o bituminosas modificadas. Pueden ser de dos tipos: material de protección y material antiadherente. El primero sirve para protegerlas de la acción de la intemperie y permitir así su colocación en obra sin necesidad de una protección adicional. El segundo sirve para impedir que las láminas se adhieran al ser enrolladas, durante su almacenamiento o transporte. Los materiales de protección se clasifican en:

- Gránulos minerales (pizarra o gránulos cerámicos).
- Hojas metálicas (aluminio o cobre).

05.- Los materiales antiadherentes pueden ser de plástico o arena fina.

#### 3.1.- Tipos de armaduras

##### 3.1.1.- Armaduras de fieltro de poliéster

01.- Las armaduras de fieltro de poliéster aportan prestaciones mecánicas a la lámina bituminosa.

02.- Cuando las armaduras de fieltro de poliéster llevan incorporados refuerzos de fibra de vidrio le aporta al producto, además de prestaciones mecánicas, una gran estabilidad dimensional.

03.- El gramaje de la armadura de poliéster dependerá del uso de la lámina bituminosa. Las láminas usadas como única lámina en un sistema monocapa y las láminas superiores de sistemas bicapa deben disponer de una armadura de fieltro de poliéster de gran gramaje. Las láminas utilizadas como lámina inferior en sistemas bicapa pueden disponer de armaduras de menor gramaje (gramaje inferior a los 160 g/m<sup>2</sup>).

##### 3.1.2.- Armaduras de fieltro de fibra de vidrio

01.- Estas armaduras no aportan prestaciones mecánicas a la lámina bituminosa, pero sí estabilidad dimensional.

02.- Las láminas con armadura de fieltro de fibra de vidrio se usan como lámina inferior en sistemas bicapa.



#### 4.- CLASIFICACIÓN

##### 4.1.- Láminas bituminosas de oxiasfalto

01.- Son láminas constituidas por una o varias armaduras, recubrimientos bituminosos, material antiadherente y ocasionalmente una protección.

##### 4.2.- Láminas de oxiasfalto modificado

01.- Son láminas constituidas por una o varias armaduras, recubrimientos bituminosos a base de oxiasfalto modificado, material antiadherente plástico, y ocasionalmente una protección.

##### 4.3.- Láminas de betún asfáltico modificado con elastómeros

01.- Son láminas constituidas por una o varias armaduras, recubrimientos bituminosos a base de betún asfáltico modificado con elastómeros, material antiadherente y, ocasionalmente, una protección.

02.- Se denomina mástico de betún modificado con elastómeros al betún de destilación ordinaria del petróleo que ha sido modificado mediante la adición de caucho termoplástico, en suficiente cantidad como para producir una matriz de caucho continua y estable, pudiendo contener cargas minerales compatibles (filler).

##### 4.4.- Láminas de betún asfáltico modificado con plastómeros

01.- Son láminas constituidas por una o varias armaduras, recubrimientos bituminosos, material antiadherente y, ocasionalmente, una protección.

02.- Se denomina mástico de betún modificado con plastómeros al betún de destilación ordinaria del petróleo que ha sido modificado mediante la adición de un componente termoplástico adecuado (poliolefina o copolímero de poliolefina), en suficiente cantidad como para producir una fase polimérica estable, pudiendo contener cargas minerales compatibles (filler).

##### 4.5.- Láminas extruidas de betún modificado con polímeros

01.- Son láminas constituidas por un recubrimiento bituminoso a base de betún modificado con polímeros, que ocasionalmente llevan un filtro de fibra de vidrio en la cara interna de la lámina, y que se fabrican por extrusión y calandrado.

##### 4.6.- Láminas de alquitrán modificado con polímeros

01.- Son láminas sin armaduras, constituidas por un recubrimiento bituminoso a base de alquitrán modificado con polímeros, plastificantes y otros materiales, tales como cargas minerales, que se fabrican por extrusión o calandrado.

##### 4.7.- Láminas con propiedades especiales

01.- Son láminas de los tipos definidos en los Apartados anteriores a las que se les da propiedades especiales (láminas antirraíz, láminas resistentes al fuego, etc.) tratándolas con productos adecuados al fin que se pretende, incorporándolos en la masa asfáltica.

## 5.- CARACTERÍSTICAS

01.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN correspondiente, para los requisitos siguientes:

- Láminas bituminosas para impermeabilización de cubiertas en la edificación (EN 13707):
  - o Comportamiento frente al fuego exterior (Clase según EN 13501-5)
  - o Reacción al fuego (clase según EN 13501-1)
  - o Estanqueidad al agua
  - o Propiedades de tracción
  - o Resistencia a la penetración de raíces (cuando se utiliza como barrera antirraíces en cubiertas ajardinadas)
  - o Resistencia a una carga estática (únicamente para aplicaciones monocapa o aplicaciones cubiertas)
  - o Resistencia al impacto (únicamente para aplicaciones monocapa o aplicaciones cubiertas)
  - o Resistencia al desgarro (por clavo) (para fijación mecánica)
  - o Resistencia de las juntas
  - o Durabilidad (para capas superiores y monocapas con protección ligera permanente o sin protección)
  - o Plegabilidad
  - o Sustancias peligrosas
- Láminas flexibles auxiliares para cubiertas con elementos discontinuos en edificación (EN 13859-1):
  - o Reacción al fuego
  - o Estanqueidad al agua
  - o Propiedades de tracción
  - o Resistencia al desgarro
  - o Flexibilidad a baja temperatura (plegabilidad)
  - o Durabilidad. Comportamiento frente al envejecimiento artificial respecto a:
    - Resistencia a la penetración de agua
    - Propiedades de tracción
- Sustancias peligrosas
- Láminas flexibles auxiliares para revestimientos exteriores de muros en edificación (EN 13859-2):
  - o Reacción al fuego
  - o Estanqueidad al agua
  - o Resistencia al vapor de agua
  - o Propiedades de tracción
  - o Resistencia al desgarro
  - o Flexibilidad a baja temperatura (plegabilidad)
  - o Durabilidad. Comportamiento frente al envejecimiento artificial respecto a:
    - Resistencia a la penetración de agua
    - Propiedades de tracción
  - o Sustancias peligrosas
- Láminas anticapilaridad bituminosas en edificios, incluyendo láminas bituminosas para la estanqueidad de estructuras enterradas (EN 13969):
  - o Reacción al fuego
  - o Estanquidad
  - o Resistencia al impacto
  - o Resistencia de la junta
  - o Flexibilidad a baja temperatura
  - o Resistencia a la tracción
  - o Resistencia a una carga estática
  - o Resistencia al desgarro
  - o Durabilidad
    - Estanquidad tras envejecimiento artificial

- Resistencia química
      - Sustancias peligrosas
- Láminas para el control del vapor de agua en la edificación (EN 13970):
  - Reacción al fuego
  - Estanquidad
  - Resistencia a la tracción
  - Resistencia al impacto
  - Resistencia de la junta
  - Flexibilidad a bajas temperaturas
  - Resistencia al desgarro
  - Durabilidad
    - Resistencia al vapor de agua tras la exposición al envejecimiento artificial
    - Resistencia química
  - Permeabilidad al vapor de agua
  - Sustancias peligrosas
- Láminas bituminosas armadas para impermeabilización de tableros de puente de hormigón y otras zonas de hormigón para tráfico de vehículos (EN 14695):
  - Estanquidad al agua
  - Resistencia a tracción
  - Resistencia de la unión
  - Aptitud al puenteo de fisuras
  - Compatibilidad
  - Flexibilidad a bajas temperaturas
  - Resistencia al pelado
  - Resistencia al impacto térmico
  - Resistencia a la perforación (compactación)
  - Durabilidad
  - Sustancias peligrosas

## 6.- SUMINISTRO E IDENTIFICACIÓN

01.- La lámina se presentará en rollos protegidos contra deterioros en el transporte y almacenamiento. Cada rollo llevará una etiqueta, en la que figurará como mínimo lo siguiente:

- a) Nombre y dirección del fabricante, marquista o distribuidor.
- b) El nombre comercial del producto.
- c) La longitud y la anchura nominales del producto, en metros (m).
- d) La masa nominal de producto por metro cuadrado (m<sup>2</sup>)
- e) El espesor nominal del producto, en milímetros (mm), excepto en las láminas bituminosas de oxiasfalto y en las de oxiasfalto modificado;
- f) La fecha de fabricación del producto.
- g) Las condiciones de almacenamiento del producto.
- h) En el caso de láminas con armadura, las siglas de la armadura principal y si tiene armadura complementaria, además, las de estas.

02.- Las láminas deben suministrarse en rollos de una anchura nominal de un metro (1 m) como mínimo; no se admiten diferencias entre la anchura efectiva y la nominal, por defecto ni por exceso, mayores del uno por ciento (1%), salvo para las láminas con armadura de película de polietileno o de poliéster, en las que se admite una diferencia máxima de uno con cinco por ciento (1,5%). La longitud nominal debe ser igual a cinco metros (5 m) como mínimo; la longitud efectiva no debe ser menor que la nominal. En cada partida no habrá más del tres por cien (3%) de rollos que contengan dos piezas y ninguno que contenga más de dos.

## 7.- TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

01.- Se seguirán las instrucciones dadas por el fabricante para la manipulación, transporte y almacenamiento de las láminas hasta su puesta en obra.

## 8.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Las láminas bituminosas impermeabilizantes deberán contar con Marcado CE y deberán cumplir los requisitos establecidos en las Normas EN correspondientes según el tipo y aplicación.

02.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

03.- Las láminas presentarán un aspecto uniforme y carecerán de defectos tales como agujeros (excepto las perforaciones características de las láminas perforadas), bordes desgarrados o no rectilíneos, roturas, grietas, protuberancias, hendiduras, etc., debiendo llevar al menos en una de sus caras un material antiadherente mineral o plástico para evitar su adherencia cuando las láminas están enrolladas.

04.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

05.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y en este PCTG.

06.- En el Proyecto se podrán especificar controles adicionales que se deberán realizar a la recepción del producto.

07.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

08.- Cuando la Dirección de Obra estime necesario comprobar alguna de las características físicas o químicas de algún producto mediante ensayos, estos deben realizarse de acuerdo con las Normas UNE correspondientes.

## 9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de las láminas se realizará de acuerdo con lo establecido en el PCTP para la unidad de obra de la que formen parte.

02.- En los acopios, las láminas se medirán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente almacenados en obra.

## **ARTÍCULO 25.22.- MASILLAS BITUMINOSAS PARA JUNTAS DE HORMIGÓN**

---

### 1- DEFINICIONES

01.- Masillas bituminosas para juntas de hormigón son materiales bituminosos no resistentes al queroseno que se emplean en el sellado de juntas con objeto de lograr la estanquidad de las mismas.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas básicas de referencia

01.- UNE 104233, Materiales bituminosos de sellado para juntas de hormigón.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Atendiendo a la forma de aplicación, las masillas se clasifican en:

- Tipo I: Masillas aplicadas en caliente.
- Tipo II: Masillas aplicadas en frío.

### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las masillas deben mantenerse adheridas a las paredes de la junta absorbiendo los movimientos de esta y conservando la estanquidad.

02.- La masilla no debe adherirse al material de relleno que se coloque como fondo de apoyo o tapón en el interior de la junta. Cuando se use material de aplicación en caliente tipo I en el resellado de juntas que contengan un producto distinto, se recomienda la limpieza a fondo de las mismas, extrayendo por inyección de aire comprimido el material que se desprenda. A continuación, deben tratarse las superficies de hormigón con nafta de petróleo u otro disolvente altamente volátil. Los compuestos que se empleen en frío para el sellado de juntas podrán aplicarse estando el hormigón endurecido o fresco. Antes de proceder al sellado de las juntas en sistemas de aplicación en frío, las superficies enfrentadas de los bloques de hormigón endurecido deberán limpiarse bien con aire a presión u otro procedimiento adecuado, para eliminar la presencia de polvo y otras sustancias extrañas.

03.- La duración máxima y las condiciones de almacenamiento, la manipulación, mezcla de componentes, limpieza y preparación de las paredes de la junta y la forma de colocación de la masilla deberán ser realizadas de acuerdo con las instrucciones que para ello estará obligado a dar el fabricante.

### 5.- MATERIALES

01.- Las masillas bituminosas estarán constituidas de betún con eventuales adiciones de cauchos, cargas minerales o filler, plastificantes u otros aditivos siempre que el producto resultante cumpla con las prescripciones de este PCTG y las del PCTP del Proyecto correspondiente.

### 6.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

01.- El fabricante de la masilla bituminosa fijará, para cada tipo de junta, la relación idónea entre el ancho de junta y la profundidad de sellado.

## 7.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

### 7.1.- Masillas aplicadas en caliente. Tipo I

01.- La temperatura de vertido de la masilla será, como máximo, diez grados centígrados (10°C) inferior a la temperatura de seguridad. Recibe el nombre de temperatura de seguridad la máxima temperatura a que puede calentarse el material para que cumpla el ensayo de fluencia. Se determina preparando una serie de probetas para el ensayo de fluencia, vertiendo el material de sellado en los moldes a temperaturas crecientes, con incrementos de diez grados centígrados (10°C) respecto de la de vertido anterior y observando a qué temperatura la probeta incumple el ensayo de fluencia.

02.- La penetración, realizada con cono según la Norma UNE 104281-4-2 a veinticinco grados centígrados (25°C), bajo carga de ciento cincuenta gramos (150 g) aplicada durante cinco segundos (5 s) no excederá las noventa décimas de milímetro (9 mm).

03.- La fluencia máxima a sesenta grados centígrados (60°C), determinada según la Norma UNE 104281-4-3, no excederá de cinco décimas de milímetro (0,5 mm).

04.- Se someterá al material a cinco (5) ciclos completos de adherencia a dieciocho grados centígrados bajo cero (-18°C) de acuerdo con la Norma UNE 104281. La aparición durante el ensayo de grietas o separaciones de profundidad superior a seis milímetros (6 mm) en la masilla o en la superficie entre esta y el material de la junta se considerará como fallo de la probeta. Un mínimo de dos (2) probetas, del grupo de tres (3) que representa al material, deberá pasar este ensayo. Si dos (2) o más probetas de la primera serie fallan, se repetirá el ensayo con una nueva serie de probetas, que se prepararán calentando el material a temperatura superior a la empleada en la preparación de la primera serie que no pasó este ensayo, pero dicha temperatura deberá ser siempre inferior en diez grados centígrados (10°C), como mínimo, a la de seguridad.

05.- En estado de fusión deberán presentar una consistencia uniforme tal que permita, por vertido, el llenado completo de la junta, evitando la formación de bolsas de aire o discontinuidades.

### 7.2.- Masillas aplicadas en frío. Tipo II

01.- La masilla se podrá aplicar fácilmente por vertido, a presión o extrusión a temperatura ambiente (23 ± 2°C) inmediatamente después de su preparación.

02.- La penetración, realizada con cono según la Norma UNE 104281-4-2, a veinticinco grados centígrados (25°C), bajo carga de ciento cincuenta gramos (150 g) durante cinco segundos (5 s) no excederá de doscientas treinta y cinco décimas de milímetros (23,5 mm).

03.- La fluencia máxima a sesenta grados centígrados (60°C) no excederá de cinco décimas de milímetro (0,5 mm). El ensayo se realizará según la Norma UNE 104281-4-3 después de mantener las probetas durante veinticuatro horas (24 h) a la temperatura ambiente (23 ± 2°C).

04.- Después de mantener el material durante cuarenta y ocho horas (48 h) al aire, se someterá a cinco ciclos completos de adherencia a menos dieciocho grados centígrados (-18°C). La aparición durante el ensayo de grietas o separaciones de profundidad superior a sesenta décimas de milímetro (0,6 mm) en el material o en el contacto de este con la superficie del bloque de mortero, se considerará como fallo de la probeta. Un mínimo de dos probetas del grupo de tres que representan un material dado deberá pasar el ensayo.

05.- El producto de sellado estará compuesto por uno o más componentes que se mezclan antes de su aplicación. La homogeneización de este producto deberá obtenerse fácilmente, por combinación de sus componentes, por agitación manual o mecánica, sin calentar el material a una temperatura superior a treinta y ocho grados centígrados (38°C) y mantendrá una consistencia adecuada para su aplicación, como mínimo, una hora después de su preparación.

#### 8.- CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

01.- El fabricante especificará la resistencia química de las masillas frente a los agentes agresivos que puedan darse en la vida de servicio de la junta.

#### 9.- DESIGNACIÓN

01.- Los materiales bituminosos de sellado para juntas de hormigón se designarán por las letras BH seguidas de un guion y un número romano indicativo del tipo al que pertenecen, haciendo referencia al número de la Norma UNE 104233.

#### 10.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- La toma de muestras para determinar las características generales y los métodos de ensayo, se efectuarán de acuerdo con la Norma UNE 104281-4-1).

#### 11.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## ARTÍCULO 25.23.- MORTEROS MÁSTICOS-BITUMINOSOS DE IMPERMEABILIZACIÓN

---

### 1.- DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

01.- Los morteros másticos bituminosos son sistemas constituidos por un agregado mineral fino rico en filler, fibras y un ligante bituminoso en forma de emulsión asfáltica.

02.- Los morteros pueden ser:

- De aplicación en frío
- De aplicación en caliente

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- EN 1504-2. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 2: Sistemas de protección superficial para el hormigón.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los morteros másticos-bituminosos deben contar con Mercado CE, de acuerdo con la Norma UNE-EN 1504-2.

02.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma UNE-EN 1504-2, para los requisitos siguientes:

- Retracción lineal (cuando proceda)
- Coeficiente de dilatación térmica (cuando proceda)
- Corte por enrejado (cuando proceda)
- Permeabilidad al CO<sub>2</sub>
- Permeabilidad al vapor de agua
- Absorción capilar y permeabilidad al agua
- Compatibilidad térmica (cuando proceda)
- Resistencia al choque térmico (cuando proceda)
- Resistencia química (cuando proceda)
- Resistencia a la fisuración (cuando proceda)
- Adhesión mediante el ensayo de arrancamiento
- Reacción al fuego
- Resistencia al derrape (cuando proceda)
- Envejecimiento artificial (cuando proceda)
- Comportamiento antiestático (cuando proceda)
- Adhesión en hormigón húmedo (cuando proceda)
- Sustancias peligrosas

### 4.- EJECUCIÓN



#### 4.1.- Aplicación en frío

01.- El soporte sobre el que se aplique debe estar limpio, firme y sin polvo ni restos de hormigón ni pintura. El contenido de humedad será acorde a lo especificado por el fabricante.

02.- Los sistemas de aplicación en frío se extenderán sobre una imprimación previa de emulsión bituminosa aniónica en frío de baja viscosidad.

03.- Se podrá extender con medios mecánicos mediante proyección, o con medios manuales mediante el extendido con rastra de goma.

04.- Se empleará personal cualificada para el extendido del mortero.

#### 4.2.- Aplicación en caliente

01.- El soporte sobre el que se aplique debe estar limpio, firme y sin polvo ni restos de hormigón ni pintura. El contenido de humedad será acorde a lo especificado por el fabricante.

02.- Se aplicará una imprimación a base de un riego con emulsiones normales o modificadas, previo al extendido del mortero.

### 5.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Los morteros másticos bituminosos impermeabilizantes deberán contar con Marcado CE y deberán cumplir los requisitos establecidos en la Norma EN 1504-2.

02.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y en este PCTG.

05.- En el Proyecto se podrán especificar controles adicionales que se deberán realizar a la recepción del producto.

06.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

### 6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de los morteros másticos-bituminosos de impermeabilización se realizarán de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que formen parte.

## CAPÍTULO 26.- MATERIALES POLIMÉRICOS

### ARTÍCULO 26.00.- GENERALIDADES

#### 1.- DEFINICIONES

##### 1.1.- Materias primas

###### 1.1.1.- Sustancias macromoleculares

01.- Sustancias de origen natural, artificial o sintético de peso molecular elevado (superior a 10.000). Pueden pertenecer a la química inorgánica (cemento, porcelana, vidrio, etc.) o a la química orgánica (proteínas, polisacáridos, grasas, propilenos, etc.).

###### 1.1.2.- Altos polímeros

01.- Sustancias macromoleculares pertenecientes a la química orgánica (química del carbono y, en algún caso, del silicio). Se denominan altos polímeros, o simplemente polímeros en este Pliego. Por su origen se dividen en:

- Naturales: cuando se encuentran en la naturaleza (celulosa, caucho, resinas vegetales, etc.).
- Artificiales o semisintéticos: los obtenidos por transformación química de polímeros naturales (ebonita, nitrocelulosa, etc.).
- Sintéticos: los producidos por vía puramente química a partir de sustancias de bajo peso molecular para formar monómeros y la subsiguiente polimerización de estos (polietileno, policloruro de vinilo, poliésteres etc.).

###### 1.1.3.- Plásticos

La Norma UNE-EN ISO 472 "Plásticos. Vocabulario", puede ser considerada como Norma básica de referencia a los efectos de clasificar las definiciones y nomenclatura de los materiales poliméricos. A continuación, se expone la acepción general para el término "plásticos" y la específica adoptada en este Pliego.

01.- Acepción técnica general. Los altos polímeros sintéticos o semisintéticos reciben el nombre de plásticos, aun cuando no todos presenten las características de la plasticidad. Se dividen en las tres siguientes clases:

- Plastómeros, termoplastos o termoplásticos. Son los polímeros que de manera reiterativa se pueden reblandecer (plastificar) por la acción del calor y endurecer al enfriarse. Pueden llegar a fundirse sin que tenga lugar su descomposición química siempre que no se alcance una determinada temperatura, denominada de descomposición. Están constituidos por macromoléculas lineales o ramificadas que, a partir de cierta temperatura, inferior a la de descomposición, deslizan entre sí de modo que el material adquiere una fluidez viscosa (por ejemplo, polietileno, policloruro de vinilo).
- Durómeros, duroplastos o termoestables. Son aquellas materias poliméricas que, por la acción del calor o mediante endurecedores apropiados, endurecen de forma irreversible y al fundirse se descomponen químicamente. Están formados por macromoléculas reticuladas en el espacio, que, en el proceso de endurecimiento, o de curado, se reticulan más estrechamente. (Por ejemplo, poliésteres, resinas epoxi, resinas fenólicas, melaminas).
- Elastómeros. Son aquellas sustancias macromoleculares, de deformabilidad similar a la del caucho, que están constituidas por macromoléculas lineales unidas entre sí transversalmente por puentes de enlace (reticulación suelta).



02.- Aceptación adoptada en este Pliego. En el presente Pliego y a sus efectos, con el fin de adecuar el vocabulario a la práctica tecnológica de los materiales poliméricos, se aplicará exclusivamente el término Plástico al conjunto de los plastómeros y durómeros. Por otra parte, en el grupo de los Elastómeros, además de los elastómeros sintéticos, se incluirán también los materiales elastoméricos semisintéticos o artificiales tales como el caucho ordinario obtenido por reticulación, mediante "Vulcanización" con azufre, del caucho natural extraído del látex.

#### 1.1.4.- Resinas

01.- Aceptación genérica: las resinas son sustancias sólidas o seudosólidas pertenecientes a la química orgánica, frecuentemente de elevado peso molecular, cuyo punto de fusión no está definido.

02.- En la tecnología de los materiales poliméricos: el término resina se aplica a todo polímero que constituye la materia prima básica en la fabricación de los productos plásticos acabados o semiacabados y a las resinas empleadas directamente en obra.

03.- Clasificación. Por su procedencia las resinas se clasifican en:

- Resinas naturales: de origen vegetal y raramente de origen animal.
- Resinas artificiales: proceden de la modificación química de ácidos grasos, de las resinas naturales y de otras sustancias macromoleculares.
- Resinas sintéticas: proceden de reacciones químicas controladas a partir de materias perfectamente definidas que, en sí mismas, no tienen carácter de resinas.

#### 1.1.5.- Resinas reactivas

01.- Se denominan también resinas de reacción líquidas y constituyen un subgrupo de las resinas sintéticas. Su constitución química es tal que pueden reticularse bajo la acción de un catalizador o de un endurecedor y pasan del estado líquido al sólido. Esta reacción se produce sin necesidad de aportación de calor y, frecuentemente, es exotérmica. A la resina de base se le suele añadir aditivos modificadores, cargas neutras u otras materias para conseguir algún objetivo concreto; la mezcla puede ser reforzada con fibras de diversa índole. Se utilizan como adhesivos, conglomerantes de áridos, resinas de colada y como material para inyección de obras de fábrica o del terreno.

### 1.2.- Productos industriales

#### 1.2.1.- Clasificación

01.- Los materiales poliméricos son productos industriales acabados, semiacabados o en bruto cuyo componente de base es un alto polímero o más de uno. Se clasifican en los tres grandes grupos siguientes:

- Materiales plásticos.
- Materiales elastoméricos.
- Resinas reactivas.

#### 1.2.2.- Materiales o productos plásticos

01.- Semiacabados o acabados que se pueden emplear directamente en obra y cuyo componente de base es en general una resina termoplástica o termoestable, o mezcla de varias, a las que en el proceso de fabricación del producto se le añaden componentes secundarios tales como: cargas inertes o reforzantes; aditivos plastificantes, lubricantes, colorantes, negro de humo; productos herbicidas, alguicidas, fungicidas, y bactericidas. Las cargas y los aditivos se utilizan para mejorar o modificar alguna propiedad del material de base o para facilitar el proceso de fabricación del producto final.

### 1.2.3.- Armaduras

01.- Elementos de refuerzo mecánico incorporados al material plástico durante el proceso de fabricación del producto semiacabado o acabado. Las armaduras pueden ser de vidrio o de plástico (poliéster, nailon, etc.) en forma de fibras, fieltros (material no tejido), tejidos y enrejados.

### 1.2.4.- Materiales elastoméricos o elastómeros

01.- Materiales elastoméricos son los productos industriales, acabados o semiacabados, que se pueden emplear directamente en obra, cuyo componente de base es un elastómero sintético o artificial con o sin aditivos.

02.- A veces se asigna el carácter de materiales elastoméricos a ciertos materiales plásticos termoelásticos que constituyen un grupo intermedio entre los termoestables y los termoplásticos, tales como los productos de PVC plastificado, el caucho de poliuretano, el caucho de silicona, el politetrafluoretileno (teflón) y otros termoplásticos blandos.

03.- La característica común a todos los materiales elastoméricos es que presentan una deformabilidad similar a la del caucho en un amplio intervalo de temperatura.

04.- Algunos productos elastoméricos contienen armaduras metálicas para aumentar su resistencia mecánica o para limitar su deformabilidad transversal. Estas armaduras pueden ser alambres de acero o láminas de acero en un conjunto estratificado de elastómero y acero (apoyos para estructuras).

### 1.2.5.- Resinas reactivas

01.- Las resinas reactivas, o simplemente resinas, como material de empleo en obra, son materiales formados por una resina reactiva líquida (ver el Apartado 1.1.5) que se solidifica, sin presión, al mezclarla con un endurecedor o un catalizador y, en algún caso, con la adición de aceleradores de curado. El producto suele ser suministrado en dos o tres componentes envasados por separado que son mezclados en el momento de su empleo en obra. La preparación de los componentes se hace de acuerdo con una formulación previamente establecida según sean las condiciones de empleo y los fines perseguidos.

## 1.3.- Términos tecnológicos

01.- Acelerador: Sustancia que aumenta la velocidad de endurecimiento de una resina sintética.

02.- Catalizador: Sustancia cuya presencia hace reaccionar a dos o más productos entre sí, que por sí solos permanecerían prácticamente inertes unos frentes a otros. En la química macromolecular también se denomina iniciador.

03.- Carga: material insoluble en polvo, granos o fibras incorporado a un compuesto polimérico para reducir su precio, su exotermia o su retracción y frecuentemente para aumentar su dureza, su resistencia a la abrasión o al calor u otra propiedad específica. Las cargas aumentan la viscosidad en el estado líquido del polímero y pueden también originar tixotropía. Las cargas muy gruesas pueden considerarse como los áridos en la tecnología del hormigón. También se denominan filler.

04.- Insaturado o no saturado: se dice de una sustancia polimérica en cuya cadena molecular existen enlaces incompletos susceptibles de dar lugar a una reticulación con enlaces similares. Por ejemplo, cuando existe doble enlace entre dos átomos de carbono.

05.- Monómero: molécula, generalmente de la química orgánica, capaz de combinarse con moléculas de su misma naturaleza para formar un producto de peso molecular muy elevado, denominado polímero.

06.- Polímero: sustancia macromolecular cuyas moléculas están constituidas por un conjunto de monómeros enlazados en forma de cadena (moléculas lineales o ramificadas).

07.- Polimerización: polirreacción, o proceso de formación de un polímero. Da lugar a materias termoplásticas o plastómeros.

08.- Homopolímero: polímero constituido por monómeros idénticos.

09.- Copolímero: polímero formado por monómeros de dos o más tipos diferentes.

10.- Reticulación: formación de macromoléculas con enlaces tridimensionales generalmente a partir de moléculas lineales. Los productos obtenidos son duros, insolubles y no se reblandecen por el calor. Da lugar a materias termoestables, durómeros y elastómeros.

11.- Reticulación estrecha: reticulación que produce nódulos moleculares espaciales íntimamente reticulados tridimensionalmente. Da lugar a los durómeros.

12.- Reticulación suelta: reticulación en malla amplia formada por macromoléculas lineales unidas transversalmente por puentes de enlace. Da lugar a los elastómeros.

## 2.- CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES POLIMÉRICOS

01.- La clasificación general de los materiales poliméricos adoptada en este Pliego se concreta en los Apartados siguientes:

### 2.1.- Plásticos

#### 2.1.1.- Termoplásticos

01.- Poliolefinas (polietileno, polipropileno, polibuteno, poliisobutileno, etc.).

02.- Polimerizados del estireno (poliestirenos, copolímeros ABS y ASA, etc.).

03.- Polímeros halogenados (policloruros de vinilo, copolímeros vinílicos, politetrafluoretileno o teflón, polifluoruro de vinilo, etc.).

04.- Ésteres de polivinilo y poli(met)acrilo (poliacetato de vinilo, polimetilmetacrilato o plexiglás, vidrio acrílico, etc.).

05.- Polímeros con cadena de constitución mezclada -heteropolímeros- (polioximetileno; óxidos, sulfonas poliacrílicas y similares; ésteres celulósicos; policarbonato, politereftalatos, poliamidas.

#### 2.1.2.- Termoestables

- Fenoplastos o resinas fenólicas (bakelitas, novolacas, resitas).
- Aminoplastos o resinas de urea o melanina con formaldehído.
- Poliésteres.
- Resinas epoxi.
- Poliuretanos.
- Siliconas.

## 2.2.- Materiales elastoméricos

### 01.- Artificiales:

- Caucho natural (vulcanizado).

### 02.- Sintéticos:

- Caucho clorobutadieno (policloropreno).
- Caucho (terpolímero) etileno-propileno-dieno.
- Caucho butilo.
- Polietileno clorosulfonado (hypalon).
- Caucho polisulfuro.
- Caucho de silicona.

03.- También se suelen incluir en el grupo de los elastómeros los materiales a base de poliuretanos elásticos, el PVC plastificado, el poliisobutileno, el polietileno blando y los copolímeros de etileno con betún cuando presentan características elásticas similares a las del caucho.

## 2.3.- Resinas reactivas

01.- Se distinguen las siguientes resinas reactivas:

- Resinas epoxídicas:
  - Resinas epoxi.
  - Resinas epoxi-acríticas y otras.
- Resinas de poliéster no saturado.
- Resinas de metilmetacrilato (furánicas).
- Resinas de isocianato (poliuretano).
- Resinas de metacrilato de uretano

## 3.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES POLIMÉRICOS

### 3.1.- Generalidades

01.- El Contratista está obligado a especificar las características de los materiales plásticos, acabados o semiacabados, que el fabricante garantice para el total cumplimiento de las prescripciones fijadas en el PCTP. Este requisito no dispensa de efectuar los ensayos sobre los componentes de los que, en algún caso, fuese conveniente conocer sus características propias.

02.- Las características y propiedades a garantizar por el suministrador se referirán no solo al momento de empleo del material en obra, sino también a largo plazo, entendido este como 100.000 horas o bien a los cincuenta (50) años.

03.- Los puntos que a nivel general debe especificar el fabricante son:

- Designación comercial del producto.
- Características de fabricación:
  - Textura: modo de fabricación, componentes elementales.
  - Materias de base: naturaleza y peso específico.
  - Armado o no armado. Tipo de armadura.
  - Acabado superficial.
- Formas, dimensiones y tolerancias.
- Procedimientos de colocación y uniones.



### 3.2.- Propiedades de identificación

01.- Las propiedades deben ser determinadas mediante los ensayos indicados en este Pliego y en el PCTP. Como la temperatura influye notablemente en el comportamiento de los plásticos, los ensayos deben realizarse a distintas temperaturas del material. Generalmente se establecen los valores de -20°C, +20°C, +40°C y +60°C grados centígrados como temperaturas de referencia.

02.- Las propiedades o características que, por lo general, deben definirse son las que a continuación se indican.

#### 3.2.1.- Datos físicos constantes

01.- Se especificarán:

- Peso específico (g/cm<sup>3</sup>).
- Dureza (ensayo Shore en los polímeros blandos y en los elastómeros, y ensayo de penetración en los durómeros, Barcol).
- Punto de fusión (°C).
- Punto de reblandecimiento (°C).
- Temperatura crítica de trabajo (°C).
- Coeficiente de dilatación lineal y cúbica.
- Estabilidad dimensional.
- Conductividad térmica.
- Absorción de agua.
- Permeabilidad (coeficiente de Darcy K, o permeancia K/e, en el caso de elementos delgados de espesor e).
- Permeabilidad al vapor.
- Resistividad eléctrica (en casos especiales).

#### 3.2.2.- Características mecánicas

01.- Comportamiento a tracción:

- Diagramas de tensión-deformación.
- Módulo de elasticidad inicial ( $E_0$ ) en una o dos direcciones.
- Deformación remanente.
- Relajación de tensión a deformación constante. Tiempo de relajación.
- Alargamiento de rotura y de fluencia.
- Tracción bidimensional.
- Resistencia a rotura por reventón.

02.- Comportamiento al esfuerzo tangencial:

- Diagramas de tensión tangencial-deformación angular.
- Módulo de elasticidad tangencial inicial ( $G_0$ ).
- Deformación viscosa y relajación.

03.- Resistencia al corte:

- Al desgarro no iniciado.
- Al desgarro iniciado.
- A la perforación brusca (ensayo de péndulo) o lenta.

04.- Comportamiento reológico:

- Tensión límite de fluencia.
- Módulo de fluencia.
- Curvas reológicas de resistencia extrapoladas hasta sobrepasar los 50 años ( $10^6$  horas), a distintas temperaturas.

### 3.3.- Propiedades funcionales

#### 3.3.1.- Propiedades mecánicas especiales

01.- Se establecerán determinadas propiedades mecánicas adicionales según las condiciones de funcionamiento a que haya de estar sometido el material en la obra, tales como:

- Resistencia al punzonamiento.
- Resistencia a la fatiga.
- Resistencia a la abrasión.

#### 3.3.2.- Resistencia al medio y envejecimiento

01.- Incluyen:

- Efecto de los ciclos de hielo y deshielo.
- Resistencia a los rayos ultravioleta y a la intemperie (especialmente a la helada).
- Resistencia al ozono.
- Resistencia química a los productos almacenados: agua, detergentes, sales, hidrocarburos, alcoholes, ácidos diluidos, ácidos concentrados, etc.
- Resistencia a los microorganismos.
- Resistencia a las raíces y brotes.
- Resistencia a los roedores.
- Efecto a las temperaturas (altas y bajas).

#### 3.3.3.- Características relativas a la colocación y a las uniones

01.- Incluyen:

- Calidad de las uniones: resistencia a tracción directa (denominado a veces ensayo de cizallamiento).
- Deformabilidad de las juntas deslizantes.
- Condiciones relacionadas con la naturaleza de los materiales colocados especialmente a la compatibilidad entre los diferentes materiales en contacto (soporte, protecciones, etc.).

#### 3.3.4.- Características ópticas

01.- Se considerarán:

- Transparencia.
- Color.
- Brillo.
- Turbidez.
- Transmitancia.
- Reflectancia.

## 4.- NORMAS DE ENSAYO

01.- Los ensayos se realizarán de acuerdo con las Normas que en cada caso determine el PCTP. En caso de omisión en el PCTP, se aplicarán las Normas que a continuación se relacionan.



#### 4.1.- Ensayos físico-mecánicos

01.- Se seguirán las Normas de ensayo siguientes:

Materiales plásticos. Determinación de la densidad y de la densidad relativa de los materiales plásticos no celulares. Métodos de ensayo	UNE-EN ISO 1183-1 UNE-EN ISO 1183-2
---	--

---

Plásticos. Determinación de la resistencia al impacto de plásticos rígidos, según el método Charpy	UNE EN ISO 179-1 UNE EN ISO 179-2
---	--------------------------------------

---

Plásticos. Determinación del comportamiento de los plásticos rígidos a la perforación por efecto de un impacto. Ensayo no instrumentalizado	UNE-EN ISO 6603-1
--	-------------------

---

Materiales plásticos. Determinación de las características de flexión de los materiales plásticos rígidos	UNE EN ISO 178
--	----------------

---

Resistencia a la tracción de los materiales termoestables moldeados	UNE EN ISO 527-2
---	------------------

---

Resistencia a la compresión de los materiales termoestables moldeados	UNE EN ISO 604
---	----------------

---

Ensayo de dureza de los plásticos moldeados	UNE EN ISO 2039-1
---	-------------------

---

Resistencia a la abrasión de los materiales plásticos	ASTM D1044
---	------------

---

Viscosidad cinemática en disoluciones de polímeros	UNE-EN ISO 1628-1
--	-------------------

---

Materiales plásticos.  
Determinación del índice de viscosidad de las resinas de poli(cloruro de vinilo) en solución

UNE-EN ISO 1628-2

---

Dureza Shore A y D en plásticos y elastómeros vulcanizados

UNE-EN ISO 868

---

Poliuretanos.  
Resiliencia por el método de caída de bola

UNE-EN ISO 8307

---

Propiedades de tracción

UNE EN ISO 527-3

---

Poliuretanos.  
Fatiga estática en deformación constante

UNE 53170

---

Poliuretanos.  
Resistencia a la penetración

UNE-EN ISO 2439

---

Poliuretanos.  
Deformación remanente

UNE EN ISO 1856

---

Poliuretanos.  
Resistencia a la compresión

UNE-EN ISO 3386-1

---

Poliuretanos.  
Resistencia a la tracción

UNE-EN ISO 1798

---

Poliuretanos.  
Fatiga estática a carga constante

UNE 53211

---

Materiales celulares rígidos.  
Determinación de la densidad aparente

UNE EN ISO 845

Determinación de la resistencia al cuarteamiento por tensiones en medios ambientes activos de los materiales plásticos de polietileno	UNE 53218
<hr/>	
Determinación de la resistencia al impacto de películas de materiales plásticos, por caída libre de dardo	UNE-EN ISO 7765-1
<hr/>	
Determinación de la resistencia al rasgado de películas de materiales plástico	UNE-EN ISO 6383-1    UNE-EN ISO 6383-2
<hr/>	
Materiales plásticos. Ensayo de dureza Barcol	UNE 53270
<hr/>	
Plásticos reforzados con fibra de vidrio. Determinación de las propiedades de tracción	UNE-EN ISO 527-4    UNE-EN ISO 527-5
<hr/>	
Plásticos reforzados con fibra de vidrio. Determinación de las características de flexión. Método de los tres puntos de apoyo	UNE-EN ISO 14125
<hr/>	
Tejidos recubiertos de materiales plásticos. Determinación de la resistencia al desgarro	UNE-EN ISO 4674-1
<hr/>	
Plásticos. Determinación de la dureza Rockwell	UNE-EN ISO 2039-2
<hr/>	
Plásticos. Resinas líquidas. Determinación de la densidad por el método del Picnómetro	UNE-EN ISO 1675
<hr/>	

Elastómeros. Ensayos de tracción	UNE-ISO 37
Elastómeros. Determinación de la deformación remanente por compresión a deformación constante	UNE-ISO 815-1 UNE-ISO 815-2
Elastómeros. Ensayo de resistencia al crecimiento de los cortes por flexión	ISO 132
Elastómeros. Determinación de la resistencia al agrietamiento por flexión	UNE 53513 (ISO 132)
Elastómeros. Ensayo de fatiga del caucho por compresión	UNE 53514
Elastómeros. Determinación de la resistencia al desgarro	UNE-ISO 34-1
Elastómeros. Determinación de las características de deformación por compresión de los elastómeros	UNE-ISO 7743
Elastómeros. Determinación de la deformación remanente por tracción a alargamiento constante	UNE-ISO 2285
Elastómeros. Determinación de la deformación remanente por compresión bajo carga constante	UNE-ISO 815-1

#### 4.2.- Ensayos térmicos

01.- Se seguirán las Normas de ensayo siguientes:

Materiales plásticos.  
Determinación de la conductividad térmica de materiales B3  
con el aparato de placas

UNE-EN 12667

---

Plásticos.  
Determinación de la temperatura de flexión bajo carga

UNE-EN ISO 75-1

---

Materiales plásticos.  
Determinación de la estabilidad térmica del policloruro de  
vinilo, copolímeros y sus compuestos por el método del rojo  
Congo

UNE 53110

---

Materiales plásticos.  
Determinación de la estabilidad térmica del poli(cloruro de  
vinilo), copolímeros y sus compuestos, por el método del  
cambio del color

UNE-EN ISO 305

---

Materiales plásticos.  
Determinación de la temperatura de reblandecimiento Vicat

UNE EN ISO 306

---

Materiales plásticos.  
Fragilidad a baja temperatura

UNE 53120

---

Plásticos.  
Determinación del coeficiente de dilatación lineal

UNE 53126

---

Inflamabilidad de las espumas y láminas de plástico

UNE 53127

Materiales plásticos.  
Determinación de la estabilidad térmica de los polímeros de poli(cloruro de vinilo) y sus compuestos

UNE 53110  
UNE-EN ISO 182-2

---

Materiales plásticos.  
Racores moldeados de PVC rígido. Determinación de la resistencia al calor

UNE-EN ISO 580

---

Materiales plásticos.  
Tejidos recubiertos de materiales plásticos. Determinación de la temperatura de rotura en frío

UNE-EN 1876-2

---

Plásticos.  
Plásticos reforzados con fibra de vidrio. Determinación de la pérdida al fuego

UNE-EN ISO 1172

---

Materiales plásticos.  
Revestimiento para suelos de materiales plásticos sin soporte. Determinación de la curvatura de los bordes después del tratamiento con calor

UNE-EN ISO 23999

---

Materiales plásticos.  
Resinas de poliéster no saturado.  
Determinación del tiempo de gelificación a 25 °C

UNE-EN ISO 2535

---

Materiales plásticos.  
Resinas de poliéster no saturado. Determinación de la temperatura máxima y de la velocidad de aumento de la temperatura en la polimerización en masa

UNE-EN ISO 2535

Materiales plásticos. Planchas acrílicas Determinación de la estabilidad térmica	UNE 53340-1
Materiales plásticos. Planchas acrílicas. Determinación de la contracción térmica	UNE-EN ISO 7823-1    UNE- EN ISO 7823-2
Elastómeros. Temperaturas, humedades y duraciones normalizadas para el acondicionamiento y ensayos	UNE-ISO 23529
Elastómeros. Determinación de la temperatura límite de no fragilidad de cauchos vulcanizados	UNE-ISO 812
Elastómeros. Envejecimiento de elastómeros por aire caliente a presión atmosférica	UNE-ISO 188
Elastómeros. Comportamiento a baja temperatura. Determinación de la temperatura de retracción	UNE-ISO 2921
Plásticos. Determinación del coeficiente de expansión térmica lineal y la temperatura de transición vítrea	ISO 11359-2
<b>4.3.- Ensayos ópticos</b>	
01.- Se seguirán las siguientes Normas de ensayo:	
Materiales plásticos. Medida del brillo	UNE 53036
Materiales plásticos. Medida de la permeabilidad a la luz de los materiales plásticos	UNE-EN ISO 13468-1

Materiales plásticos. Determinación del índice de refracción de los plásticos orgánicos transparentes	UNE-EN ISO 489
---	----------------

Materiales plásticos. Determinación de la resistencia del color de los plásticos a la luz	UNE 53104
---	-----------

Plásticos. Ensayo de estabilidad a una luz solar simulada	UNE 53104
---	-----------

Materiales plásticos. Determinación de la resistencia al cambio de coloración de los materiales plásticos coloreados en la masa por exposición a la radiación de una lámpara de xenón	UNE-EN ISO 4892-1
---	-------------------

#### 4.4.- Ensayos eléctricos

01.- Se seguirán las Normas de ensayo siguientes:

Materiales plásticos. Placas de materiales estratificados con resinas termoestables Determinación de la resistencia eléctrica superficial	UNE 21303 UNE-EN 62631-3-3
--	-------------------------------

Materiales plásticos. Placas de materiales estratificados con resinas termoestables. Determinación de la resistividad transversal	UNE-EN 60243-1 UNE-EN 60243-2
---	----------------------------------

Materiales plásticos. Placas de materiales estratificados con resinas termoestables. Determinación de la resistencia total de aislamiento (resistencia entre clavijas)	UNE-EN 62631-3-3
--	------------------

Materiales plásticos. Placas de materiales estratificados con resinas termoestables. Determinación de la rigidez dieléctrica	UNE-EN 60243-1
--	----------------

Elastómeros. Elastómeros conductores y antielectrostáticos. Medida de la resistividad	UNE-ISO 1853
---	--------------



#### 4.5.- Métodos analíticos

01.- Se tendrá en cuenta lo prescrito en las Normas de ensayo siguientes:

Materiales plásticos. Determinación del contenido de cloro en plásticos	UNE 53087-1	UNE 53087-2
Materiales plásticos. Determinación de amoníaco en materiales moldeados de formaldehído	UNE-EN ISO 120	
Materiales plásticos. Determinación del contenido en cenizas de materiales plásticos	UNE-EN ISO 3451-1	
Materiales plásticos. Determinación de fenoles libres en moldeados de fenol formaldehído	UNE-EN ISO 119	
Materiales plásticos. Detección del amoniaco libre, en los moldeados de fenolformol. Método cualitativo	UNE-EN ISO 172	
Materiales plásticos. Determinación de la contaminación de una resina de policloruro de vinilo	UNE-EN ISO 1265	
Materiales plásticos. Resinas de poli(cloruro de vinilo). Determinación de materiales volátiles	UNE-EN ISO 1269	
Materiales plásticos. Resinas de poli(cloruro de vinilo). Determinación del pH del extracto acuoso	UNE-EN ISO 1264	
Materiales plásticos. Determinación del contenido en sólidos de disoluciones de resinas fenólicas	UNE-EN ISO 3251	
Materiales plásticos. Determinación de los índices de acidez o alcalinidad de poliésteres y poliolésteres	UNE 53985-2	
Materiales plásticos. Resinas de poliéster no saturado. Determinación del índice de acidez	UNE-EN ISO 2114	

Materiales plásticos. Determinación del equivalente epoxídico en las resinas epoxídicas	UNE-EN ISO 3001
Materiales plásticos. Elastómeros. Determinación del contenido en materias sólidas del látex de caucho natural	UNE-ISO 124
Materiales plásticos. Determinación de la alcalinidad del látex de caucho natural	UNE-ISO 125
Materiales plásticos. Elastómeros. Determinación del contenido en caucho seco del látex de caucho natural	UNE-ISO 126
Materiales plásticos. Elastómeros. De terminación del índice de potasa del látex de caucho natural	UNE-ISO 127
Elastómeros. Determinación de impurezas en el caucho natural	UNE 53542
Elastómeros. Determinación de cenizas en el caucho natural crudo	UNE 53543
Elastómeros. Determinación del contenido de cenizas en negro de humo	UNE 53555
Elastómeros. Negro de humo. Determinación del contenido de azufre total	UNE-ISO 1138
Elastómeros. Determinación del extracto acetónico de elastómeros	UNE-ISO 1407
Elastómeros. Determinación del negro de humo en elastómeros	UNE 53570

## Sección 1.<sup>a</sup>

### MATERIALES PARA JUNTAS

---

#### **ARTÍCULO 26.11.- BANDAS ELASTOMÉRICAS PARA ESTANQUEIDAD DE JUNTAS**

---

##### 1.- DEFINICIONES

01.- Bandas elastoméricas para estanqueidad de juntas son tiras o bandas de material elastomérico, caucho sintético o natural, de sección transversal adecuada para formar un cierre que impida el paso del agua a través de las juntas de las obras de hormigón. Se colocan embebidas en el hormigón según una superficie ortogonal a la de la junta y centrada con ella.

##### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- UNE-ISO 37. Elastómeros. Caucho, vulcanizados o termoplásticos. Determinación de las propiedades de esfuerzo-deformación en tracción.

02.- UNE-ISO 815-1. Caucho, vulcanizado o termoplástico. Determinación de la deformación remanente por compresión a deformación constante. Parte 1: A temperaturas ambiente o elevadas.

03.- UNE-ISO 815-2. Caucho, vulcanizado o termoplástico. Determinación de la deformación remanente por compresión a deformación constante. Parte 2: A bajas temperaturas.

04.- UNE-EN ISO 18064. Elastómeros termoplásticos. Nomenclatura y abreviaturas.

##### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Atendiendo a la sección transversal, las bandas de estanquidad se dividen en lisas o nervadas.

02.- En ambos casos, pueden distinguirse las que tienen un núcleo central hueco y las que carecen de él.

##### 4.- COMPOSICIÓN

01.- El material constitutivo de las bandas será el producto de vulcanización de caucho natural o de un polímero sintético, o mezcla de ambos, con adición de sustancias secundarias, que sea resistente al ozono, al ser ensayada según la Norma UNE-ISO 1431-1.

02.- Los cauchos sintéticos más empleados en la fabricación de bandas de estanquidad, así como cualidades y condiciones de servicio, se indican en el CUADRO 26.11.1

CUADRO 26.11.1

## CAUCHOS SINTÉTICOS MAS EMPLEADOS EN BANDAS DE ESTANQUIDAD DE JUNTAS

	Propiedades mecánicas	Durabilidad a		Resistencia Aceites minerales	Observaciones
		Intemperie	Luz y calor		
CR Policloropreno (neopreno).....	++	+	+	+	(1)
EPDM Etileno-propileno..	+	++	++	+	(2)
NBR Acrilonitrilo.....	+	+	+	++	(3)
IR Poliisopreno.....	+	+	+	+	(4)
TPE Elastómeros Termoplásticos....	+	+	+	+	

++ Muy buenas

+ Buenas

(1) Adecuado para juntas de contracción y de dilatación-contracción, sometidas a presión hidrostática elevada (grandes presas, etc.).

(2) Resiste bien a la intemperie y a las condiciones térmicas extremas.

(3) Muy adecuado para juntas expuestas al ataque de hidrocarburos, aceites minerales y otros disolventes.

(4) Tiene propiedades muy similares a las del caucho natural.

## 5.- CONDICIONES GENERALES

01.- La sección transversal de las bandas será compacta, homogénea y exenta de porosidades, burbujas y otros defectos.

02.- Cuando la junta sea susceptible de movimiento transversal, será obligatorio el empleo de bandas provistas de núcleo central hueco.

03.- El ancho total de la banda no será mayor que el espesor del elemento de hormigón. Asimismo, la anchura de la banda no será menor de cinco (5) veces el tamaño máximo del árido, y en ningún caso, inferior a ciento cincuenta milímetros (150 mm).

04.- La distancia desde la cara exterior del hormigón a la banda de estanquidad no será menor que la mitad del ancho de la banda.

05.- La separación entre las armaduras del hormigón y la banda de estanquidad no será menor de dos veces el tamaño máximo del árido.

## 6.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

01.- El fabricante establecerá la forma y dimensiones de la sección transversal de las bandas, especificando:

- Ancho total.
- Espesor (sin considerar nervios y bulbos).
- Altura y espesor de los nervios, en su caso.
- Dimensiones de los bulbos de anclaje.
- Diámetros interior y exterior del bulbo central, en su caso.

02.- La tolerancia admisible en las dimensiones superiores a cien milímetros (100 mm) será del tres por ciento en más o en menos ( $\pm 3\%$ ) respecto de la dimensión nominal fijada por el fabricante.

## 7.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

01.- El material constitutivo de las bandas cumplirá las especificaciones establecidas en el CUADRO 26.11.2.

CUADRO 26.11.2

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS BANDAS ELASTOMÉRICAS

Características	Valor límite	Método de ensayo
Dureza, Shore A .....	62 ± 5	UNE-EN ISO 868
Resistencia a tracción a 23 ± 2°C.....	Mín 10 MPa	UNE-ISO 37
Alargamiento en la rotura a 23 ± 2°C.....	Mín 380%	UNE-ISO 37
Deformación remanente por tracción.....	Máx 20%	UNE-ISO 2285
Deformación remanente por compresión:		UNE-ISO 815-1
- después de 168 h a 23 ± 2°C.....	Máx 20%	
- después de 24 h a 70° C.....	Máx 35%	
- después de 24 h a 100° C.....	Máx 40%	
Resistencia al desgarramiento.....	Mín 8 MPa	UNE-ISO 34-1
Envejecimiento térmico (72 horas a 100° C):		UNE-ISO 188
a) Variación dureza Shore A.....	Máx + 8	
b) Resistencia a tracción respecto de la inicial	Mín 80%	
c) Alargamiento en la rotura respecto del inicial.....	Mín 80%	

## 8.- UNIONES Y PIEZAS ESPECIALES

01.- Las uniones de las bandas realizadas tanto en fábrica como en la obra se efectuarán por procedimiento de vulcanización en caliente con aportación de elastómero crudo, de forma que la resistencia de la unión sea, al menos, la de la propia banda.

02.- No se permitirá la realización de uniones o empalmes mediante adhesivos.

03.- La ejecución de las uniones en obra será realizada de acuerdo con las instrucciones que al efecto deberá proporcionar el fabricante y se ejecutarán por personal operario especializado.

04.- Es conveniente que las uniones en ángulo, intersecciones y cambios de ancho sean realizadas mediante piezas especiales preparadas en taller, moldeadas o con uniones vulcanizadas, de forma que en la obra solo tengan que realizarse las uniones a tope definidas en el párrafo 01 de este Apartado.

05.- Deberá disponerse de piezas especiales que garanticen la estanquidad en el cruce de tubos, barras y otros elementos que tengan que atravesar las bandas.

## 9.- TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

01.- Las bandas elastoméricas podrán suministrarse en rollos con el fin de facilitar la manipulación; sin embargo, si no se prevé la instalación de material en el lapso de seis meses, deberá desenrollarse y depositarse de esta forma.

02.- Se almacenarán en un lugar fresco, preferentemente a temperaturas inferiores a 25° C, protegido del viento y de los rayos solares.

03.- Se protegerán convenientemente de la acción de aceites y grasas.

## 10.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Las prescripciones concernientes a las dimensiones, aspecto general y acabado se comprobarán mediante inspección unitaria. Las bandas que no satisfagan las características sometidas a inspección serán rechazadas.

02.- Las pruebas y verificaciones se ejecutarán sobre muestras tomadas del producto elaborado suministrado por el fabricante.

03.- Las muestras para los ensayos de comprobación de las características físicas serán escogidas al azar por la Dirección de obra o persona en quien delegue con el fin de obtener el siguiente número de ellas para cada pedido:

Longitud total, en metros, de las bandas que componen el pedido	Número de muestras
150 o menos .....	1
De 150 a 300 .....	2
De 300 a 1.500 .....	4
De 1.500 a 3.000 .....	8
Más de 3.000 .....	15

04.- La calidad de las uniones de bandas se comprobará mediante la determinación de la resistencia a la tracción según UNE-ISO 37.

Las muestras para los ensayos serán escogidas al azar por la Dirección de Obra o persona en quien delegue. El número de muestras dependerá del número de uniones que se realicen para cada pedido.

Número de uniones del pedido	Número de muestras
150 o menos .....	1
De 150 a 300 .....	2
De 300 a 1.500 .....	4
De 1.500 a 3.000 .....	8
Más de 3.000 .....	15

05.- Cuando una muestra no satisfaga una prueba, se repetirá esta misma sobre dos muestras más tomadas del mismo pedido ensayado. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el pedido, aceptándose si el resultado de ambas es satisfactorio.

06.- En el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinada "Marca de Calidad", concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo definido en el Artículo 15.52.

07.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

## 11.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de las bandas elastoméricas para estanquidad de juntas se realizará de acuerdo con lo establecido para la unidad de obra de que formen parte.

## ARTÍCULO 26.12.- BANDAS DE PVC PARA ESTANQUEIDAD DE JUNTAS

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Bandas de PVC para estanquidad de juntas son tiras o bandas de material polimérico de sección transversal adecuada para formar un cierre que impida el paso del agua a través de las juntas de las obras de hormigón. Se colocan embebidas en el hormigón según una superficie ortogonal a la de la junta y centrados con ella.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- UNE-ISO 37. Elastómeros. Caucho, vulcanizados o termoplásticos. Determinación de las propiedades de esfuerzo-deformación en tracción.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Atendiendo a la sección transversal, las bandas de estanquidad se dividen en lisas o nervadas.

02.- En ambos casos, pueden distinguirse las que tienen el núcleo central hueco y las que carecen de él.

### 4.- COMPOSICIÓN

01.- El material constitutivo de las bandas tendrá como resina básica la de policloruro de vinilo (PVC).

02.- En ningún caso será admisible la utilización de resinas de PVC regeneradas como materia prima en la fabricación de las bandas.

### 5.- CONDICIONES GENERALES

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 5 del Artículo 26.11, "Bandas elastoméricas para estanquidad de juntas".

02.- No se admitirá el empleo de bandas de PVC para estanquidad de juntas en las situaciones siguientes:

- Juntas en las que la banda esté sometida a un esfuerzo de tracción permanente que produzca un alargamiento superior al veinte por ciento (20%) del alargamiento de rotura.
- Juntas expuestas al ataque de aceites, grasas, betunes y otras sustancias perjudiciales para el PVC a largo plazo.
- Temperaturas de servicio bajas, por lo general menores de seis grados centígrados (6°C), y temperaturas mayores de treinta y cinco grados centígrados (35°C).
- En general, en todas aquellas juntas donde el movimiento previsible pueda ocasionar tensiones en el material superiores a cuatro megapascuales (4 MPa) o que estén sometidas a movimientos alternativos frecuentes o a asientos de cimentación acusados.

03.- Será admisible el empleo de bandas de PVC en juntas de trabajo horizontales, en juntas de recintos de utilización temporal y en juntas de construcción o trabajo donde el movimiento en el plano de la junta sea inapreciable.

## 6.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 6 del Artículo 26.11, "Bandas elastoméricas para estanquidad de juntas".

## 7.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

01.- El material constitutivo de las bandas cumplirá las especificaciones fijadas en el CUADRO 26.12.1.

CUADRO 26.12.1

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS BANDAS DE PVC

Características	Valor límite	Método de ensayo
Resistencia a tracción a $23 \pm 2^\circ\text{C}$ . ....	Mín 13 MPa	UNE-ISO 37
Alargamiento en rotura a $23 \pm 2^\circ\text{C}$ . ....	Mín 300%	UNE-ISO 37
Dureza, Shore A .....	65 a 80	UNE-EN ISO 868

## 8.- UNIONES Y PIEZAS ESPECIALES

01.- Las uniones de las bandas realizadas tanto en fábrica como en la obra se efectuarán por procedimiento de unión en caliente de forma que la resistencia de la unión sea, al menos, la de la propia banda.

02.- No se permitirá la realización de uniones o empalmes mediante adhesivos.

03.- La ejecución de las uniones en obra será realizada de acuerdo con las instrucciones que al efecto deberá proporcionar el fabricante y se ejecutarán por personal operario especializado.

04.- Es conveniente que las uniones en ángulo, intersecciones y cambios de ancho sean realizadas mediante piezas especiales preparadas en taller de forma que en la obra solo tengan que realizarse las uniones a tope definidas en el párrafo 01 de este Apartado.

05.- Deberá disponerse de piezas especiales que garanticen la estanquidad en el cruce de tubos, barras y otros elementos que tengan que atravesar las bandas.

## 9.- TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

01.- Se cumplirá lo prescrito en el Apartado 9 del Artículo 26.11 "Bandas elastoméricas para estanquidad de juntas".

## 10.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Se cumplirá lo prescrito en el Apartado 10 del Artículo 26.11 "Bandas elastoméricas para estanquidad de juntas".



## 11.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de las bandas de PVC para estanquidad de juntas se realizará de acuerdo con lo establecido para la unidad de obra de que formen parte.

## **ARTÍCULO 26.13.- PERFILES POLIMÉRICOS PARA TAPAJUNTAS DE PARAMENTO**

### 1.- DEFINICIONES

01.- Perfiles poliméricos para tapajuntas de paramento son productos prefabricados de materiales poliméricos que sirven para impedir la entrada del agua a la junta desde el exterior, sin estar sometidos a ninguna sollicitación mecánica. Los perfiles se fijan a la junta introduciéndolos a presión, usando un pegamento o mediante grapas metálicas -dispuestas convenientemente en la junta- donde encajan, previo tratamiento de las paredes de la junta.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- UNE-ISO 37. Elastómeros. Caucho, vulcanizados o termoplásticos. Determinación de las propiedades de esfuerzo-deformación en tracción.

02.- UNE-ISO 815-1. Caucho, vulcanizado o termoplástico. Determinación de la deformación remanente por compresión a deformación constante. Parte 1: A temperaturas ambiente o elevadas.

03.- UNE-ISO 815-2. Caucho, vulcanizado o termoplástico. Determinación de la deformación remanente por compresión a deformación constante. Parte 2: A bajas temperaturas.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Según las distintas formas que pueden adoptar, los perfiles cubrejuntas pueden clasificarse en tres grupos: Bandas empotradas o pegadas, perfiles comprimidos y perfiles de cierre enrasado.

02.- Según la materia prima constitutiva de los perfiles, estos pueden ser de PVC o de elastómeros.

03.- Para aplicaciones en construcciones subterráneas e interiores, con temperatura ambiente suficientemente uniforme, son aplicables los perfiles de PVC. Para las juntas de paramentos sometidos a fuertes cambios de temperatura y en ambientes exteriores se usa el caucho policloropreno (CR) estable a la intemperie y reticulado elastoméricamente o el caucho etileno-propileno (EPDM).

04.- Un tipo particular de perfiles elastómeros son los hidroexpansibles. Cuando entra en contacto con el agua que penetra por las aberturas de la junta de construcción, el polímero hidroexpansible absorbe el agua e incrementa su volumen, sellando la junta y deteniendo la filtración.

### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los perfiles serán de sección transversal constante, simétricos y libres de poros, grietas o cualquier defecto superficial que pueda afectar las condiciones de servicio de los mismos.

### 5.- CONDICIONES GEOMÉTRICAS

01.- El fabricante establecerá la forma y dimensiones de la sección transversal de los perfiles tapajunta especificando:

- Ancho del perfil.
- Altura del perfil.
- Longitud de fabricación.
- Ancho de la junta para la cual es apropiado cada perfil y sus movimientos admisibles.

## 6.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

01.- Las características físicas a garantizar, y sus valores límites, de los perfiles poliméricos para tapajuntas de paramento son los que figuran en el CUADRO 26.13.1

02.- Los perfiles que vayan a estar sometidos a la acción de la luz solar, después de ser ensayados frente al ozono según la Norma UNE-ISO 1431-1, no presentarán grietas ni fisuras.

CUADRO 26.13.1

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS PERFILES POLIMÉRICOS

Características	Valor límite	Método de ensayo
Resistencia a tracción, a $23 \pm 2^\circ\text{C}$ .....	Mín. 125 kp/cm <sup>2</sup>	UNE-ISO 37
Alargamiento en rotura, a $23 \pm 2^\circ\text{C}$ .....	Mín. 200%	UNE-ISO 37
Dureza, Shore A .....	50 - 80	UNE-EN ISO 868
Deformación remanente por compresión, después de 24 horas a $100^\circ\text{C}$ .....	Máx. 35%	UNE-ISO 815-1
Envejecimiento térmico (70 horas a $100^\circ\text{C}$ )		UNE-ISO 188
a) Variación dureza Shore A.....	Max. +10, Mín. -0	
b) Pérdida resistencia a tracción .....	Máx. 15%	
c) Pérdida en alargamiento a rotura .....	Máx. 40%	

03.- Los perfiles hidroexpansibles presentarán una tasa de expansión de volumen superior al 200%, según el ensayo de la Norma JIS K 6258.

## 7.- UNIONES

01.- Las uniones de los perfiles elastoméricos se realizarán por procedimiento de vulcanización en caliente con aportación de elastómero crudo.

02.- Las uniones de los perfiles de PVC se realizarán a tope mediante unión en caliente.

03.- La ejecución de las uniones en obra se realizará de acuerdo con las instrucciones que al efecto deberá proporcionar el fabricante, de forma que la resistencia de la unión sea, al menos, la del propio perfil.

## 8.- TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

01.- Los perfiles tapajuntas podrán suministrarse en tiras o en rollos, dependiendo de la longitud de fabricación. Si no se prevé la instalación del material en el lapso de seis meses, deberá desenrollarse y almacenarse de esta forma.

02.- Se almacenarán en posición horizontal en un lugar fresco, preferentemente a temperaturas inferiores a 25°C, protegidos del viento y de los rayos solares.

#### 9.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Se considerarán de distintas partidas los perfiles de diferentes dimensiones transversales.

02.- Se cumplirá lo prescrito en el Apartado 10 del Artículo 26.11 "Bandas elastoméricas para estanquidad de juntas".

#### 10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de los perfiles poliméricos para tapajuntas de paramento se realizará de acuerdo con lo establecido para la unidad de obra de que formen parte.

## **ARTÍCULO 26.14.- PERFILES ELASTOMÉRICOS PARA TAPAJUNTAS DE TABLERO**

### 1.- DEFINICIONES

01.- Perfiles elastoméricos para tapajuntas de tablero son productos prefabricados que enlazan los bordes de dos tableros o losas contiguas de pavimentos de hormigón, forjado o placas, de modo que permitan los movimientos por cambios de temperatura y otras deformaciones de la estructura, al tiempo que presentan una superficie lo más continua posible al tráfico e impiden la entrada de agua y otros objetos extraños al interior de la junta.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- UNE-ISO 37. Elastómeros. Caucho, vulcanizados o termoplásticos. Determinación de las propiedades de esfuerzo-deformación en tracción.

02.- UNE-ISO 815-1. Caucho, vulcanizado o termoplástico. Determinación de la deformación remanente por compresión a deformación constante. Parte 1: A temperaturas ambiente o elevadas.

03.- UNE-ISO 815-2. Caucho, vulcanizado o termoplástico. Determinación de la deformación remanente por compresión a deformación constante. Parte 2: A bajas temperaturas.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Se distinguirán los perfiles elastoméricos para tapajuntas de tableros según estén destinados al tráfico rodado o no.

### 4.- COMPOSICIÓN

01.- El material elastomérico constitutivo de los perfiles para tapajuntas de tablero será caucho policloropreno (CR) que cumpla con las especificaciones de este Artículo.

02.- El fabricante especificará, si procede, las características del refuerzo metálico de los perfiles para tapajuntas de los tableros, así como del adhesivo o anclajes necesarios para la instalación de los perfiles en la junta.

### 5.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los perfiles serán de sección transversal constante, simétricos y libres de poros, grietas o cualquier otro defecto superficial que pueda afectar a las condiciones de servicio de los mismos.

02.- El almacenamiento, manipulación, preparación de las paredes de la junta, colocación de los perfiles y la eventual realización de uniones serán realizadas de acuerdo con las instrucciones que para ello estará obligado a dar el fabricante.

### 6.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

01.- El fabricante establecerá la forma y dimensiones de la sección transversal de los perfiles tapajuntas especificando las dimensiones siguientes:

- Ancho de perfil.
- Altura del perfil.
- Longitud de fabricación.
- Ancho de junta para la cual es apropiado el perfil.
- Movimientos admisibles del perfil.

02.- En ningún caso se permitirán anchuras de perfil menores que las nominales declaradas por el fabricante.

## 7.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

01.- Los perfiles elastoméricos para tapajuntas que vayan a colocarse en tableros sometidos a tráfico rodado cumplirán con las características especificadas en el CUADRO 26.14.1

02.- Los perfiles para tapajuntas de tablero que no vayan a estar sometidos al tráfico rodado cumplirán con las especificaciones del CUADRO 26.14.2.

CUADRO 26.14.1

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS PERFILES ELASTOMÉRICOS PARA TAPAJUNTAS EN TABLEROS SOMETIDOS A TRAFICO RODADO

Características	Valor límite	Método de ensayo
Resistencia a tracción .....	Mín. 14 MPa	UNE-ISO 37
Alargamiento en rotura .....	Mín. 250%	UNE-ISO 37
Dureza, Shore A .....	50-65	UNE-EN ISO 868
Envejecimiento térmico (72 horas a 100°C)		UNE-ISO 188
a) Pérdida de resistencia a tracción.....	Máx. 20%	
b) Pérdida en alargamiento a rotura.....	Máx. 20%	
c) Variación en dureza Shore A.....	Máx. +10, mín. -0	
Hinchamiento en aceite número 3 de ASTM a 70 horas y 100°C		ASTM D471
a) Variación de peso .....	Máx. 45%	
Resistencia al ozono (96 horas a 40°C con 20% de alargamiento).....	Sin grietas	UNE-ISO 1431-1
Recuperación a baja temperatura:		ISO 4635
a) 72 horas a -10°C. 50% deformación .....	Mín. 88%	
b) 24 horas a -25°C. 50% deformación .....	Mín. 83%	
Recuperación a alta temperatura (72 horas a 100°C 50% deformación).....	Mín. 85%	ISO 4635
Deformación remanente por compresión (72 horas a 100°C).....	Máx. 40%	UNE-ISO 815-1



CUADRO 26.14.2

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS PERFILES ELASTOMÉRICOS PARA TAPAJUNTAS EN TABLEROS  
NO SOMETIDOS A TRAFICO RODADO**

Características	Valor límite	Método de ensayo
Resistencia a tracción .....	Mín. 14 MPa	UNE-ISO 37
Alargamiento en rotura .....	Mín. 250%	UNE-ISO 37
Dureza, Shore A .....	50-65	UNE-EN ISO 868
Envejecimiento térmico (72 horas a 100°C)		UNE-ISO 188
a) Pérdida de resistencia a tracción	Máx. 20%	
b) Pérdida en alargamiento a rotura	Máx. 20%	
c) Variación en dureza, Shore A	Máx. +10, mín. -0	
Resistencia al ozono .....	Sin grietas	UNE-ISO 1431-1
Deformación remanente por compresión (72 horas a 100°C)	Máx. 40%	UNE-ISO 815-1

## 8.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Se considerarán de distintas partidas los perfiles de diferentes dimensiones transversales.

02.- Las prescripciones concernientes a las dimensiones, aspecto general y acabado se comprobarán mediante inspección unitaria. Los perfiles que no satisfagan las características sometidas a inspección serán rechazados.

03.- Las pruebas y verificaciones se ejecutarán sobre muestras tomadas del producto elaborado suministrado por el fabricante

04.- Las muestras para los ensayos de comprobación de las características físicas serán escogidas al azar por la Dirección de Obra o persona en quien delegue con el fin de obtener el siguiente número de ellas para cada pedido:

Longitud total en metros de los perfiles que componen el pedido	Número de muestras
150 o menos .....	1
De 150 a 300 .....	2
De 300 a 1.500 .....	4
De 1.500 a 3.000 .....	8
Más de 3.000 .....	15

05.- Cuando una muestra no satisfaga una prueba, se repetirá esta misma sobre dos muestras más tomadas del mismo pedido ensayado. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el pedido, aceptándose si el resultado de ambas es satisfactorio.

06.- En el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinada "Marca de Calidad" concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo definido en el Artículo 15.52.

07.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.



## 9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y el abono de este material se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.



## ARTÍCULO 26.15.- PLANCHAS DE ESPUMA RÍGIDA PARA JUNTAS ABIERTAS

### 1.- DEFINICIONES

01.- Planchas de espuma rígida para juntas abiertas son productos industrializados cuya finalidad es la de realizar una junta abierta, con una determinada abertura inicial, en obras de hormigón.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- UNE 53126. Plásticos. Determinación del coeficiente de dilatación lineal.

### 3.- COMPOSICIÓN

01.- Las planchas de espuma rígida para juntas abiertas consideradas en el presente Artículo son de poliestireno expandido de densidad superior a 30 kg/cm<sup>3</sup>, determinada según UNE-EN ISO 845.

### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las planchas no deberán deformarse ni romperse por la manipulación normal en obra ni volverse quebradizas en tiempo frío. Se rechazarán las que aparezcan deterioradas.

### 5.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

01.- Con respecto a la forma y dimensiones de las planchas se admitirán las tolerancias siguientes:

Dimensión	Tolerancia mm
Longitud.....	± 6
Anchura .....	± 3
Espesor .....	± 2

### 6.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

01.- Las características físicas y mecánicas que deberán ser garantizadas por el fabricante son:

Característica	Norma de ensayo	Valor
Resistencia a compresión	UNE-EN ISO 844	≥ 50 kPa
Coeficiente de dilatación lineal	UNE 53126	≤ 9·10 <sup>-5</sup> °C <sup>-1</sup>

### 7.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Las características a comprobar son, como mínimo las siguientes:

- Apariencia externa.
- Densidad aparente.
- Dimensiones.

02.- Las prescripciones concernientes al aspecto general y acabado se comprobarán mediante inspección unitaria. Las planchas que no satisfagan las características sometidas a inspección serán rechazadas.

03.- Las pruebas y verificaciones se ejecutarán sobre muestras tomadas del producto elaborado proporcionado por el fabricante.

04.- Las muestras para los ensayos de comprobación de las características físicas serán escogidas al azar por la Dirección de Obra o persona en quien delegue con el fin de obtener el siguiente número de ellas para cada pedido.

Número de planchas que componen el pedido	Número de muestras
150 o menos	1
de 150 a 300	2
de 300 a 1 500	4
de 1 500 a 3 000	8
más de 3 000	15

05.- Cuando una muestra no satisfaga una prueba, se repetirá esta misma sobre dos muestras más tomadas del mismo pedido ensayado. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el pedido, aceptándose si el resultado de ambas es satisfactorio.

06.- En el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinada "Marca de Calidad" concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo definido en el Artículo 15.52.

## 8.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado para la unidad de obra de que forme parte.

## ARTÍCULO 26.16.- PLANCHAS Y CINTAS DE PLÁSTICO CELULAR PARA RELLENO DE JUNTAS DE DILATACIÓN

### 1.- DEFINICIONES

01.- Planchas y cintas de plástico celular para relleno de juntas de dilatación son productos poliméricos usados para rellenar la parte de las juntas de dilatación que no está ocupada por el elemento que proporciona la estanquidad. Se emplean para impedir que la junta se llene de materias extrañas y también como base de apoyo a las masillas de impermeabilización.

### 2.- COMPOSICIÓN

01.- Las planchas y cintas de plástico celular para relleno de juntas de dilatación están constituidas de:

- Espumas flexibles de polietileno.
- Espumas flexibles de poliuretano.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las planchas y cintas para relleno de juntas no se romperán ni adquirirán deformaciones permanentes como consecuencia de la manipulación en obra, ni se volverán quebradizas en tiempo frío. Se rechazarán las planchas o cintas que aparezcan deterioradas.

### 4.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

01.- Con respecto a la forma y dimensiones de las planchas y cintas se admitirán las tolerancias siguientes:

Tipo	Dimensiones	Tolerancia
Espuma de polietileno	Longitud	+ 80; -0 mm
	Anchura	+ 20; -0 mm
	Espesor	+ 10; -0 %
Espuma de poliuretano	Longitud	+ 80; -0 mm
	Anchura	± 10 mm
	Espesor	± 5 %

### 5.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

01.- La densidad seca mínima del material de relleno, determinada según la Norma de ensayo UNE-EN ISO 845, será la que figura en la tabla siguiente:

Tipo	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )
Espuma de polietileno.....	38
Espuma de poliuretano.....	70

02.- La carga mínima necesaria para comprimir una muestra hasta el setenta y cinco por ciento (75%) del espesor original será de 21 kPa. La carga máxima para comprimir una muestra hasta el veinticinco por ciento (25%) del espesor original será de 2070 kPa según la Norma de ensayo UNE 7162:1960.

03.- Después de comprimir la muestra hasta el cincuenta por ciento (50%) de su espesor original, y liberarla de la carga de compresión, esta recuperará, transcurridos diez minutos, al menos hasta el noventa y cinco por ciento (95%) del espesor original, según el método de ensayo UNE 7162:1960.

04.- Sometido el material al ensayo de heladicidad definido en la Norma UNE 7166:1960, este no evidenciará muestras de desintegración.

05.- Sometida una muestra de veinticinco milímetros (25 mm) de espesor al ensayo de dilatación transversal definido en la Norma UNE 7164:1960 de forma que la probeta no pueda deformarse en tres de sus cuatro caras laterales y comprimiéndola hasta reducir el espesor al cincuenta por ciento (50%) del valor original, la magnitud de la dilatación transversal del borde libre no excederá de quince milímetros (15 mm).

## 6.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Las prescripciones, concernientes a las dimensiones, aspecto general y acabado se comprobarán mediante inspección unitaria. El material que no satisfaga las características sometidas a inspección será rechazado.

02.- Las pruebas y verificaciones se ejecutarán sobre muestras tomadas del producto elaborado proporcionado por el fabricante.

03.- Las muestras para los ensayos de comprobación de las características físicas serán escogidas al azar por la Dirección de Obra o persona en quien delegue con el fin de obtener el siguiente número de ellas para cada pedido, en función de la unidad de medición empleada en el Apartado 7 del presente Artículo:

Número de unidades de medición que componen el pedido	Número de muestras
150 o menos .....	1
De 150 a 300 .....	2
De 300 a 1.500 .....	4
De 1.500 a 3.000 .....	8
Más de 3.000 .....	15

04.- Cuando una muestra no satisfaga una prueba, se repetirá esta misma sobre dos muestras más tomadas del mismo pedido ensayado. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el pedido, aceptándose si el resultado de ambas es satisfactorio.

05.- En el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinada "Marca de Calidad" concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo definido en el Artículo 15.52.

## 7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado para la unidad de obra de que forme parte.

## ARTÍCULO 26.17.- MASILLAS DE SELLADO

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se llama sellante al material aplicado en un estado uniforme que, una vez curado y secado, tiene propiedades de adhesión y de cohesión para sellar una junta.

02.- Se pueden emplear en los siguientes tipos de juntas:

- Junta de corte: junta que se produce para controlar el fenómeno de retracción en elementos de hormigón mediante el corte de la superficie de la sección de hormigón.
- Junta de trabajo o juntas frías: junta que se produce al unir hormigón nuevo con otro ya endurecido.
- Junta de dilatación: junta que absorbe los movimientos de dilatación y contracción debido a variaciones de temperatura.
- Juntas de entrega: junta entre dos elementos distintos, del mismo o distinto material.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- EN 15651-1:2012. Sellantes para uso no estructural en juntas en edificios y zonas peatonales. Parte 1: Sellantes para elementos de fachada.

02.- EN 15651-2:2012. Sellantes para uso no estructural en juntas en edificios y zonas peatonales. Parte 2: Sellantes para acristalamiento.

03.- EN 15651-3:2012. Sellantes para uso no estructural en juntas en edificios y zonas peatonales. Parte 3: Sellantes para juntas sanitarias.

04.- EN 15651-4:2012. Sellantes para uso no estructural en juntas en edificios y zonas peatonales. Parte 4: Sellantes para zonas peatonales.

05.- EN 14188-1:2004. Sellantes para juntas. Parte 1: Especificaciones para sellantes aplicados en caliente.

06.- EN 14188-2:2004. Sellantes para juntas aplicados en frío. Parte 2: Clasificación y requisitos. Sistema de vigilancia de la calidad por tercera parte.

07.- EN 14188-3:2006. Juntas de sellado. Parte 3: Especificaciones para juntas preformadas.

### 3.- TIPOS

01.- Las masillas de sellado pueden ser monocomponentes o multicomponentes.

Las monocomponentes son aquellas listas para su uso.

Las multicomponentes se suministran en forma de diversos componentes separados que requieren ser mezclados antes de ser usados.

02.- La consistencia de la masilla puede ser tixotrópica o fluida.

Las masillas tixotrópicas permiten ser aplicadas en techos o en vertical.

Las fluidas permiten ser aplicadas mediante vertido o bombeo.

03.- Los componentes principales de las masillas de sellado son:

- Poliuretano
- Polisulfuro
- Polímeros híbridos
- Polímeros acrílicos

#### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- El ancho de la junta será acorde con los movimientos que se prevean y de la capacidad de movimiento de la masilla sellante.

02.- En el Proyecto se definirá la profundidad del sellado, de forma que se asegure un compromiso entre un mínimo de tensión, tanto de dilatación como de compresión, y el adecuado sellado de la junta.

La profundidad será igual al ancho de la junta.

03.- Se empleará junto con un cordón que cree una base de apoyo, evite la pérdida de sellante y prevenga la adhesión a tres caras, conforme al Artículo 26.16 del presente Pliego.

04.- Las masillas se emplearán de acuerdo con las instrucciones del fabricante y para los usos previstos por él.

05.- La superficie sobre la que se aplique la masilla deberá estar limpia, eliminando restos de grasas, aceites, partes mal adheridas y restos de otras aplicaciones. La porosidad y rugosidad será la necesaria para la adhesión del producto.

06.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en las Normas EN correspondientes, para los requisitos siguientes:

- Sellantes para fachadas para aplicación exterior (EN 15651-1):
  - Reacción al fuego
  - Emisión de productos químicos peligrosos para el ambiente y la salud
  - Estanquidad al agua y al aire:
    - Resistencia a la fluencia
    - Pérdida de volumen
    - Propiedades de tracción (es decir alargamiento):
      - Tras inmersión en agua (23°C) (sellantes plásticos)
      - A extensión mantenida tras inmersión en agua (sellantes elásticos)
    - Propiedades de tracción (es decir módulo secante) para sellantes no estructurales de bajo módulo utilizados en juntas en zonas climáticas frías (-30°C)
    - Propiedades de tracción a extensión mantenida para sellantes no estructurales utilizados en juntas en zonas climáticas frías
  - Durabilidad
- Sellantes para fachadas para aplicación interior (EN 15651-1):
  - Reacción al fuego
  - Emisión de productos químicos peligrosos para el ambiente y la salud
  - Estanquidad al agua y al aire:
    - Resistencia a la fluencia

- Pérdida de volumen
  - Propiedades de tracción (es decir alargamiento) en la rotura a 23°C
- Durabilidad
- Sellantes para fachadas para aplicación en acristalamiento (EN 15651-2):
  - Reacción al fuego
  - Emisión de productos químicos peligrosos para el ambiente y la salud
  - Estanquidad al agua y al aire:
    - Resistencia a la fluencia
    - Pérdida de volumen
    - Propiedades de adhesión/cohesión tras exposición a agua caliente y luz artificial
    - Propiedades de tracción (es decir módulo secante) para sellantes no estructurales de bajo módulo utilizados en juntas en zonas climáticas frías (-30°C)
    - Propiedades de tracción (es decir a extensión mantenida) para sellantes no estructurales de bajo módulo utilizados en juntas en zonas climáticas frías (-30°C)
- Durabilidad
- Sellantes para juntas para uso no estructural en áreas (EN 15651-3):
  - Reacción al fuego
  - Emisión de productos químicos peligrosos para el ambiente y la salud
  - Estanquidad al agua y al aire:
    - Resistencia a la fluencia
    - Pérdida de volumen
    - Propiedades de tracción (es decir alargamiento):
      - Tras inmersión en agua a 23°C (clase S)
      - A extensión mantenida tras inmersión en agua (clase XS)
    - Crecimiento microbiológico
- Durabilidad
- Sellantes para juntas de dilatación no estructurales en pavimentos para uso exterior y/o interior (EN 15651-4):
  - Reacción al fuego
  - Emisión de productos químicos peligrosos para el ambiente y la salud
  - Estanquidad al agua y al aire:
    - Propiedades de tracción a extensión mantenida
    - Pérdida de volumen
    - Resistencia a la rotura
    - Propiedades de adherencia/cohesión a extensión mantenida tras inmersión en agua durante 28 días (no requerido para uso interior)
    - Propiedades de adherencia/cohesión a extensión mantenida tras inmersión en agua salada durante 28 días (no requerido para uso interior)
    - Propiedades de tracción (es decir módulo secante) a (-30 ± 2)°C para zonas frías (en zonas climáticas frías)
    - Propiedades de tracción a extensión mantenida a (-30 ± 2)°C para zonas frías (en zonas climáticas frías)
- Durabilidad
- Productos de sellado aplicados en calientes corrientes y resistentes a carburantes para pavimentos de hormigón utilizados en superficies sometidas a tráfico (EN 1488-1):
  - Adherencia
  - Cohesión
  - Estanquidad
  - Resistencia a la deformación
  - Durabilidad de la cohesión después de la inmersión en productos líquidos químicos
  - Durabilidad de la adherencia y de la estanquidad en el contacto con capas bituminosas
- Productos de sellado aplicados en frío corrientes y resistentes a carburantes para pavimentos de hormigón utilizados en superficies sometidas a tráfico (EN 1488-2):

- Adherencia
- Cohesión
- Estanquidad
- Resistencia a la deformación
- Durabilidad de la estanquidad frente a productos químicos
- Durabilidad de la cohesión después de la inmersión en productos líquidos químicos
- Durabilidad de todas las características mandatadas frente al envejecimiento
- Resistencia a la llama
- Juntas preformadas fabricadas de caucho vulcanizado utilizadas en pavimentos de hormigón (EN 1488-3):
  - Cohesión
  - Estanquidad
  - Resistencia a la deformación

## 5.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- La conformidad de las masillas de sellado que dispongan de marcado CE, se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al citado marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto y este PCTG.

03.- En determinados casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de Obra podrán exigir controles adicionales, que se llevarán a cabo de acuerdo con Normas UNE.

04.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

## 6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado para la unidad de obra de que forme parte.



## Sección 2.<sup>a</sup>

### APOYOS ESTRUCTURALES

---

#### ARTÍCULO 26.21.- APOYOS ESTRUCTURALES

---

##### 1.- DEFINICIONES

01.- Los apoyos estructurales son elementos que transmiten cargas entre dos elementos estructurales, permitiendo giros y/o movimientos en unas direcciones e impidiéndolos en otras.

02.- Los principales tipos son los siguientes:

- Apoyos elastoméricos: los que incluyen un bloque de elastómero vulcanizado.
- Apoyos de rodillo: los que están compuestos por uno o varios rodillos situados entre dos placas, una superior y otra inferior.
- Apoyos *pot*: los formados por una almohadilla de elastómero confinado en un cilindro por un pistón.
- Apoyos de oscilación: los formados por balancines, lineales o puntuales, que permiten el giro alrededor de uno o todos los ejes, respectivamente.
- Apoyos PTFE esféricos y cilíndricos: los compuestos por una placa cóncava y otra convexa (esféricas o cilíndricas), entre las que se dispone una lámina de Politetrafluoroetileno (PTFE o teflón).
- Apoyos guiados: los que proporcionan bloqueo en una dirección horizontal, sin transmitir cargas verticales.
- Apoyos bloqueados: los que impiden los movimientos en el plano horizontal, sin transmitir cargas verticales.

##### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

###### 2.1.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- EN 1337-3. Apoyos estructurales. Parte 3: Apoyos elastoméricos.

02.- EN 1337-4. Apoyos estructurales. Parte 4: Apoyos de rodillo

03.- EN 1337-5. Apoyos estructurales. Parte 5: Apoyos «pot».

04.- EN 1337-6. Apoyos estructurales. Parte 6: Apoyos oscilantes

05.- EN 1337-7. Apoyos estructurales. Parte 7: Apoyos de PTFE cilíndricos y esféricos.

06.- EN 1337-8. Apoyos estructurales. Parte 8: Apoyos guía y apoyos de bloqueo.

###### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- UNE-EN 1337. Apoyos estructurales. Todas las partes.

##### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los apoyos estructurales tendrán Mercado CE de acuerdo con la parte de la Norma EN 1337 que le corresponda, según la clasificación realizada en la Norma EN 1337-1.

02.- En el proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en las Normas EN correspondientes, para los requisitos siguientes:

- Apoyos elastoméricos tipo A, B, C y F sin superficies o elementos de deslizamiento como se indica en el objeto y campo de aplicación de la Norma EN 1337-3:
  - Capacidad de carga del apoyo
  - Capacidad de rotación
  - Aspectos de durabilidad
- Apoyos elastoméricos tipo D con superficies de deslizamiento como se indica en el objeto y campo de aplicación de la Norma EN 1337-3:
  - Capacidad de carga del apoyo
  - Capacidad de rotación
  - Aspectos de durabilidad
- Apoyos elastoméricos tipo E con superficies de deslizamiento como se indica en el objeto y campo de aplicación de la Norma EN 1337-3:
  - Capacidad de carga del apoyo
  - Capacidad de rotación
  - Aspectos de durabilidad
  - Capacidad de carga del apoyo (del elemento de deslizamiento)
  - Coeficiente de fricción (del elemento de deslizamiento)
  - Aspectos de durabilidad (del elemento de deslizamiento)
- Apoyos de rodillo como los descritos en el objeto y campo de aplicación de la Norma EN 1337-4:
  - Capacidad de carga del apoyo
  - Capacidad de rotación
  - Coeficiente de rozamiento del elemento rodante
  - Durabilidad
    - frente a cargas repetitivas
    - frente a bajas y altas temperaturas
    - frente a la corrosión
- Apoyos de rodillo con elementos deslizantes como los descritos en el objeto y campo de aplicación de la Norma EN 1337-4:
  - Capacidad de carga del apoyo
  - Capacidad de rotación
  - Coeficiente de rozamiento del elemento rodante
  - Durabilidad
    - frente a cargas repetitivas
    - frente a bajas y altas temperaturas
    - frente a la corrosión
  - Capacidad de carga (del elemento deslizante)
  - Coeficiente de rozamiento (del elemento deslizante)
  - Aspectos de durabilidad (del elemento deslizante)
- Apoyos “pot” sin elementos de deslizamiento cubiertos por el objeto y campo de aplicación de la Norma EN 1337-5:
  - Capacidad portante
  - Capacidad de rotación
  - Aspectos de durabilidad

- Apoyos “pot” deslizantes cubiertos por el objeto y campo de aplicación de la Norma EN 1337-5:
  - Capacidad portante
  - Capacidad de rotación
  - Aspectos de durabilidad
  - Capacidad portante (del elemento deslizante)
  - Coeficiente de rozamiento (del elemento deslizante)
  - Aspectos de durabilidad (del elemento deslizante)
  
- Apoyos oscilantes tal y como se describen en el objeto y campo de aplicación de la Norma EN 1337-6:
  - Capacidad de carga del apoyo
  - Capacidad de rotación
  - Durabilidad
    - frente a cargas repetitivas
    - frente a bajas y altas temperaturas
    - frente a la corrosión
  
- Apoyos oscilantes con elementos deslizantes planos tal y como se describen en el objeto y campo de aplicación de la Norma EN 1337-6:
  - Capacidad de carga del apoyo
  - Capacidad de rotación
  - Durabilidad
    - frente a cargas repetitivas
    - frente a bajas y altas temperaturas
    - frente a la corrosión
  - Capacidad de carga (del elemento deslizante)
  - Coeficiente de rozamiento (del elemento deslizante)
  - Aspectos de durabilidad (del elemento deslizante)
  
- Apoyos cilíndricos y esféricos incluidos en el campo de aplicación de la Norma EN 1337-7:
  - Capacidad de carga
  - Capacidad de rotación
  - Aspectos relativos a la durabilidad
  
- Apoyos cilíndricos y esféricos con partes deslizantes planas incluidos en el campo de aplicación de la Norma EN 1337-7:
  - Capacidad de carga
  - Capacidad de rotación
  - Aspectos relativos a la durabilidad
  - Capacidad de carga (de los elementos deslizantes)
  - Coeficiente de rozamiento (de los elementos deslizantes)
  - Aspectos relativos a la durabilidad (de los elementos deslizantes)
  
- Apoyos guía incluidos en el campo de aplicación de la Norma EN 1337-8:
  - Capacidad de carga lateral del apoyo
  - Capacidad de rotación
  - Rozamiento
  - Durabilidad
  
- Apoyos de bloqueo incluidos en el campo de aplicación de la Norma EN 1337-8:
  - Capacidad de carga lateral del apoyo
  - Capacidad de rotación
  - Durabilidad

#### 4.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Las características del apoyo recogidas en la declaración de conformidad (capacidad de carga, rotación y movimiento, rozamiento, etc.) coincidirán con las indicadas en proyecto.

02.- Al colocar el Marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

03.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y este PCTG.

04.- En el Proyecto se podrán especificar controles adicionales que se deberán realizar a la recepción del producto.

05.- El fabricante aportará la ficha técnica y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

##### 4.1.- Control de producción

01.- El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra la pauta de control de producción que se propone realizar. Esta pauta incluirá:

- El control de recepción de los apoyos suministrados por el fabricante. Se incluirán los certificados de garantía de todos y cada uno de los apoyos suministrados, la naturaleza y características del material elastomérico y de las placas de zunchado, en su caso.
- El control de la manipulación y almacenamiento de los apoyos en obra.
- El control de los materiales y de la ejecución de la capa de asiento.
- El control de colocación de los apoyos.
- El control de la capa adhesiva superior, en su caso.

02.- Los anteriores controles se efectuarán para verificar el cumplimiento de todas las prescripciones establecidas en este Artículo y en el PCTP, debiéndose llevar a cabo para todos los apoyos individualmente.

##### 4.2.- Control de recepción en obra

01.- El PCTP, o la Dirección de Obra en su caso, establecerá la pauta del Control de recepción de alguno o todos los puntos del control de producción. El control se ejercerá sobre cada uno de los apoyos a colocar en obra.

02.- Deberá rechazarse todo apoyo que no cumpla alguna de las prescripciones indicadas en este artículo o en el PTP. También se rechazarán los apoyos sobre los que existan dudas o ignorancia acerca de su buen comportamiento y durabilidad.

03.- El control de recepción incluirá la verificación de la idoneidad de las operaciones de montaje en obra.

## 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Los apoyos se medirán de acuerdo con la unidad de la que formen parte.

## Sección 3.<sup>a</sup>

### RESINAS REACTIVAS

---

#### ARTÍCULO 26.31.- RESINAS REACTIVAS

---

##### 1.- DEFINICIONES

01.- Una resina reactiva es una mezcla de productos de síntesis que, bajo la acción de un catalizador o de un endurecedor, es susceptible de sufrir una transformación química de polimerización de reticulación tridimensional, que la hace pasar del estado líquido al estado sólido. Esta reticulación se produce sin aportación de calor exterior y el calentamiento posterior no puede reblandecer el producto endurecido; se trata de altos polímeros termoestables.

02.- A la resina base se le añaden, generalmente, aditivos modificadores, cargas y otros aditivos según la finalidad buscada; y puede también ser reforzada con materiales fibrosos.

03.- Se denomina sistema de resina al conjunto de materiales que constituyen el producto a aplicar en obra formado por una o varias resinas de base y otros polímeros, en unión de catalizadores, endurecedores, cargas o filler y aditivos modificadores, con la adición, en su caso, de alquitranes, betunes u otros materiales no poliméricos. La preparación y dosificación se realizará según una determinada formulación previamente estudiada y probada, en función de las condiciones de servicio a que vaya a estar sometida la obra a lo largo de su vida útil.

##### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

###### 2.1.- Normas básicas de referencia

01.- Boletín nº 43 de la Comisión Internacional de Grandes Presas. "Synthetic resins for facings of dams". Año 1982.

02.- Informe UNE 83701:1994 IN Morteros epoxi para reparaciones de hormigón. Recomendaciones de uso.

##### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- En el CUADRO 26.31.1 se indican las resinas comúnmente usadas según las aplicaciones siguientes:

- (a<sub>1</sub>) Protección del hormigón contra agentes agresivos químicos.
- (a<sub>2</sub>) Protección del hormigón contra agentes agresivos mecánicos.
- (b) Juntas.
- (c) Morteros y hormigones.
- (d) Inyecciones.
- (e) Adhesivos para la unión de elementos de hormigón endurecido.
- (f) Adhesivos para la unión de hormigón fresco al endurecido.
- (g) Adhesivos para la unión de elementos metálicos a hormigón.



CUADRO 26.31.1

Clase de resina sintética	APLICACIONES							
	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	b	c	d	e	f	g
Epoxi	+	+		+	+	+	+(1)	+
Epoxi-acríticas	+	-		+	+			
Poliéster	+	-		-	-			
Poliuretano	+		+					
Polietileno cloro-sulfonado (Hypalon)	+							
Caucho cloropreno	+						-(2)	
Caucho de silicona	+		+					
Caucho polisulfuro (ticcol)			+					
Metacrilato de uretano.....								+

+ Más empleadas

- Menos empleadas

(1) Resina epoxi compatible con el agua

(2) Sistema mixto epoxi-neopreno

#### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- El proceso desde la fabricación hasta el empleo en obra de las resinas suele estar organizado en tres niveles de agentes: fabricante, formulador y aplicador.

- El fabricante de la resina es el agente que produce una amplia gama de resinas de base. Para su reacción química, las resinas requieren endurecedores de los que existe una gran variedad de tipos y de suministradores.
- El formulador de resinas, a partir de resinas de base, endurecedores, aditivos, cargas y aditivos coadyuvantes, prepara en fábrica el producto, habitualmente bajo la modalidad de dos a tres componentes envasados por separado, para su mezclado en el momento de empleo.
- En muchos casos existe un tercer agente especialista aplicador en obra responsable de la preparación, dosificación, mezclado y aplicación del producto.

02.- La adopción del sistema, la de su correspondiente formulación y el procedimiento de empleo en obra habrán de ser sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra, después de realizados los ensayos y pruebas que este ordene y antes de iniciar los trabajos de acopio y preparación de los materiales.

Para la selección, la Dirección de Obra se apoyará en la Norma EN 1992-4.

03.- Realizado un examen minucioso de las condiciones de servicio, así como de las de ejecución de los trabajos, se establecerán las prescripciones concretas que deberá cumplir la obra a ejecutar y se definirán las propiedades que esta deberá poseer, con un orden de prioridad en materia de durabilidad, resistencia, adherencia, flexibilidad, impermeabilidad, resistencia química, etc.

04.- Siempre que sea posible se realizarán pruebas *in situ* antes de decidir acerca del tipo de resina, de su formulación y de la técnica de aplicación.

05.- La resina elegida deberá estar formulada específicamente por el fabricante para la aplicación y la situación de obra concretas.

06.- Se emplearán preferentemente resinas homologadas con Marcado CE.

## 5.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

01.- Los suministradores de resinas deben proporcionar datos de las propiedades físicas del producto final y del método de ensayo correspondiente, incluyendo la velocidad de aplicación del esfuerzo, el tiempo bajo carga constante y/o la temperatura del material. No obstante, es conveniente estimar, con suficiente aproximación, el comportamiento del producto colocado en obra mediante ensayos y pruebas, en cada caso particular.

02.- A título orientativo se transcriben en el CUADRO 26.31.2 los valores usuales de algunos parámetros relativos a dos clases de resina corrientemente empleada, epoxi y poliéster.

CUADRO 26.31.2

### PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS

Propiedades	R. Epoxi morteros y hormigones	R. Poliéster morteros y hormigones
Resistencia a compresión (Kp/cm <sup>2</sup> ) .....	550-1.000	550-1.000
Módulo de deformación a compresión (Kp/cm <sup>2</sup> )	20-100x10 <sup>3</sup>	20-100x10 <sup>3</sup>
Resistencia a la flexotracción (Kp/cm <sup>2</sup> ).	280-480	250-300
Resistencia a la tracción (Kp/cm <sup>2</sup> ) .....	90-140	80-170
Alargamiento de rotura (%) .....	0-15	0-2
Coefficiente de dilatación térmica lineal por °C .....	25-30x10 <sup>-6</sup>	25-35x10 <sup>-6</sup>
Absorción de agua en % a 7 días, a 25 °C	0-1	0,2-0,5

## 6.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Se emplearán preferentemente resinas que cuenten con marcado CE.

03.- Aunque las resinas no cuentan con una Norma Armonizada, el fabricante puede tramitar una Evaluación Técnica Europea (ETE), elaborada por un Organismo de Evaluación Técnica (OET) y se aprueba en el contexto de la EOTA (European Organisation for Technical Assessment). La ETE hace posible la Declaración de Prestaciones y el marcado CE de los productos no cubiertos o no totalmente cubiertos por una especificación técnica armonizada.

04.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.



05.- La conformidad del producto con Marcado CE se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al Marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto y este PCTG.

06.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

07.- Si la resina no cuenta con Marcado CE, la Dirección de Obra deberá ordenar una serie de ensayos a las mismas para garantizar que cumplen con las especificaciones exigidas en el Proyecto y en este PCTG. Se dividirá la obra en lotes o partidas, en función de sus características y plazos de ejecución de la obra. De cada lote se realizará un muestreo de un cinco por ciento (5%) del material (ASTM D 1765-95), sobre el que se efectuarán los ensayos. Estos ensayos pueden ser los siguientes:

Resina base

- Peso por equivalente epoxi (UNE-EN ISO 3001)
- Viscosidad (UNE-EN ISO 1628-1)
- Color (UNE-EN ISO 4630)
- Peso específico (UNE-EN ISO 1675)

Endurecedor

- Contenido de amina total (UNE-EN ISO 9702)
- Peso específico (UNE-EN ISO 1675)
- Color (UNE-EN ISO 4630)

Cargas. Se deberá comprobar: La naturaleza mineralógica, granulometría, peso específico, color, homogeneidad, etc., utilizando las Normas UNE correspondientes.

08.- En el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinada "Marca de Calidad", concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo establecido en el Artículo 15.52.

## 7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de las resinas se realizará según lo indicado para la unidad de obra de que forme parte.

## ARTÍCULO 26.32.- RESINAS EPOXI

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Las resinas epoxi son resinas reactivas que constituyen el componente básico de los sistemas de resinas epoxídicas preparados para su empleo según una determinada formulación.

02.- Las resinas epoxi son resinas sintéticas caracterizadas por poseer en su molécula uno o varios grupos epoxi, que pueden polimerizarse, sin aportación de calor, cuando se mezclan con un agente catalizador denominado "agente de curado" o "endurecedor". Por sí solas no tienen aplicación práctica.

03.- Los diferentes usos de las resinas epoxi son los descritos en el Apartado 3 del Artículo 26.31. Se emplean para coladas, revestimientos, estratificados, encapsulados, prensados, extrusionados, adhesivos y en otras aplicaciones de conglomeración de materiales.

### 2.- CONDICIONES GENERALES

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 4 del Artículo 26.31 "Resinas Reactivas", así como todas aquellas prescripciones que, con carácter general, son de aplicación a todas las resinas reactivas.

### 3.- COMPONENTES DE LOS SISTEMAS EPOXI

#### 3.1.- Sistema epoxi

01.- Los sistemas epoxi o formulaciones epoxi, se componen de dos elementos principales: resina y endurecedor, a los que pueden incorporarse agentes modificadores tales como diluyentes, flexibilizadores, cargas y otros que tienen por objeto modificar las propiedades físicas o químicas del sistema de resina o abaratarlo.

#### 3.2.- Resinas de base

01.- Las resinas epoxi pueden clasificarse en los cinco grupos químicos siguientes:

- Éteres glicéricos.
- Ésteres glicéricos.
- Aminas glicéricas.
- Alifáticas lineales.
- Cicloalifáticas.

02.- El grupo más importante comercialmente es el de los éteres glicéricos. La inmensa mayoría de las resinas epoxi empleadas en la construcción son productos de condensación que resultan de las epiclorhidrina con compuestos de varios grupos fenólicos, generalmente con el difenol-propano, comúnmente conocido con el nombre de bisfenol A. La epiclorhidrina y el bisfenol A son derivados de gases desprendidos en la destilación del petróleo.

03.- En cada caso se estudiará la formulación del sistema más adecuado a las temperaturas que se prevean, tanto del ambiente como de la superficie del material donde vaya a realizar la aplicación.

04.- El tipo de sistema y su formulación deberá ser previamente aprobado por la Dirección de Obra y las características de los componentes y del sistema deberán ser garantizadas por el fabricante o por el formulador, en su caso.

Para la selección, la Dirección de Obra se apoyará en la Norma EN 1992-4.

### 3.3.- Endurecedores

01.- El endurecimiento de una resina puede hacerse con un agente o con un endurecedor. En el primer caso, una molécula epoxi se une a otra en presencia del catalizador. En el segundo caso el reactivo endurecedor o agente de curado se combina con una o más moléculas de resina.

02.- Los agentes catalizadores más empleados son las bases fuertes tales como aminas terciarias o materiales fuertemente aceptores de protones, como el trifluoruro de boro.

03.- Los reactivos endurecedores más comunes son las aminas y sus derivados, poliaminas o poliamidas, y los ácidos y anhídridos orgánicos.

04.- En el proceso químico de curado o endurecimiento del sistema de resina se produce una reticulación tridimensional de las macromoléculas sin formación de productos secundarios. La reacción es exotérmica pudiendo producir una elevación considerable de temperatura del sistema que debe ser tenida en cuenta en cada caso particular al elegir la resina y el endurecedor. El calor de curado cuando el endurecedor es una amina es del orden de 25 kcal/mol epoxi.

05.- Por otra parte, deberá conocerse de antemano, mediante ensayos y pruebas suficientes, el tiempo útil de aplicación (tiempo de trabajo o "potlife") desde el momento de mezclado de la resina con el endurecedor y el tiempo de curado (hasta alcanzar su total resistencia) a distintas temperaturas ambiente en la gama de temperatura previsible.

06.- Los agentes de curado o endurecedores pueden clasificarse en agentes de curado en frío y agentes de curado en caliente. Los primeros reaccionan con las resinas a temperaturas ordinarias o bajas, en atmósferas particularmente húmedas; de este grupo son: las aminas alifáticas primarias, las poliaminas, las poliamidas y los poliisocianatos. Los agentes de curado en caliente más empleados son los anhídridos orgánicos, las aminas primarias y aromáticas y los catalizadores, que son inactivos a temperaturas ordinarias, pero que se descomponen en componentes activos al calentarlos.

### 3.4.- Modificadores de las formulaciones

01.- Los modificadores son cualquier tipología de sustancias, reactivas o inertes, que se añaden a la formulación con el fin de conseguir determinadas características en el producto final.

02.- Estos modificadores juegan un papel muy importante en el comportamiento de las resinas epoxi, porque con su adición pueden conseguirse mejoras de resistencias mecánicas, de adherencia, a las condiciones de aplicación, etc.

03.- Entre los modificadores más importantes se encuentran los siguientes:

- Diluyentes.
- Flexibilizantes.
- Plastificantes.
- Agentes tixotrópicos.
- Fibras.
- Antiespumantes.
- Pigmentos.

#### 4.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

01.- Las características físicas de las formulaciones epoxi endurecidas son las descritas en el Apartado 5 del Artículo 26.31, "Resinas reactivas".

#### 5.- IDENTIFICACIÓN

01.- Los envases irán marcados con el nombre del producto y el del fabricante o vendedor, tipo y calidad, número del lote o de control, la cantidad contenida y fecha de caducidad.

#### 6.- TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

01.- Los productos serán envasados en bidones comerciales tipo que los protejan de contaminación.

02.- Los envases se almacenarán en un ambiente seco y en un rango de temperatura adecuado, sin incidencia directa del sol.

03.- Las condiciones de almacenamiento respetarán las establecidas por el fabricante.

#### 7.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Los productos se recepcionarán de acuerdo con lo indicado en el Apartado 6 del Artículo 26.31, "Resinas reactivas".

#### 8.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las resinas epoxi se medirán y abonarán de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que formen parte.

## Sección 4.<sup>a</sup>

### LAMINAS Y MEMBRANAS POLIMÉRICAS

---

#### ARTÍCULO 26.41.- LAMINAS POLIMÉRICAS PARA IMPERMEABILIZACIÓN

---

##### 1.- DEFINICIONES

01.- Se definen como láminas impermeables de polímeros las láminas flexibles fabricadas con materiales poliméricos, termoplásticos o elastoméricos, con o sin armadura de fibras sintéticas, que se emplean como elemento impermeable en obras de impermeabilización bidimensional.

##### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

###### 2.1.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- EN 13859-1. Láminas flexibles para impermeabilización. Definiciones y características de las láminas auxiliares. Parte 1: Láminas auxiliares para cubiertas con elementos discontinuos.

02.- EN 13859-2. Láminas flexibles para impermeabilización. Definiciones y características de las láminas auxiliares. Parte 2: Láminas auxiliares para muros.

03.- EN 13956. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas plásticas y de caucho para impermeabilización de cubiertas. Definiciones y características.

04.- EN 13967. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas anticapilaridad plásticas y de caucho, incluidas las láminas plásticas y de caucho que se utilizan para la estanquidad de estructuras enterradas. Definiciones y características.

05.- EN 13984. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas plásticas y de caucho para el control del vapor. Definiciones y características.

06.- EN 14909. Láminas flexibles para impermeabilización. Barreras anticapilaridad plásticas y de caucho. Definiciones y características.

###### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- UNE-EN ISO 1183-1. Plásticos. Métodos para determinar la densidad de plásticos no celulares. Todas las partes.

02.- UNE 53127. Plásticos celulares. Determinación de las características de combustión de probetas en posición horizontal sometidas a una llama pequeña.

##### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Por el espesor, las láminas impermeables se clasifican en:

- Películas, espesor menor de 0,5 mm.
- Láminas delgadas, espesor de 0,5 a 2 mm.
- Láminas gruesas, espesor de 2 a 10 mm.

02.- Por el tipo de armadura o refuerzo:

- Láminas simples (no reforzadas).
- Láminas reforzadas con fibras sintéticas en forma de:
  - Fieltro (no tejido).
  - Tejido.
  - Enrejado o malla.

03.- Por la naturaleza del material de base:

- Elastómeros.
- Termoplásticos.
- Polímeros con betún.

#### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las láminas deberán tener una superficie uniforme y estar libres de defectos tales como arrugas, burbujas, grietas y similares, y deben ser estancas al agua.

02.- En las láminas con armadura, esta deberá estar inserta de forma que las uniones entre láminas puedan realizarse correctamente por los mismos procedimientos que en las láminas simples de igual material polimérico de base.

03.- En el caso particular de su empleo en contacto con el agua potable las láminas deberán cumplir la legislación sanitaria vigente.

04.- En el caso particular de su empleo en contacto con el agua potable las láminas deberán cumplir la legislación sanitaria vigente. (Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.).

05.- Las láminas poliméricas cumplirán lo establecido en la Norma UNE-EN que le sea de aplicación, de las indicadas en el Apartado 2.1 de este Artículo.

06.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en las Normas EN correspondientes, para los requisitos siguientes:

- Láminas flexibles auxiliares para cubiertas con elementos discontinuos en edificación (UNE-EN 13859-1):
  - Reacción al fuego
  - Estanqueidad al agua
  - Propiedades de tracción
  - Resistencia al desgarro
  - Flexibilidad a baja temperatura (plegabilidad)
  - Durabilidad. Comportamiento frente al envejecimiento artificial respecto a:
    - o Resistencia a la penetración de agua
    - o Propiedades de tracción
  - Sustancias peligrosas
- Láminas flexibles auxiliares para revestimientos exteriores de muros en edificación (UNE-EN 13859-2):
  - Reacción al fuego
  - Estanqueidad al agua

- Resistencia al vapor de agua
- Propiedades de tracción
- Resistencia al desgarro
- Flexibilidad a baja temperatura (plegabilidad)
- Durabilidad. Comportamiento frente al envejecimiento artificial respecto a:
  - o Resistencia a la penetración de agua
  - o Propiedades de tracción
- Sustancias peligrosas
- Láminas plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas (UNE-EN 13956):
  - Comportamiento frente al fuego exterior
  - Reacción al fuego
  - Estanqueidad al agua
  - Propiedades de tracción
  - Resistencia a raíces (solo para productos antirraíces en cubiertas ajardinadas)
  - Resistencia a una carga estática (solo para láminas protegidas)
  - Resistencia al impacto (solo para láminas protegidas)
  - Resistencia al desgarro
  - Resistencia de los solapes
  - Durabilidad (solo para láminas expuestas)
  - Plegabilidad
  - Sustancias peligrosas
- Láminas plásticas y de caucho anticapilaridad en edificación (UNE-EN 13967):
  - Reacción al fuego
  - Estanqueidad
  - Resistencia al desgarro (por clavo)
  - Resistencia de los solapos
  - Resistencia al impacto
  - Propiedades de tracción
  - Resistencia a carga estática
  - Durabilidad:
    - o Contra envejecimiento/degradación
    - o Contra agentes químicos
  - Sustancias peligrosas
- Láminas flexibles plásticas y de caucho para el control del vapor en edificios (UNE-EN 13984):
  - Estanqueidad al agua
  - Resistencia al impacto
  - Durabilidad:
    - o Resistencia al vapor de agua tras envejecimiento artificial
    - o Resistencia química
  - Resistencia al desgarro
  - Resistencia de los solapos
  - Resistencia al vapor de agua
  - Propiedades de tracción
  - Reacción al fuego
  - Sustancias peligrosas
- Láminas flexibles y de caucho usadas como barreras anticapilaridad en edificios (UNE-EN 14909):
  - Estanquidad
  - Resistencia al impacto
  - Durabilidad:
    - o Estanquidad tras el envejecimiento acelerado
    - o Resistencia a los agentes alcalinos
  - Resistencia a bajas temperaturas
  - Reacción al fuego
  - Sustancias peligrosas

## 5.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

01.- Espesor: El espesor nominal de la lámina será definido por el fabricante y la tolerancia del espesor medio de la lámina suministrada, medido según la Norma UNE-EN ISO 24346, será de  $\pm 10$  por 100, respecto del espesor nominal, salvo disposición más restrictiva en el Proyecto o en la Norma UNE-EN que define su Marcado CE.

02.- Recubrimiento: En el caso de láminas armadas, el espesor del recubrimiento de material polimérico, medido en dos puntos de cruce de los hilos de la malla, o en dos puntos de mínimo recubrimiento, deberá ser como mínimo de 0,3 mm, con una tolerancia de  $\pm 10$  por 100, respecto a1 valor nominal.

03.- Anchura: La anchura nominal de la lámina será definida por el fabricante, admitiéndose una tolerancia de  $\pm 1$  por 100, respecto del valor nominal, salvo disposición más restrictiva en el Proyecto o en la Norma UNE-EN que define su Marcado CE. La medición se hará según la Norma UNE-EN ISO 24341.

## 6.- IDENTIFICACIÓN

01.- Todas las láminas deberán tener un marcado de forma indeleble que especifique los siguientes términos:

- Designación comercial y marca de fábrica.
- Indicación del grupo y tipo del material de base.
- Indicación del material de la armadura, en su caso.
- Marca de calidad, si la tiene, de la entidad que la ampara.
- Referencia a Normas.
- Año de fabricación.

## 7.- TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

01.- Se seguirán las instrucciones y recomendaciones dadas por el fabricante para la manipulación, transporte y almacenamiento de las láminas hasta su puesta en obra.

## 8.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Las láminas poliméricas impermeabilizantes de los tipos y para los usos establecidos en el Párrafo 6 del Apartado 4 de este Artículo deberán contar con Marcado CE y deberán cumplir los requisitos establecidos en las Normas EN correspondientes según el tipo y aplicación.

02.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.



04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto y en este PCTG.

05.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

06.- En el Proyecto se podrán especificar controles adicionales que se deberán realizar a la recepción del producto.

07.- Cuando el producto no disponga de Marcado CE o cuando la Dirección de Obra o el Proyecto lo requiera, se realizarán pruebas y verificaciones sobre muestras tomadas del producto elaborado suministrado por el fabricante.

08.- Las muestras para los ensayos de comprobación de las características físicas serán escogidas al azar por la Dirección de Obra o persona en quien delegue con el fin de obtener el siguiente número de ellas para cada pedido.

Superficie total, en m <sup>2</sup> , de las láminas que componen el pedido	Número de muestras
150 o menos	1
de 150 a 300	2
de 300 a 1.500	4
de 1.500 a 3.000	8
más de 3.000	15

09.- Cuando una muestra no satisfaga una prueba, se repetirá esta misma sobre dos muestras más tomadas del mismo pedido ensayado. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el pedido, aceptándose si el resultado de ambas es satisfactorio.

10.- En productos sin marcado CE, pero amparados por determinada "Marca de Calidad" concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo definido en el Artículo 15.52.

## 9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de las láminas se realizarán de acuerdo con lo establecido para la unidad de obra de que formen parte.

02.- En los acopios, las láminas se medirán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente almacenados en obra.

## **ARTÍCULO 26.42.- MEMBRANAS LÍQUIDAS POLIMÉRICAS IMPERMEABILIZANTES**

### 1.- DEFINICIONES

01.- Son membranas líquidas poliméricas los sistemas de impermeabilización que se basan en productos líquidos o de consistencia pastosa, que una vez endurecidos forman una capa impermeable sobre el soporte.

02.- Tras su aplicación, estos sistemas quedan totalmente adheridos al soporte, sin posibilidad de circulación de agua entre la interfase membrana-soporte, lo que permite una detección de fallos y reparación inmediata.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- EN 14891. Membranas líquidas de impermeabilización para su uso bajo baldosas cerámicas. Requisitos, métodos de ensayo, evaluación de la conformidad, clasificación y designación.

02.- UNE-EN 1504-2. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 2: Sistemas de protección superficial para el hormigón.

### 3.- TIPOS

01.- Los principales tipos de membranas líquidas poliméricas son:

- Poliureas
- Poliuretano
- Poliuretano metacrilato

#### 3.1.- Membranas de Poliureas

01.- Las poliureas se caracterizan por tener altas resistencias mecánicas y químicas.

02.- Se distinguen las poliureas puras y las poliureas híbridas.

03.- Las poliureas puras se formulan a partir de isocianato y amina, que da como resultado una urea.

Las poliureas puras tienen en general mayor resistencia química y mecánica que las poliureas híbridas, y son más rígidas.

Se caracterizan por una rápida puesta en servicio. Dependiendo de la temperatura, se puede proceder a la extensión del pavimento bituminoso al cabo de 6 a 8 horas desde su aplicación.

04.- Las poliureas híbridas incorporan polioli.

Las poliureas híbridas tienen en general mayor elasticidad que las poliureas puras.

#### 3.2.- Membranas de Poliuretano

01.- Se trata de una membrana formulada a partir de diisocianato y polioliol, generando enlaces de tipo uretano.

02.- Presentan una excelente elasticidad y una buena resistencia química.

### 3.3.- Poliuretano metacrilato

01.- Se trata de una membrana de resina acrílica de poliuretano metacrilato.

02.- Se caracteriza por una rápida puesta en obra.

03.- Presenta una buena elasticidad, adherencia y capacidad de puenteo de fisuras.

## 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Cuando se empleen las membranas bajo baldosas cerámicas colocadas con adhesivos o para la protección de una estructura de hormigón, deberán contar con Marcado CE. En este caso, en el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 14891 o en la Norma EN 1504-2, para los requisitos siguientes:

- Productos de impermeabilización aplicados en fase líquida para aplicaciones exteriores y piscinas bajo baldosa cerámica (UNE-EN 14891):
  - Adherencia inicial en tracción
  - Estanquidad
  - Resistencia a la propagación de fisuras
  - Durabilidad de la adherencia inicial en tracción contra la acción del clima/envejecimiento térmico
  - Durabilidad de la adherencia inicial en tracción contra el contacto con agua de cal
  - Durabilidad de la adherencia inicial en tracción contra las heladas y los ciclos hielo/deshielo
  - Emisión de sustancias peligrosas
- Productos para protección superficial de estructuras de hormigón – impregnación, protección contra la penetración (UNE-EN 1504-2):
  - Permeabilidad al vapor de agua (cuando proceda)
  - Absorción capilar y permeabilidad al agua
  - Resistencia química (cuando proceda)
  - Compatibilidad térmica (cuando proceda)
  - Adhesión mediante el ensayo de arrancamiento (cuando proceda)
  - Reacción al fuego
  - Resistencia al derrape (cuando proceda)
  - Profundidad de penetración
  - Sustancias peligrosas

02.- Si la membrana no es resistente a la radiación UV, se dispondrá una protección adecuada, compatible con la membrana, según las indicaciones del fabricante.

03.- Se seguirán las indicaciones de aplicación del fabricante, atendiendo a los rangos de temperatura y humedad en los que es aplicable la impermeabilización.

04.- El producto deberá ser aplicado por profesionales con experiencia suficiente en la impermeabilización.

05.- Se podrán emplear aceleradores para reducir el tiempo de fraguado si así lo aprueba la Dirección de Obra. Los productos empleados estarán especialmente diseñados para el tipo de membrana empleada y se seguirán las recomendaciones del fabricante.

06.- Especialmente en exteriores, se deberá estudiar la dilatación térmica de los productos, puesto que coeficientes de dilatación térmica notablemente diferentes pueden producir tensiones de cizalladura en la unión que produzcan el despegue, especialmente entre baldosas adheridas y la impermeabilización.

## 5.- ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

01.- El producto se deberá conservar en su embalaje original sellado y en un lugar fresco, seco y protegido de las heladas y de la luz solar.

02.- Se evitarán las zonas calientes de almacenamiento (> 30°C), incluso por períodos breves.

## 6.- CONTROL DE LA EJECUCIÓN

01.- Se deberá realizar una prueba de aplicación del producto sobre la superficie a impermeabilizar, siguiendo las indicaciones de la Dirección de Obra.

02.- Se comprobará que la membrana ha quedado suficientemente adherida al soporte, realizando ensayo de arrancamiento por tracción, debiendo resistir la tensión mínima establecida en el PPTP.

03.- Se comprobará la homogeneidad en el recubrimiento mediante inspección visual y el espesor aplicado.

## 7.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Las membranas líquidas poliméricas para su uso bajo baldosas cerámicas o para la protección de estructuras de hormigón armado, deberán contar con Marcado CE y deberán cumplir los requisitos establecidos en la Norma EN 14891 o la Norma EN 1504-2, respectivamente.

02.- Para otras aplicaciones, se emplearán preferentemente productos con Marcado CE.

Aunque otros usos de las membranas líquidas poliméricas no cuentan con una Norma Armonizada, el fabricante puede tramitar una Evaluación Técnica Europea (ETE), elaborada por un Organismo de Evaluación Técnica (OET) y se aprueba en el contexto de la EOTA (European Organisation for Technical Assessment). La ETE hace posible la Declaración de Prestaciones y el marcado CE de los productos no cubiertos o no totalmente cubiertos por una especificación técnica armonizada.

03.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

04.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

05.- La conformidad del producto con Mercado CE se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al mercado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y en este PCTG.

En el Proyecto se podrán especificar controles adicionales que se deberán realizar a la recepción del producto.

06.- En productos sin Mercado CE, la Dirección de Obra establecerá los ensayos que se le deberán realizar al producto para verificar su conformidad con las especificaciones contempladas en el Proyecto.

07.- En el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinada "Marca de Calidad" concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo definido en el Artículo 15.52.

08.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

## 8.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de las membranas se realizarán de acuerdo con lo establecido para la unidad de obra de que formen parte.

## **ARTÍCULO 26.43.- MEMBRANAS LÍQUIDAS POLIMÉRICAS-BITUMINOSAS IMPERMEABILIZANTES**

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se trata de revestimientos de dos componentes que combina una resina epoxi, un alquitrán y un catalizador.

02.- Son muy resistentes a la humedad, al agua de mar, a los ácidos y álcalis, así como a aceites minerales y gasoil.

03.- Consiguen una superficie continua, elástica, con una impermeabilidad muy alta.

04.- Son altamente compatibles con el asfalto, resultando un producto muy adecuado para la impermeabilización de tableros de puentes.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- UNE-EN 1504-2. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 2: Sistemas de protección superficial para el hormigón.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Cuando se empleen las membranas para impermeabilizar estructuras de hormigón, deberán contar con Mercado CE. En este caso, en el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 1504-2, para los requisitos siguientes:

- Permeabilidad al vapor de agua (cuando proceda)
- Absorción capilar y permeabilidad al agua
- Resistencia química (cuando proceda)
- Compatibilidad térmica (cuando proceda)
- Adhesión mediante el ensayo de arrancamiento (cuando proceda)
- Reacción al fuego
- Resistencia al derrape (cuando proceda)
- Profundidad de penetración
- Sustancias peligrosas

### 4.- ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

01.- El producto se deberá conservar en su embalaje original sellado y en un lugar fresco, seco y protegido de las heladas y de la luz solar.

02.- Se evitarán las zonas calientes de almacenamiento (> 30°C), incluso por períodos breves.

## 5.- CONTROL DE LA EJECUCIÓN

01.- Se deberá realizar una prueba de aplicación del producto sobre la superficie a impermeabilizar, siguiendo las indicaciones de la Dirección de Obra.

02.- Se comprobará que la membrana ha quedado suficientemente adherida al soporte, realizando ensayo de arrancamiento por tracción, debiendo resistir la tensión mínima establecida en el PPTP.

03.- Se comprobará la homogeneidad en el recubrimiento mediante inspección visual y el espesor aplicado.

## 6.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Las membranas líquidas poliméricas-bituminosas para impermeabilización de estructuras de hormigón, deberán contar con Marcado CE y deberán cumplir los requisitos establecidos en la Norma EN 1504-2.

02.- Para otras aplicaciones, se emplearán preferentemente productos con Marcado CE.

Aunque otros usos de las membranas líquidas poliméricas-bituminosas no cuentan con una Norma Armonizada, el fabricante puede tramitar una Evaluación Técnica Europea (ETE), elaborada por un Organismo de Evaluación Técnica (OET) y se aprueba en el contexto de la EOTA (European Organisation for Technical Assessment). La ETE hace posible la Declaración de Prestaciones y el marcado CE de los productos no cubiertos o no totalmente cubiertos por una especificación técnica armonizada.

03.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

04.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

05.- La conformidad del producto con Marcado CE se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y en este PCTG.

En el Proyecto se podrán especificar controles adicionales que se deberán realizar a la recepción del producto.

06.- En productos sin Marcado CE, la Dirección de Obra establecerá los ensayos que se le deberán realizar al producto para verificar su conformidad con las especificaciones contempladas en el Proyecto.

07.- En el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinada "Marca de Calidad" concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo definido en el Artículo 15.52.

08.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

## 7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de las membranas se realizarán de acuerdo con lo establecido para la unidad de obra de que formen parte.



## ARTÍCULO 26.44.- GEOTEXTIL

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se denomina geotextil al material textil plano, permeable, polimérico (sintético o natural), que puede ser no-tejido, tejido o tricotado, que se emplea en contacto con suelos y/u otros materiales en aplicaciones geotécnicas y de ingeniería civil.

02.- Existen los siguientes tipos:

- No-tejido: el fabricado de fibras, filamentos u otros elementos orientados regular o aleatoriamente, unidos de forma mecánica y/o química y/o térmicamente.
- Tricotado: el fabricado por el entrelazado de una o más fibras, filamentos u otros elementos.
- Tejido: el fabricado al entrelazar, generalmente en ángulo recto, dos o más conjuntos de hilos, fibras, filamentos cintas u otros elementos.

03.- Los geotextiles pueden tener las siguientes funciones:

- Drenaje
- Filtración
- Protección
- Refuerzo
- Separación
- Control de la erosión superficial
- Barrera
- Liberación de la deformación

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- EN 13249. Geotextiles y productos relacionados. Características requeridas para su uso en la construcción de carreteras y otras zonas de tráfico (excluyendo las vías férreas y las capas de rodadura asfáltica).

02.- EN 13250. Geotextiles y productos relacionados. Características requeridas para su uso en construcciones ferroviarias.

03.- EN 13251. Geotextiles y productos relacionados. Características requeridas para su uso en movimientos de tierras, cimentaciones y estructuras de contención.

04.- EN 13252. Geotextiles y productos relacionados. Características requeridas para su uso en sistemas de drenaje.

05.- EN 13253. Geotextiles y productos relacionados. Características requeridas para su uso en obras para el control de la erosión (protección costera y revestimiento de taludes).

06.- EN 13254. Geotextiles y productos relacionados. Características requeridas para su uso en la construcción de embalses y presas.

07.- EN 13255. Geotextiles y productos relacionados. Características requeridas para su uso en la construcción de canales.

08.- EN 13256. Geotextiles y productos relacionados. Características requeridas para su uso en la construcción de túneles y estructuras subterráneas.

09.- EN 13257. Geotextiles y productos relacionados. Características requeridas para su uso en los vertederos de residuos sólidos.

10.- EN 13265. Geotextiles y productos relacionados. Características requeridas para su uso en proyectos de contenedores de residuos líquidos.

11.- EN 15381. Geotextiles y productos relacionados. Características requeridas para su uso en pavimentos y cubiertas asfálticas.

## 2.2.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN ISO 10318-1. Geosintéticos. Parte 1: Términos y definiciones.

## 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Si no se establece un valor en el Proyecto, las bandas de geotextil se colocarán con solapes no inferiores a los cincuenta centímetros (50 cm).

02.- El material se acopiará en lugares a cubierto.

03.- El geotextil se extenderá sobre una superficie lisa, previamente perfilada y libre de elementos cortantes y punzantes.

04.- Una vez colocado en su posición, se tendrá especial cuidado de no dañar el geotextil. Para ello, se cubrirá con la siguiente capa antes de transcurridos dos días, tiempo durante el que no podrán circular camiones sobre el mismo.

05.- La primera tongada colocada sobre el geotextil no contendrá elementos de tamaño superior a doscientos milímetros (200 mm), no circulando vehículos sobre el geotextil para extenderla.

06.- Los geotextiles tendrán Marcado CE de acuerdo con la Norma EN que le corresponda de las recogidas en el Apartado 2.1 de este Artículo.

07.- En el proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en las Normas EN correspondientes, para los requisitos siguientes:

- Geotextiles y productos relacionados para uso como filtración en construcción de carreteras y otras zonas de tráfico (UNE-EN 13249); en construcciones ferroviarias (UNE-EN 13250); en movimientos de tierras, cimentaciones y estructuras de contención (UNE-EN 13251); en obras para control de la erosión (UNE-EN 13253); en la construcción de embalses y presas (UNE-EN 13254); en la construcción de canales (UNE-EN 13255); en los vertederos de residuos sólidos (UNE-EN 13257); en la construcción de contenedores de residuos líquidos (UNE-EN 13265):
  - Resistencia a la tracción (en ambas direcciones)
  - Alargamiento a la carga máxima (en ambas direcciones)
  - Resistencia a la perforación dinámica
  - Tamaño de abertura característica
  - Permeabilidad al agua perpendicularmente al plano
  - Durabilidad

- Sustancias peligrosas
- Geotextiles y productos relacionados para uso como refuerzo en construcción de carreteras y otras zonas de tráfico (UNE-EN 13249); en construcciones ferroviarias (UNE-EN 13250); en movimientos de tierras, cimentaciones y estructuras de contención (UNE-EN 13251); en obras para control de la erosión (UNE-EN 13253); en la construcción de embalses y presas (UNE-EN 13254); en la construcción de canales (UNE-EN 13255); en los vertederos de residuos sólidos (UNE-EN 13257); en la construcción de contenedores de residuos líquidos (UNE-EN 13265):
  - Resistencia a la tracción (en ambas direcciones)
  - Alargamiento a la carga máxima (en ambas direcciones)
  - Resistencia al punzonado estático
  - Resistencia a la perforación dinámica
  - Durabilidad
  - Sustancias peligrosas
- Geotextiles y productos relacionados para uso como filtración y separación en construcción de carreteras y otras zonas de tráfico (UNE-EN 13249); en construcciones ferroviarias (UNE-EN 13250); en movimientos de tierras, cimentaciones y estructuras de contención (UNE-EN 13251); en obras para control de la erosión (UNE-EN 13253); en la construcción de embalses y presas (UNE-EN 13254); en la construcción de canales (UNE-EN 13255); en los vertederos de residuos sólidos (UNE-EN 13257):
  - Resistencia a la tracción (en ambas direcciones)
  - Alargamiento a la carga máxima (en ambas direcciones)
  - Resistencia al punzonado estático
  - Resistencia a la perforación dinámica
  - Tamaño de abertura característica
  - Permeabilidad al agua perpendicularmente al plano
  - Durabilidad
  - Sustancias peligrosas
- Geotextiles y productos relacionados para uso como refuerzo y separación en construcción de carreteras y otras zonas de tráfico (UNE-EN 13249); en construcciones ferroviarias (UNE-EN 13250); en movimientos de tierras, cimentaciones y estructuras de contención (UNE-EN 13251); en obras para control de la erosión (UNE-EN 13253); en la construcción de embalses y presas (UNE-EN 13254); en la construcción de canales (UNE-EN 13255); en los vertederos de residuos sólidos (UNE-EN 13257):
  - Resistencia a la tracción (en ambas direcciones)
  - Alargamiento a la carga máxima (en ambas direcciones)
  - Resistencia al punzonado estático
  - Resistencia a la perforación dinámica
  - Durabilidad
  - Sustancias peligrosas
- Geotextiles y productos relacionados para uso como filtración y refuerzo en construcción de carreteras y otras zonas de tráfico (UNE-EN 13249); en construcciones ferroviarias (UNE-EN 13250); en movimientos de tierras, cimentaciones y estructuras de contención (UNE-EN 13251); en obras para control de la erosión (UNE-EN 13253); en la construcción de embalses y presas (UNE-EN 13254); en la construcción de canales (UNE-EN 13255); en los vertederos de residuos sólidos (UNE-EN 13257); en la construcción de contenedores de residuos líquidos (UNE-EN 13265):
  - Resistencia a la tracción (en ambas direcciones)
  - Alargamiento a la carga máxima (en ambas direcciones)
  - Resistencia al punzonado estático
  - Resistencia a la perforación dinámica
  - Tamaño de abertura característica
  - Permeabilidad al agua perpendicularmente al plano
  - Durabilidad
  - Sustancias peligrosas

- Geotextiles y productos relacionados para uso como filtración, refuerzo y separación en construcción de carreteras y otras zonas de tráfico (UNE-EN 13249); en construcciones ferroviarias (UNE-EN 13250); en movimientos de tierras, cimentaciones y estructuras de contención (UNE-EN 13251); en obras para control de la erosión (UNE-EN 13253); en la construcción de embalses y presas (UNE-EN 13254); en la construcción de canales (UNE-EN 13255); en los vertederos de residuos sólidos (UNE-EN 13257):
  - Resistencia a la tracción (en ambas direcciones)
  - Alargamiento a la carga máxima (en ambas direcciones)
  - Resistencia al punzonado estático
  - Resistencia a la perforación dinámica
  - Tamaño de abertura característica
  - Permeabilidad al agua perpendicularmente al plano
  - Durabilidad
  - Sustancias peligrosas
- Geotextiles y productos relacionados para la filtración en sistemas de drenaje (UNE-EN 13252):
  - Resistencia a la tracción (en ambas direcciones)
  - Alargamiento a la carga máxima (en ambas direcciones)
  - Resistencia a la perforación dinámica
  - Tamaño de abertura característica
  - Permeabilidad al agua perpendicularmente al plano
  - Durabilidad
  - Sustancias peligrosas
- Geotextiles y productos relacionados para el drenaje en sistemas de drenaje (UNE-EN 13252):
  - Resistencia a la tracción (en ambas direcciones)
  - Alargamiento a la carga máxima (en ambas direcciones)
  - Capacidad de flujo de agua en el plano
  - Durabilidad
  - Sustancias peligrosas
- Geotextiles y productos relacionados para la filtración y la separación en sistemas de drenaje (UNE-EN 13252):
  - Resistencia a la tracción (en ambas direcciones)
  - Alargamiento a la carga máxima (en ambas direcciones)
  - Resistencia al punzonado estático
  - Resistencia a la perforación dinámica
  - Tamaño de abertura característica
  - Permeabilidad al agua perpendicularmente al plano
  - Durabilidad
  - Sustancias peligrosas
- Geotextiles y productos relacionados para la filtración y el drenaje en sistemas de drenaje (UNE-EN 13252):
  - Resistencia a la tracción (en ambas direcciones)
  - Alargamiento a la carga máxima (en ambas direcciones)
  - Resistencia a la perforación dinámica
  - Tamaño de abertura característica
  - Permeabilidad al agua perpendicularmente al plano
  - Capacidad de flujo de agua en el plano
  - Durabilidad
  - Sustancias peligrosas
- Geotextiles y productos relacionados para la filtración, separación y drenaje en sistemas de drenaje (UNE-EN 13252):
  - Resistencia a la tracción (en ambas direcciones)
  - Alargamiento a la carga máxima (en ambas direcciones)
  - Resistencia al punzonado estático

- Resistencia a la perforación dinámica
- Tamaño de abertura característica
- Permeabilidad al agua perpendicularmente al plano
- Capacidad de flujo de agua en el plano
- Durabilidad
- Sustancias peligrosas
- Geotextiles y productos relacionados para la protección en la construcción de embalses y presas (UNE-EN 13254); en la construcción de canales (UNE-EN 13255); en la construcción de túneles y estructuras subterráneas (UNE-EN 13256); en los vertederos de residuos sólidos (UNE-EN 13257); en la construcción de contenedores de residuos líquidos (UNE-EN 13265):
  - Resistencia a la tracción (en ambas direcciones)
  - Alargamiento a la carga máxima (en ambas direcciones)
  - Eficiencia de protección
  - Resistencia a la perforación dinámica
  - Durabilidad
  - Sustancias peligrosas
- Geotextiles y productos relacionados para el refuerzo y protección en la construcción de embalses y presas (UNE-EN 13254); en la construcción de canales (UNE-EN 13255); en los vertederos de residuos sólidos (UNE-EN 13257); en la construcción de contenedores de residuos líquidos (UNE-EN 13265):
  - Resistencia a la tracción (en ambas direcciones)
  - Alargamiento a la carga máxima (en ambas direcciones)
  - Resistencia al punzonado estático
  - Eficiencia de protección
  - Resistencia a la perforación dinámica
  - Durabilidad
  - Sustancias peligrosas
- Geotextiles y productos relacionados para el refuerzo en pavimentos y capas de rodadura asfáltica (UNE-EN 15381):
  - Resistencia a la tracción (en ambas direcciones)
  - Alargamiento (en ambas direcciones)
  - Resistencia al punzonado estático
  - Resistencia a la perforación dinámica
  - Durabilidad (resistencia a los álcalis, a la intemperie)
- Geotextiles y productos relacionados para el aligerado de tensiones en pavimentos y capas de rodadura asfáltica (UNE-EN 15381):
  - Resistencia a la tracción (en ambas direcciones)
  - Alargamiento:
    - o Alargamiento (en ambas direcciones)
    - o Retención de betún
  - Resistencia al punzonado estático
  - Durabilidad (resistencia a los álcalis, a la intemperie)
- Geotextiles y productos relacionados como capa de barrera en pavimentos y capas de rodadura asfáltica (UNE-EN 15381):
  - Resistencia a la tracción (en ambas direcciones)
  - Alargamiento (en ambas direcciones)
  - Resistencia al punzonado estático
  - Resistencia a la perforación dinámica
  - Durabilidad (resistencia a los álcalis, a la intemperie)
- Geotextiles y productos relacionados para el refuerzo, aligerado de tensiones y capa de barrera en pavimentos y capas de rodadura asfáltica (UNE-EN 15381):
  - Resistencia a la tracción (en ambas direcciones)
  - Alargamiento:
    - o Alargamiento (en ambas direcciones)

- Retención de betún
  - Resistencia al punzonado estático
  - Resistencia a la perforación dinámica
  - Durabilidad (resistencia a los álcalis, a la intemperie)
- Geotextiles y productos relacionados para el aligerado de tensiones y capa de barrera en pavimentos y capas de rodadura asfáltica (UNE-EN 15381):
  - Resistencia a la tracción (en ambas direcciones)
  - Alargamiento:
    - Alargamiento (en ambas direcciones)
    - Retención de betún
  - Resistencia al punzonado estático
  - Resistencia a la perforación dinámica
  - Durabilidad (resistencia a los álcalis, a la intemperie)

#### 4.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Los geotextiles deberán contar con Marcado CE y deberán cumplir los requisitos establecidos en la Norma EN correspondiente, de entre las recogidas en el Apartado 2.1 de este Artículo.

02.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto con Marcado CE se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y en este PCTG.

05.- En el Proyecto se podrán especificar controles adicionales que se deberán realizar a la recepción del producto.

06.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

#### 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de los geotextiles se realizarán de acuerdo con lo establecido para la unidad de obra de que formen parte.

## Sección 5.<sup>a</sup>

### TUBOS Y ACCESORIOS DE PLÁSTICO

#### ARTÍCULO 26.51.- TUBOS DE MATERIAL TERMOPLÁSTICO (PCTG99)

##### 1.- DEFINICIONES

01.- Se definen como tubos de material termoplástico los fabricados con altos polímeros sintéticos del grupo de los termoplásticos, o plastómeros. Los termoplásticos más usuales son el policloruro de vinilo (PVC) y el polietileno (PE).

02.- Tubo: Pieza cilíndrica hueca de sección transversal uniforme en toda su longitud.

03.- Tubo de presión: Tubo resistente a presión hidráulica interior superior a un kilopondio por centímetro cuadrado (1 kp/cm<sup>2</sup>).

04.- Tubo sin presión: Tubo no resistente a presión hidráulica interior superior a un kilopondio por centímetro cuadrado (1 kp/cm<sup>2</sup>).

05.- Tubería: Conducto formado por tubos convenientemente unidos de acuerdo con el uso a que se les destine.

06.- Piezas especiales: Elementos o piezas distintos de los tubos que formando parte de la tubería, sirven para realizar en ella cambios de sección o de alineación, derivaciones, bifurcaciones, uniones con otros elementos, o para otros fines específicos.

07.- Uniones: Procedimientos y dispositivos para enlazar los tubos entre sí o con las piezas especiales.

08.- Junta: Unión formada por dispositivos incorporados al tubo y de elementos sueltos convenientemente ensamblados.

09.- Accesorio: Término genérico que se aplica indistintamente a las piezas especiales, piezas para juntas, y demás elementos constitutivos de las tuberías distintos de los tubos.

10.- Diámetro nominal (DN): Número convencional de designación, que sirve para clasificar los tubos, piezas y demás elementos de las conducciones por su dimensión transversal. En los tubos de material termoplástico, es igual al diámetro exterior teórico del tubo, sin tener en cuenta las tolerancias, expresado en milímetros.

11.- Diámetro exterior medio ( $D_e$ ): Cociente de dividir la longitud del perímetro exterior en una sección transversal recta del tubo por el número 3,1416; expresado en milímetros, redondeado a 0,1 mm en exceso.

12.- Diámetro interior medio ( $D_i$ ): Cociente de dividir el perímetro interior de una sección recta del tubo por el número 3,1416; expresado en milímetros, redondeado a 0,1 mm en exceso.

13.- Diámetro medio ( $D_m$ ): Media aritmética de  $D_e$  y  $D_i$ , en mm.

14.- Longitud total ( $L_t$ ): Distancia entre los dos planos perpendiculares al eje del tubo que pasan por los puntos finales de cada uno de los extremos del tubo.

15.- Longitud útil o efectiva ( $L_u$ ): Longitud total del tubo menos la longitud de entrega del tubo en la embocadura o copa del inmediato, recomendada por el fabricante. En los tubos lisos, sin embocadura, la longitud útil es igual a la longitud total.

16.- Ovalación: Diferencia entre el diámetro exterior medio en una sección recta del tubo y el mayor diámetro exterior de la misma sección, o la diferencia entre los correspondientes diámetros medio y mínimo interior. Se tomará el mayor valor absoluto de estas dos diferencias.

17.- Presión nominal (PN) : Valor, en  $\text{kp/cm}^2$ , declarado por el fabricante para cada una de las series comerciales de tubos de presión de distintos diámetros, relativo a la resistencia del tubo a la presión hidráulica interior, exclusivamente; de modo que, multiplicada la presión nominal por un determinado coeficiente de seguridad, especificado para cada clase de material plástico, el resultado no supere el valor estimado de la presión interior mínima que, sostenida durante un plazo de cincuenta años (50), a la temperatura de  $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ , causaría la rotura del tubo.

18.- La estimación de la presión de rotura a largo plazo se hará por procedimientos de extrapolación estadística de los resultados de ensayos a plazos más cortos, con un nivel de confianza no inferior al 95 por 100, y a distintas temperaturas (ver FIGURA 26.51.1).

19.- Por lo general, los valores de las presiones nominales de los tubos de material termoplástico se establecen de acuerdo con los siguientes valores:

4, 6, 10, 16  $\text{kp/cm}^2$

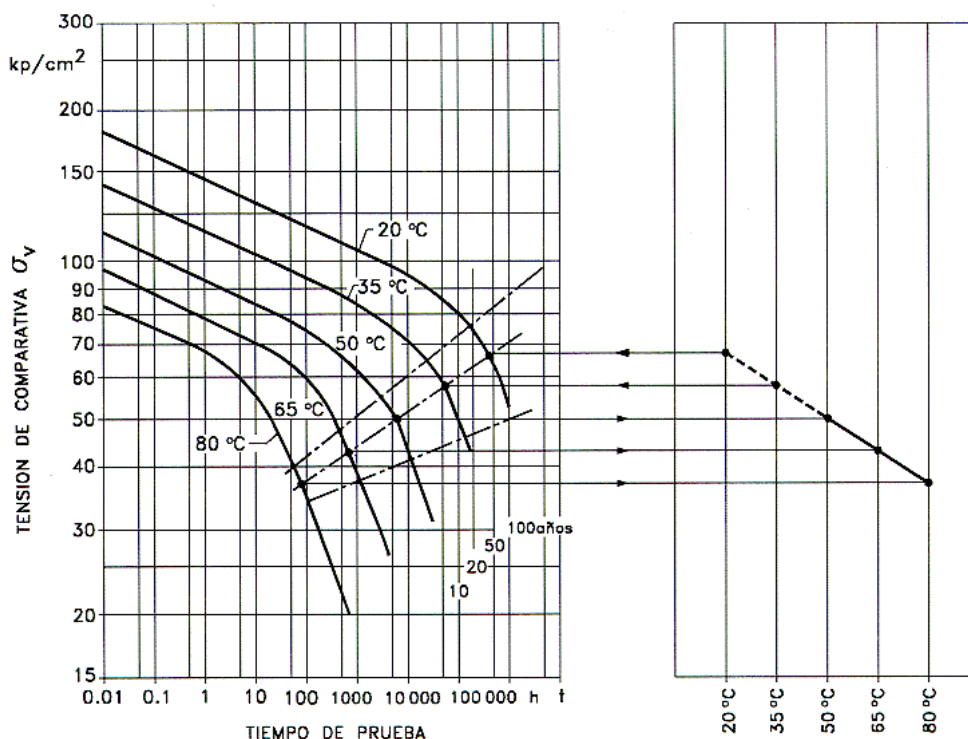


Fig. 26.51.1.- Extrapolación gráfica para cincuenta años de la curva de resistencia en función del tiempo para  $20^\circ\text{C}$ .



20.- Presión de trabajo ( $P_t$ ): Es el valor de la presión interior máxima a la que puede estar sometido un tubo en servicio.

21.- A la temperatura de 20°C, y para una utilización constante durante cincuenta años (50), la presión de trabajo ( $P_t$ ) no será superior a la presión nominal (PN). Para otras temperaturas y otros plazos de utilización deberán aplicarse los coeficientes correctores que se especifiquen para cada clase de material plástico.

22.- Presión de prueba ( $P_p$ ): Presión hidráulica interior con arreglo a la cual se realiza la prueba de estanquidad de los tubos, expresada en  $\text{kp/cm}^2$ . En el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua, del MOPU, se denomina presión normalizada ( $P_n$ ).

23.- Presión de rotura ( $P_r$ ): Presión hidráulica interior que produce una tensión circunferencial, en el tubo, igual a la tensión nominal de rotura a tracción ( $\sigma_r$ ) del material de que está fabricado:

$$P_r = \frac{2e}{DN-e} \sigma_r \quad (1-1)$$

Donde:

$P_r$  = Presión de rotura, en  $\text{kp/cm}^2$ .

$e$  = Espesor nominal del tubo, en mm.

DN = Diámetro nominal del tubo, en mm.

$\sigma_r$  = Tensión de rotura a tracción del material de la pared del tubo, supuesto homogéneo.

24.- Mientras no se exprese lo contrario, se entenderá que la presión de rotura es la correspondiente a la rotura a corto plazo (0,1 horas). Si en la fórmula anterior se introduce la resistencia a tracción circunferencial a largo plazo (50 años) se obtiene la presión de rotura a largo plazo ( $P_{r,50}$ ).

25.- Espesor nominal ( $e$ ): Valor en milímetros del espesor de la pared del tubo, declarado por el fabricante para cada diámetro nominal del tubo y serie a la que pertenece.

26.- El espesor nominal "e" es el valor en milímetros redondeados por exceso a 0,1 mm, que se obtiene a partir de la fórmula:

$$e = \frac{PN \cdot DN}{2\sigma_a + PN} \quad (1-2)$$

Donde:

$e$  = Espesor, de la pared del tubo, en mm.

PN = Presión nominal en  $\text{kp/cm}^2$ .

DN = Diámetro nominal expresado en mm.

$\sigma_a$  = Tensión admisible de trabajo para cincuenta años de carga constante, a 20° C de temperatura, en  $\text{kp/cm}^2$ .

27.- Espesor en un punto cualquiera ( $e_i$ ): Resultado de la medición del espesor de la pared del tubo en un punto cualquiera, redondeada la medida al 0,05 mm inmediato inferior.

28.- Espesor medio ( $e_m$ ): Media aritmética de los valores del espesor del tubo medidos en puntos uniformemente distribuidos en una misma sección recta. Los valores se redondearán al 0,1 mm inmediato superior.

29.- Número de serie (S): Razón del radio teórico medio,  $R_m = \frac{DN - e}{2}$ , y el espesor nominal (e).

$$S = \frac{R_m}{e} \quad (1-3)$$

30.- Este número es el de identificación de cada serie o conjunto de tubos de distintos diámetros y las mismas características mecánicas de resistencia y deformabilidad.

31.- En función de "S" y de la tensión admisible de trabajo ( $\sigma_a$ ) queda definida la presión nominal, y viceversa; mediante la relación:

$$PN = \frac{\sigma_a}{S} \quad (1-4)$$

Donde:

PN = Presión nominal, en kp/cm<sup>2</sup>.

$\sigma_a$  = Máxima tensión admisible de trabajo a los cincuenta años de servicio, en kp/cm<sup>2</sup>.

S = N° de serie =  $\frac{DN - e}{2e}$  (adimensional)

Siendo:

DN = Diámetro nominal, en mm.

e = Espesor de pared, en mm.

32.- Los números de serie (S) más usuales en la industria de tubos de material termoplástico son: 32; 25; 20; 16,6; 12,5; 10; 8; 6,3; 5; 3,2.

33.- Rigidez circunferencial específica (RCE): Característica mecánica del tubo al ser sometido a una sollicitación de flexión transversal o de aplastamiento. Se define mediante la expresión

$$RCE = \frac{E_c \cdot I}{D_m^3} \quad (1-5)$$

Donde:

RCE = Rigidez circunferencial específica, en kp/cm<sup>2</sup>.

$E_c$  = Módulo de deformabilidad de la pared del tubo sometido a flexión transversal, en kp/cm<sup>2</sup>.

I = Momento de inercia de la sección longitudinal de la pared del tubo por unidad de longitud =  $\frac{e^3}{12}$ , en cm<sup>3</sup>.

$D_m$  = Diámetro medio teórico del tubo = DN-e (cm).

34.- La expresión de la rigidez circunferencial específica en función de S es:

$$RCE = \frac{E_c}{96S^3} \quad (1-6)$$

## 2.- NORMATIVA TÉCNICA

### 2.1.- Pliegos de Condiciones de aplicación obligatoria

01.- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua" del MOPU.

02.- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para las conducciones de saneamiento de poblaciones" del MOPU.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Los tubos de material plástico del grupo de los termoplásticos se clasifican del siguiente modo:

#### 3.1.- Por la naturaleza del material:

- Policloruro de vinilo (PVC):
  - PVC rígido (no plastificado). UPVC.
  - PVC blando (plastificado).
  - PVC postclorado.
- Polietileno (PE):
  - PE de baja densidad LDPE.
  - PE alta densidad HDPE.
  - PE de densidad media MDPE.
- Otros termoplásticos: polipropileno, polibuteno, etc.

#### 3.2.- Por sus aplicaciones:

- Para tuberías a presión:
  - Tuberías de abastecimiento de agua.
  - Otras conducciones de agua a presión.
- Para tuberías sin presión:
  - Tuberías de saneamiento de poblaciones.
  - Conductos de desagüe y de drenaje.
  - Tuberías de protección de conducciones eléctricas o de otros conductos.
  - Otros conductos y como encofrado perdido.

#### 3.3.- Por su modo de instalación, en:

- Tuberías al exterior
  - A la intemperie.
  - En recintos cerrados y obras subterráneas.
- Tuberías enterradas.
- Tuberías subacuáticas.

#### 3.4.- Por la forma de suministro:

- Tubos rectos.
- Tubo arrollado en bobinas o en rollos.

#### 3.5.- Por la clase de fluido circulante:

- Para agua potable.

- Para agua no potable.
- Para aguas residuales.
- Para aguas industriales corrosivas.
- Para aguas con alto contenido de sólidos abrasivos.
- Para agua caliente.
- Para líquidos industriales químicos.
- Para conducciones de gas.

#### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los tubos, piezas especiales y demás accesorios, deberán poseer las cualidades que requieran las condiciones de servicio de la obra previstas en el proyecto, tanto en el momento de la ejecución de las obras como a lo largo de toda la vida útil para la que han sido proyectadas.

02.- Salvo indicación expresa, se tomará un plazo de cincuenta (50) años de vida útil.

03.- Las características o propiedades de los tubos y accesorios deberán satisfacer, con el coeficiente de seguridad correspondiente los valores exigidos en el proyecto, y en particular los relativos a:

- Temperatura:
  - Del fluido circulante.
  - Del ambiente.
- Esfuerzos mecánicos:
  - Presión interior.
  - Esfuerzos exteriores (terrenos, tráfico, etc.).
  - Fatiga.
  - Abrasión.
  - Punzonamiento.
- Agentes agresivos:
  - Químicos (corrosivos, incrustantes, etc.).
  - Biológicos (microbios, hongos, insectos, roedores, etc.).
- Exposición a la intemperie:
  - Radiación ultravioleta.
  - Hielo y deshielo.
  - Decoloración.
- Fuego (inflamación, combustión).
- Desprendimiento de sustancias contaminantes, en particular en tuberías de agua potable.
- Aislamiento (térmico, eléctrico).

04.- Los tubos y accesorios destinados a tuberías de conducción de agua potable no contendrán sustancias que pudieren ocasionar el incumplimiento de la "Reglamentación técnico sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público", R.D. 1138/1990 de 20 de Septiembre de 1990.

#### 5.- MATERIALES

##### 5.1.- Material de los tubos

01.- Los materiales empleados en la fabricación de los tubos de material termoplástico son un material básico y aditivos.

02.- Material básico. Resinas sintéticas termoplásticas técnicamente puras; es decir, con menos del 1 por 100 de sustancias extrañas. Las resinas más usuales son:

- Poliolefinas:
  - Polietileno (PE), para fabricación de tubos de PE de alta y de baja densidad.
  - Polipropileno (PP), generalmente empleada para tubos y accesorios de desagüe en edificios.
  - Polibuteno-1 (PB), para tubos de agua caliente y sistemas de calefacción.
- Polímeros vinílicos:
  - Policloruro de vinilo (PVC) . Para tubos de PVC rígido, en conducciones de agua potable, de agua en general, desagües de edificios , saneamiento de población y de edificios, obras de desagüe y drenaje, y conducciones de gas. (Límite de temperatura del fluido de 60 a 70°C).
  - Policloruro de vinilo clorado (PVCC). Para conducciones de agua a temperatura alta (límite de 80 a 100°C).
- Polimerizados de estireno:
  - Copolímeros ABS, constituidos por mezclas y copolímeros de acrilonitrilo-butadieno-estireno, para tubos resistentes al calor (límite de 80 a 105° C) y muy resistentes al choque.
  - Copolímeros ASA, formados por copolímeros de acrilonitrilo y ésteres, para tubos semejantes a los de ABS y muy resistentes a la intemperie.

### 03.- Aditivos:

- Aditivos indispensables para la fabricación de los tubos por extrusión: Lubrificantes, plastificantes, etc.
- Aditivos estabilizadores del producto acabado.
- Pigmentos: Negro carbón y colorantes.
- Otros aditivos auxiliares.

## 5.2.- Material de las piezas especiales

01.- El material empleado en la fabricación de piezas especiales tales como codos, bifurcaciones, cambios de sección, manguitos, será el mismo que el de los tubos o de calidad superior.

## 5.3.- Condiciones de fabricación

01.- La fabricación de los tubos será por extrusión, mediante prensas extrusoras por husillo de trabajo continuo, con boquillas de perfilado anulares, o por otros procedimientos autorizados que garanticen la homogeneidad y calidad del producto acabado.

02.- La preparación de la resina destinada a la extrusión de tubos podrá realizarse por suspensión o por masa. La resina presentará un índice de viscosidad, un peso específico y una colabilidad adecuadas a su naturaleza, al proceso de fabricación y a las características finales del producto. Su estabilidad térmica será la mayor posible y, en todo caso, los aditivos estabilizados serán los convenientes para evitar la parcial degradación del polímero por efecto de las elevadas temperaturas y presiones que se alcanzan en las prensas extrusoras y para obtener una buena gelificación y formación de la pared del tubo.

03.- El contenido de monómero libre deberá ser inferior a los límites establecidos para cada clase de resina termoplástica, con el fin de evitar desprendimiento de gases en las operaciones de transformación de tubos.

04.- Se podrán emplear aditivos lubricantes internos para facilitar el flujo de la masa de moldeo y lubricantes externos para disminuir el rozamiento entre esta masa gelificada y las paredes metálicas de la prensa de extrusión.

05.- Los pigmentos se incluirán en la masa para dar opacidad y, en consecuencia, resistencia a la luz y para proporcionar la base de una coloración. A efectos del primer objetivo y como aditivo especial de protección contra la radiación ultravioleta de la luz solar se empleará el negro de carbono, especialmente en los tubos

de PE. Entre otros aditivos especiales para mejorar las características finales del tubo se podrán emplear los modificadores de resistencia al impacto.

06.- Las formulaciones de la mezcla de resina y aditivos se definirán para cada clase de material mediante ensayos y pruebas a corto y largo plazo, a fin de cumplir las calidades finales exigidas al producto y, por otra parte, para conseguir un proceso de fabricación en máquina sin interrupciones, con alta productividad y bajo índice coste/calidad.

07.- La dosificación de los ingredientes y la limpieza en todo el proceso de producción deberán ser realizadas con meticolosa rigurosidad para que sea posible garantizar en todo momento la homogeneidad del producto y la regularidad de las características de los tubos y accesorios pertinentes a todas las partidas que componen un determinado suministro.

#### 5.4.- Control de calidad en fábrica

01.- La responsabilidad respecto de la calidad del producto es exclusiva del fabricante, por lo que éste deberá implantar en fábrica sistemas de control de calidad eficientes, con laboratorios de ensayo adecuados, y llevar un registro de datos que estará, en todo momento, a disposición del Director.

02.- La Administración, por intermedio de sus representantes, se reserva el derecho de inspeccionar en fábrica tanto los materiales como el proceso de fabricación y el control de calidad que realiza el fabricante. Si existiera algún impedimento para llevar a cabo esta función inspectora de la administración, por motivos de secreto industrial u otros, el fabricante estará obligado a manifestarlo por escrito en su oferta de suministro.

### 6.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

#### 6.1.- Diámetro nominal

01.- El diámetro nominal (DN) se ajustará a los siguientes valores expresados en milímetros:

16	20	25	32	40	50	63	75	90
110	125	(140)	160	(180)	200	(225)	250	(280)
315	(355)	400	500	630	800			

02.- Los valores entre paréntesis son poco utilizados.

03.- Las tolerancias en el diámetro exterior respecto del DN serán las que se establezcan para cada clase de material. No se admiten tolerancias en menos.

#### 6.2.- Longitud de los tubos

01.- La longitud útil, o efectiva, de los tubos ( $L_u$ ) suministrados en piezas rectas; es decir, no arrollados, se procurará que sea la mayor posible, compatible con las condiciones de transporte y de colocación en obra. Para los tubos de diámetro nominal de los tubos rectos será preferentemente de: 6, 8, 10 y 12 m.

02.- La tolerancia en la longitud nominal, declarada por el fabricante, será como máximo de  $\pm 10$  mm cuando la longitud se mida a  $(23\pm 2)^\circ\text{C}$ .

#### 6.3.- Espesores

01.- El espesor de pared de los tubos será definido por el fabricante. Como mínimo será el resultante de aplicar la fórmula dada en el párrafo 26 del Apartado 1 del presente Artículo.

02.- Las tolerancias en el espesor serán las establecidas para cada clase de material.

## 7.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

### 7.1.- Generalidades

01.- En la expresión de cualquier dato relativo a las propiedades mecánicas de los tubos, o del material de que están fabricados, deberá indicarse explícitamente si el dato corresponde a solicitaciones mantenidas en corto plazo (0,1 horas a 1 hora) o a largo plazo ( $10^5$  a  $10^6$  horas).

02.- Mientras no se indique otra cosa se entenderá por "largo plazo" el de cincuenta (50) años, y por temperatura nominal de uso la de 20°C.

03.- Los valores obtenidos mediante ensayos a corto plazo no son constantes físicas del material sino características comparativas, dependientes del tipo y condiciones del ensayo, que sirven para estimar las características a largo plazo y, en consecuencia, para establecer prescripciones de recepción del producto. Solamente las características mecánicas a largo plazo son las que deben tomarse para el dimensionamiento, selección y empleo de los tubos.

### 7.2.- Características del material del tubo sometido a tracción simple

01.- Resistencia a tracción. Tensión de rotura a tracción simple obtenida mediante ensayos con probetas tomadas de la pared del tubo, realizados a determinadas temperaturas, según la Norma UNE correspondiente. Por lo general se toma el valor correspondiente al punto de fluencia.

02.- Módulo de elasticidad lineal (E). Relación tensión/deformación en el tramo recto del diagrama tensión-deformación, antes de iniciar la fase de deformación viscosa en el ensayo de tracción simple, con una velocidad de alargamiento de 1 mm por minuto. Es el módulo de Young y se expresa en kp/cm<sup>2</sup>. Se establece a corto plazo y a la temperatura de 20° C. Esta característica disminuye notablemente con el aumento de la temperatura (ver FIGURA 26.51.2).

03.- El módulo de elasticidad residual  $E_x$  es el correspondiente al material después de un período de X años de carga sostenida, al descargar y volver a cargar la probeta.

04.- Alargamiento en la rotura. Incremento relativo de longitud de la probeta en el momento de la fluencia, a tracción simple expresado en porcentaje de la longitud inicial.

### 7.3.- Resistencia del tubo a tracción axil

01.- En los casos de instalación de tuberías que impliquen operaciones de arrastre de tubos suministrados en rollo o en bobina y de largos tramos de tubería preparados en obra, será obligatorio el conocimiento previo del esfuerzo axil máximo admisible sin que el tubo sufra daños. El coeficiente de seguridad, definido por la razón: resistencia axil del tubo (kp)/ esfuerzo axil máximo admisible (kp), no será inferior a 1,5.

### 7.4.- Características mecánicas del tubo sometido a presión hidráulica interior

01.- Resistencia del material del tubo sometido a presión hidráulica interior. Tensión de rotura obtenida mediante la fórmula:

$$\sigma_r = \frac{P \cdot D}{2e} m$$

Donde:

$\sigma_r$  = Resistencia a presión interior, en  $\text{kp/cm}^2$ .

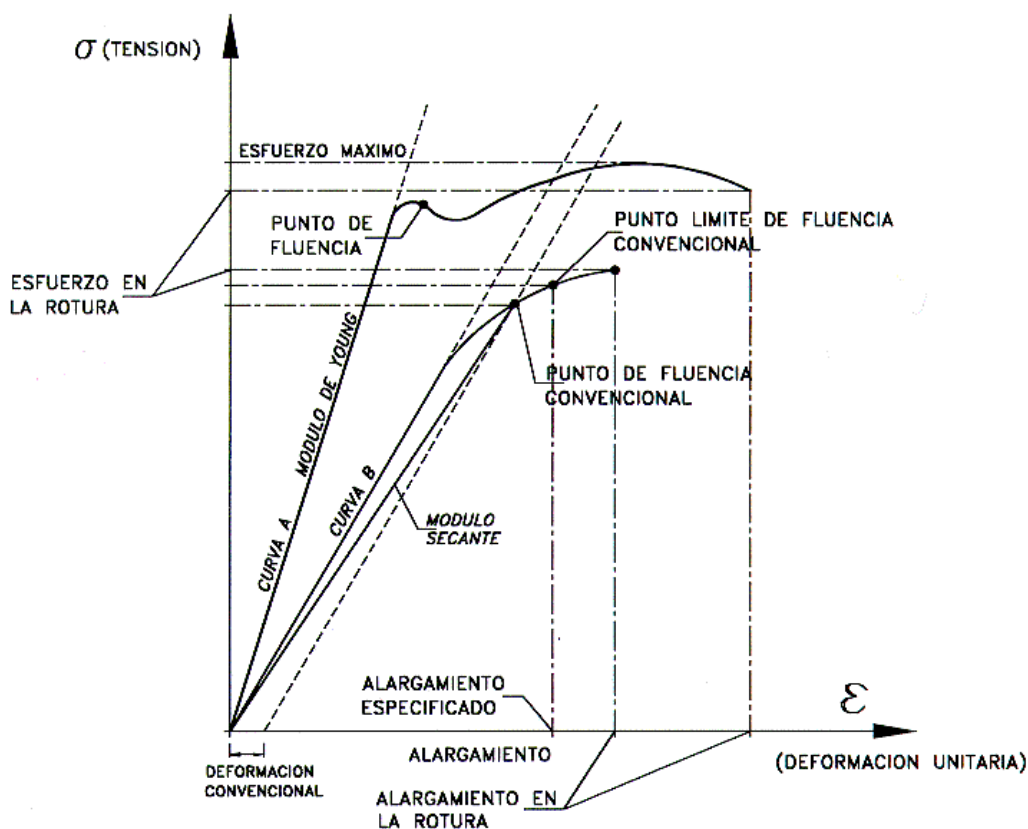
$P_r$  = Presión hidráulica interior que produce la rotura del tubo, en  $\text{kp/cm}^2$

$D_m$  = Diámetro medio (diámetro exterior menos el espesor del tubo), en cm.

$e$  = Espesor de la pared del tubo, en cm.

02.- Deberá tenerse en cuenta que el valor de la tensión de rotura  $\sigma_r$  disminuye considerablemente con el tiempo de mantenimiento de la presión hidráulica interior y con el aumento de la temperatura (ver FIGURA 26.51.3).

03.- La tensión de rotura inicial es la presión de rotura a corto plazo (0,1-1 h) obtenida mediante ensayos normalizados para cada tipo de material termoplástico, realizados a la temperatura de  $23 \pm 1^\circ \text{C}$ .



A PLASTICOS RIGIDOS ( $E > 7000 \text{ kp/cm}^2$ ).  
B PLASTICOS BLANDOS.

Fig. 26.51.2.- Curva tensión-deformación.



04.- El fabricante estará obligado a declarar en sus catálogos o, eventualmente, en cada suministro concreto, los valores de la tensión de rotura  $\sigma_r$  correspondiente a una hora (1 h) y a mil (1.000) horas de duración del ensayo a presión interior constante, correspondiente a la temperatura de 20° C, y además a temperaturas de servicio más altas, según se establece en el siguiente CUADRO 26.51.1.

CUADRO 26.51.1

Tipo de material	Temperatura del ensayo °C	Tiempo bajo carga, horas
Policloruro de vinilo no plastificado UPVC	20	1
	20	1.000
	60	1
	60	1.000
Polietileno (PE) de baja densidad	20	1
	20	1.000
	70	100
	70	1.000
Polietileno (PE) de alta densidad y PE de media densidad	20	1
	20	1.000
	80	10
	80	100
Otros termoplásticos	20	1
	20	1.000
X es la temperatura $\geq 60^\circ\text{C}$ , máxima de servicio	X	1
	X	1.000

05.- La tensión a tracción circunferencial máxima admisible ( $\sigma_a$ ) para fijar, a efectos de la presión hidráulica interior exclusivamente, el espesor mínimo de la pared del tubo, es el resultado de dividir la tensión de rotura a largo plazo ( $\sigma_{r50}$ ) por un coeficiente de seguridad ( $\eta$ ).

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{r50}}{\eta}$$

06.- En todo caso se cumplirá la condición siguiente:

$$PN \leq \frac{2 \cdot e}{DN - e} \sigma_a$$

Donde:

PN = presión nominal, en kp/cm<sup>2</sup>.

e = Espesor del tubo, en cm.

DN = Diámetro nominal (exterior), en cm.

$\sigma_a$  = Tensión de tracción circunferencial máxima admisible, en kp/cm<sup>2</sup>.

07.- En función del número de serie  $S = D_m/2e$ ;  $D_m = DN - e$ ; DN = diámetro nominal; e = espesor nominal. La presión nominal (PN) correspondiente a la serie es:

$$PN = \frac{\sigma_a}{S}$$

### 7.5.- Tubo sometido a flexión transversal

01.- Factor de rigidez transversal (EI). Factor de rigidez del tubo a la flexión transversal, por unidad de longitud de éste, expresado en kp.cm; es el producto del módulo de deformación, a flexión transversal del tubo, por el momento de inercia de una unidad de longitud de la pared de éste. Se determina mediante el ensayo de flexión transversal, sometiendo un trozo de tubo a la acción de una carga lineal de aplastamiento, según el método de ensayo normalizado correspondiente, y subsiguiente aplicación de la fórmula:

$$E_c I = 0,149 \frac{P}{L \cdot \Delta y} R_m^3$$

Donde:

$E_c$  = Módulo de deformación a flexión transversal, en kp/cm<sup>2</sup>.

$I$  = Momento de inercia de la pared del tubo, por unidad de longitud de éste, en cm<sup>3</sup>.

$$0,149 = \frac{\pi^2 - 8}{4\pi} \text{ (adimensional)}$$

$P$  = Fuerza aplicada sobre la generatriz del tubo, en kp.

$L$  = Longitud del trozo de tubo ensayado, en cm.

$\Delta y$  = Acortamiento del diámetro del tubo en la dirección de la fuerza  $P$ , en cm.

$R_m$  = Radio medio del tubo, en cm.

02.-  $E_c I$  es una característica mecánica del tubo que es variable, ya que el valor de  $E_c$  depende del tiempo de aplicación de la carga, de la temperatura del tubo y del estado tensional a que está sometido el material de manera permanente.

03.- Rigidez circunferencial específica (RCE) . Rigidez mecánica a flexión transversal del tubo, por unidad de longitud de éste, dada por la fórmula:

$$RCE = \frac{E_c I}{D_m^3}$$

Donde:

RCE = Rigidez circunferencial específica, en kp/cm<sup>2</sup>.

$E_c I$  = Factor de rigidez transversal, en kp.cm.

$D_m$  = Diámetro medio teórico del tubo, en cm = DN-e

04.- La expresión de la rigidez circunferencial específica en función del número de serie,  $S = D_m/2e$  es:

$$RCE = \frac{E_c}{96S^3}$$

05.- Del mismo modo que para la determinación del factor  $E_c I$ , la RCE se obtiene experimentalmente mediante el ensayo de flexión transversal indicado en el Apartado anterior, por aplicación de la fórmula:

$$RCE = 0,01863 \frac{P}{L \cdot \Delta y}$$

donde las variables P, L, e  $\Delta y$  tienen el mismo significado que para la obtención del factor EI. La rigidez circunferencial específica, "RCE", es una característica mecánica variable del tubo dependiente, como EI, del tiempo de aplicación de la carga, de la temperatura del tubo y de su estado tensional permanente.

06.- El fabricante estará obligado a declarar el valor de la RCE a largo plazo (50 años), que se compromete a garantizar y justificará documentalmente los datos experimentales y el procedimiento seguido para su determinación. En todo caso el ajuste para la extrapolación en el tiempo de las características determinantes de la RCE se realizará en escala logarítmica doble con un mínimo de cuatro puntos comprendidos respectivamente entre los intervalos siguientes:

0,1	-	1	horas
8	-	12	horas
80	-	120	horas
800	-	1.200	horas

a la temperatura de 20, 40, 60 y 80° C

07.- Módulo de deformación a flexión transversal del tubo (aplastamiento) . El módulo de deformación que interviene, tanto en el factor de rigidez EI, como en la RCE depende de la temperatura, del tiempo de aplicación de la carga y de la tensión que resulta de ésta:

$$E = f(T, t, \sigma)$$

08.- Para una determinada temperatura de servicio deberán distinguirse los siguientes valores:

$E_{co}$  = Módulo de elasticidad inicial, en flexión transversal.

$E_{cx}$  = Módulo de fluencia a X años de carga mantenida.

$E_{c50}$  = Módulo de fluencia a largo plazo (50 años)

09.- Se define como factor de fluencia el valor dado por la expresión:

$$\alpha = \frac{E_{cx}}{E_{co}}$$

## 7.6.- Características mecánicas de los tubos de UPVC y de HDPE

01.- En el CUADRO 26.51.2 se indican las características mecánicas de los tubos de los termoplásticos policloruro de vinilo y polietileno de alta densidad, más usuales.

## 7.7.- Tubo sometido a flexión longitudinal

01.- Debido a la escasa rigidez longitudinal de los tubos de termoplásticos, no es admisible su instalación de modo que pudieren resultar sollicitaciones significativas de flexión longitudinal. En consecuencia, los tubos deberán colocarse sobre apoyo prácticamente continuo desde el punto de vista mecánico.

## 7.8.- Tubo sometido a esfuerzos combinados

01.- El tubo deberá resistir, a largo plazo, los esfuerzos combinados en las hipótesis de carga del Proyecto, con los coeficientes de seguridad y temperatura de servicio establecidos en el mismo.

02.- Por otra parte, las deformaciones no excederán de los límites establecidos en este Pliego, conforme al tipo de material termoplástico y a las necesidades de la obra.

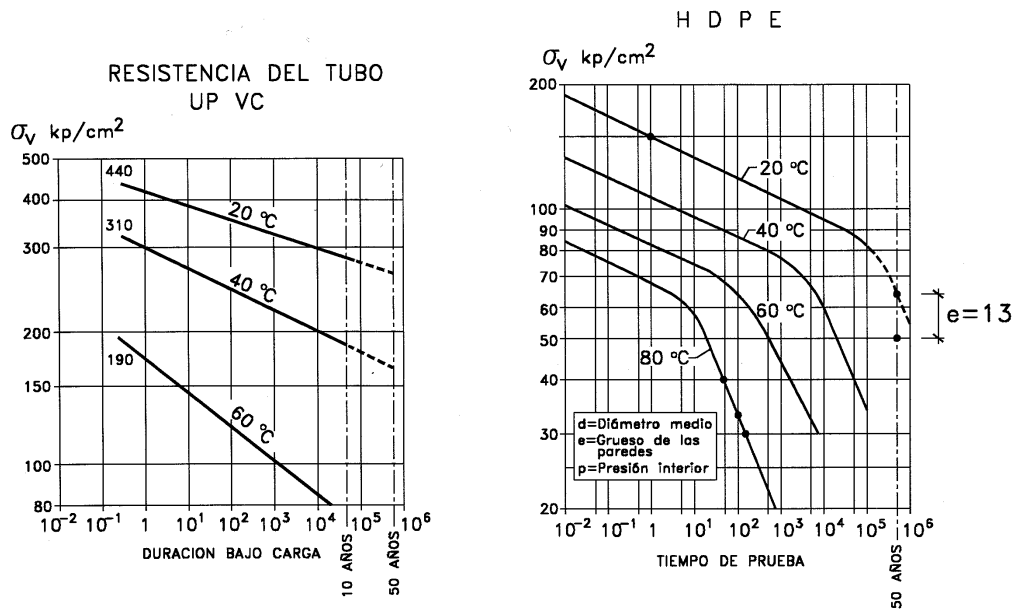


Fig. 26.51.3

CUADRO 26.51.2

## TERMOPLÁSTICOS - CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS PRINCIPALES DE LOS TUBOS

Diámetro nominal (exterior)	DN	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="8">Factor de corrección de <math>\sigma_a</math> por temperatura</th> </tr> <tr> <th>°C</th> <th>0</th> <th>20</th> <th>25</th> <th>30</th> <th>35</th> <th>40</th> <th>45</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>UPVC</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0,90</td> <td>0,80</td> <td>0,70</td> <td>0,63</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>HDPE y</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>MDPE</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0,80</td> <td>0,63</td> <td>0,50</td> <td>0,40</td> <td>0,30</td> </tr> <tr> <td>LDPE</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0,75</td> <td>0,56</td> <td>0,44</td> <td>0,36</td> <td>---</td> </tr> </tbody> </table>	Factor de corrección de $\sigma_a$ por temperatura								°C	0	20	25	30	35	40	45	UPVC	1	1	0,90	0,80	0,70	0,63	0,57	HDPE y								MDPE	1	1	0,80	0,63	0,50	0,40	0,30	LDPE	1	1	0,75	0,56	0,44	0,36	---
Factor de corrección de $\sigma_a$ por temperatura																																																		
°C	0		20	25	30	35	40	45																																										
UPVC	1		1	0,90	0,80	0,70	0,63	0,57																																										
HDPE y																																																		
MDPE	1		1	0,80	0,63	0,50	0,40	0,30																																										
LDPE	1		1	0,75	0,56	0,44	0,36	---																																										
Diámetro intermedio	$D_m = DN - e$																																																	
Nº de Serie	$S = \frac{D_m}{2e}$																																																	
Espesor nominal	$e = \frac{D_m}{2S} = \frac{DN}{2S+1}$																																																	
Tensión máx. admisible	$\sigma_a$																																																	
Presión nominal	$PN = \frac{\sigma_a e}{DN - e} = \frac{\sigma_a}{S}$																																																	
Rígidez circunferencial específica	$RCE = \frac{E_c I}{D_m^3} = \frac{E_c}{12} \left( \frac{e}{D_m} \right)^3 = \frac{E_c}{96 S^3}$																																																	
E <sub>c</sub> = módulo de fluencia a flexión transversal = f( $\sigma, t, T$ )																																																		

Clase de plástico	UPVC $\sigma_a = 100$				HDPE $\sigma_a = 40$				HDPE $\sigma_a = 50$			
Nº de Serie S	25	20	16,5	12,5	12,5	10	8	5	12,5	10	8	5
Presión nominal PN (kp/cm <sup>2</sup> )	4	5	6	8	3,2	4	5	8	4	5	6,3	10
Coef. de seguridad a 50 años	2,4 ~ 2,5				1,5				1,3			
(RCE) <sub>0</sub> corto plazo (kp/cm <sup>2</sup> )x 10 <sup>3</sup>	E <sub>c</sub> = 30.000 kp/cm <sup>2</sup>				E <sub>c</sub> = 9.000 kp/cm <sup>2</sup>				E <sub>c</sub> = 9.000 kp/cm <sup>2</sup>			
	20	39	70	160	48	94	183	750	48	94	183	750
(RCE) <sub>50</sub> largo plazo (kp/cm <sup>2</sup> )x 10 <sup>3</sup>	E <sub>c</sub> = 20.000 kp/cm <sup>2</sup>				E <sub>c</sub> = 2.000 kp/cm <sup>2</sup>				E <sub>c</sub> = 2.000 kp/cm <sup>2</sup>			
	13	26	46	107	11	21	41	166	11	21	41	166

## 7.9.- Resistencia al colapso

01.- Los tubos deberán resistir al colapso, o pandeo transversal, con un Coeficiente de seguridad no inferior a dos (2).

02.- Deberán distinguirse los dos casos siguientes:

Caso A: Pandeo libre:

El tubo sometido a presión exterior uniforme, a depresión interior, o ambas, con libertad de pandeo. Casos de tubos al aire, bajo el agua o colocados en medios fluidos: lodos, arcillas muy plásticas, etc.

Caso B: Pandeo coartado:

El pandeo del tubo está parcialmente coartado por el suelo. Tubos enterrados en suelos o rellenos con alguna resistencia al corte.

## 8.- JUNTAS Y UNIONES

### 8.1.- Generalidades

01.- El diseño y condiciones de funcionamiento de las juntas y uniones deberán ser justificadas por medio de ensayos realizados en un laboratorio oficial.

02.- El contratista está obligado a presentar planos y detalles de las juntas que va a realizar de acuerdo con las prescripciones, así como las características de los materiales, elementos que las forman y descripción de su montaje o ejecución.

03.- 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.

04.- En la elección del tipo de junta se deberá tener en cuenta: las solicitaciones a que ha de estar sometida: la rigidez del apoyo de la tubería; la agresividad del terreno y del fluente y de otros agentes que puedan alterar los materiales que forman la junta y el grado de estanquidad requerido.

05.- En tuberías para saneamiento, las juntas serán estancas a la presión de prueba de 1 kp/cm<sup>2</sup> y en consecuencia, queda prohibido el uso de las juntas o uniones que en la práctica hayan resultado de dudosa estanquidad.

### 8.2.- Condiciones que deben cumplir las juntas

01.- Las juntas deben ser diseñadas para 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 externas e internas.
- Estanquidad de la unión a la presión de prueba de los tubos.
- En los tubos para obras de saneamiento las juntas o uniones deberán ser estancas a la presión hidráulica interior de 1 kp/cm<sup>2</sup>. Esta condición se aplicará también a otras tuberías sin presión cuando no haya especificación en contra.
- Estanquidad de la unión contra eventuales infiltraciones desde el exterior hacia el interior de la tubería, donde así esté especificado y en todas las tuberías para saneamiento.

### 8.3.- Tipos de juntas

01.- Por su movilidad las juntas y uniones se dividen en juntas rígidas y juntas elásticas. Bajo la denominación de juntas rígidas se agrupan los sistemas de unión que impiden el movimiento relativo entre los tubos acoplados entre sí. Juntas elásticas son aquellas que debido a su elemento de estanquidad pueden admitir ligeros movimientos debidos a variaciones dimensionales, asientos del apoyo y giros, sin detrimento de ninguna de las condiciones de resistencia y estanquidad de la unión.

02.- Las uniones rígidas pueden realizarse por soldadura, por encolado con adhesivo, o con bridas. En tubos de pequeño diámetro se pueden emplear las juntas roscadas con accesorios de plástico duro inyectado o metálicos.

03.- Las juntas pueden realizarse con manguitos del mismo material que el tubo, por enchufe de espiga y copa cuando los tubos estén provistos de embocadura, o por otros procedimientos que garanticen su estanquidad y perfecto funcionamiento.

04.- Las juntas flexibles, o elásticas, se realizan por medio de uno o varios anillos de caucho natural o sintético alojados en cajas anulares conformadas en el interior de la copa o del manguito, según se trate de tubos lisos con unión de manguito o de tubos con embocadura en los de unión por enchufe.

05.- Los anillos elásticos deben estar fabricados con materiales durables y resistentes químicamente al posible ataque del fluente.

06.- Cuando se trate de conectar piezas que trabajan a tracción, tales como las ventosas, la unión siempre se realizará con bridas, o con rosca, si se trata de pequeños diámetros (hasta 63 mm).

07.- Las tolerancias sobre las dimensiones de los elementos que forman la junta serán fijadas y garantizadas por el fabricante. Deberán figurar en los catálogos.

## 9.- MARCADO

01.- Los tubos se marcarán exteriormente, de manera visible e indeleble con los datos exigidos en este Pliego y con los complementarios que juzgue oportuno el fabricante.

02.- Como mínimo se marcarán los siguientes datos:

- Marca del fabricante.
- Diámetro nominal.
- Presión nominal.
- Año de fabricación, y número que permita identificar, en el registro del fabricante, los controles a que ha sido sometido el lote a que pertenece el tubo.
- En los tubos destinados a obras de saneamiento, se marcará la sigla SAN seguida de la indicación de la serie de clasificación a la que pertenece el tubo.

## 10.- TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN

### 10.1.- Transporte

01.- El piso y los laterales de la caja de los camiones deben estar exentos de protuberancias o bordes rígidos y agudos que puedan dañar a los tubos.

02.- Cuando se carguen tubos dotados de embocadura deben colocarse con los extremos alternados y de tal modo que las embocaduras no queden en contacto con los tubos inferiores.

03.- Cuando se carguen tubos de distintos diámetros, los de mayor diámetro -generalmente con mayor espesor de pared y por tanto más pesados- deben colocarse en el fondo para reducir el riesgo de deformación.

04.- Los tubos no deben sobresalir de la caja del camión por la parte posterior, más de un metro. La altura máxima de la carga de los tubos no debe exceder de dos metros (2 m) si están sueltos, ni de tres metros (3 m) si están atados.

## **10.2.- Almacenamiento**

01.- Cuando se almacenen tubos sobre el terreno debe comprobarse que éste es consistente y lo suficientemente liso para que los tubos se apoyen en toda su longitud sin el riesgo de que piedras y otros salientes agudos puedan dañarles.

02.- La altura máxima de las pilas de tubos sueltos no debe exceder de dos metros (2 m) en locales cerrados.

03.- Cuando los tubos se acopien al exterior con temperatura ambiente que pueda exceder 23° C se recomienda lo siguiente:

- a) La altura de las pilas no debe exceder de un metro (1 m).
- b) Todas las filas deben estar protegidas de la exposición directa al sol y permitir el paso libre del aire alrededor de los tubos.
- c) Los accesorios deben almacenarse en cajas o sacos preparados de forma que permitan el paso libre del aire.

## **10.3.- Manipulación**

01.- En el manejo de los tubos debe tenerse en cuenta el riesgo de rotura de los extremos achaflanados y de las embocaduras. Los tubos no deben ser arrastrados por el terreno ni colocados haciéndolos rodar por rampas. Cuando se utilice maquinaria para su manejo, todos los elementos en contacto con los tubos deben ser de material blando, por ejemplo, cuerdas de cáñamo y eslingas textiles con ganchos de metal forrados.

02.- Cuando los tubos se descarguen de los vehículos no deben ser arrojados al suelo. Deben ser bajados cuidadosamente y colocados en filas cuando tengan que ser almacenados.

03.- Cuando los tubos se transporten unos dentro de otros, los situados en el interior de los de mayor diámetro deben descargarse los primeros y si han de almacenarse deben colocarse en filas distintas.

## **11.- RECEPCIÓN**

### **11.1.- Datos a facilitar por el fabricante**

01.- El fabricante estará obligado a facilitar información técnica sobre la naturaleza, origen y propiedades de todas las materias que integran el producto acabado; resinas sintéticas de base, aditivos, etc., así como del proceso de fabricación de los tubos y accesorios, de los procedimientos y medios del control de calidad que realiza, con indicación de laboratorios, registro de datos y demás aspectos relacionados con las propiedades del producto y la regularidad de sus características.

02.- En especial, el fabricante justificará los valores de las características a largo plazo, datos experimentales de partida y métodos de extrapolación en el tiempo que ha empleado. Asimismo, hará referencia a los ensayos de larga duración efectuados por él mismo o por otras entidades de reconocida solvencia técnica.



03.- El fabricante estará obligado a declarar por escrito los valores referentes a las características o propiedades del producto acabado que en todo caso habrán de ser de calidad igual o superior a las exigidas como límite en este Pliego y en el PCTP.

04.- Las características a declarar por el fabricante serán como mínimo las siguientes:

A) Características geométricas: DN, e, L<sub>t</sub>, L<sub>u</sub> y sus tolerancias.

B) Características del material que forma el tubo, a corto plazo:

- Densidad.
- Coeficiente de dilatación térmica lineal.
- Temperatura de reblandecimiento Vicat.
- Índice de fluidez (en el caso de termoplásticos blandos).
- Resistencia a tracción simple.
- Alargamiento en la rotura o en el punto de fluencia.
- Absorción de agua.
- Opacidad, en plásticos traslúcidos.

C) Características del tubo, a corto y a largo plazo:

- Comportamiento al calor, a corto plazo.
- Resistencia al impacto, a corto plazo.
- Resistencia a la presión hidráulica interior, a corto y largo plazo, para distintas temperaturas de servicio.
- Rigidez circunferencial específica (RCE), a corto y a largo plazo, para distintas temperaturas de servicio.

D) Características de resistencia a los agentes químicos (cuando lo exija el PCTP).

- Resistencia a los ácidos y bases.
- Resistencia a los disolventes.
- Resistencia a los álcalis, aceites, alcoholes, etc.
- Resistencia a la acción del ozono.

05.- Los métodos de ensayo para definir las características antes citadas y sus valores límite admisibles se señalan en los Artículos 26.52 y 26.53 para los tubos de UPVC y de PE respectivamente. Para otros materiales termoplásticos el PCTP definirá los valores límite y los métodos de ensayo.

## **11.2.- Ensayos y pruebas**

### *11.2.1.- Generalidades*

01.- Con los productos acabados se realizarán ensayos y pruebas de las dos siguientes clases:

- a) Ensayos y pruebas para verificar las características declaradas por el fabricante.
- b) Ensayos y pruebas de recepción del producto.

02.- Los ensayos y pruebas de la clase a) serán realizados por cuenta y riesgo del fabricante y consistirán en la comprobación del aspecto y dimensiones y en la verificación de las características reseñadas en el anterior Apartado 11.1 de éste Artículo.

03.- Los ensayos y pruebas de la clase b) pueden ser obligatorios u opcionales, como se indica a continuación.

### 11.2.2.- Pruebas de recepción obligatorias

01.- Serán obligatorias las siguientes verificaciones y pruebas, además de las que figuren como tales en los Artículos 26.52 y 26.53 y de las que establezca el PCTP u ordene el Director:

- a) Examen visual del aspecto exterior de los tubos y accesorios.
- b) Comprobación de dimensiones y espesores de los tubos y accesorios.
- c) Prueba de estanquidad de los tubos, a la presión nominal (PN).
- d) Prueba a presión hidráulica interior, en ensayo no destructivo, a distintas temperaturas y tiempos de duración de la carga.
- e) Prueba de aplastamiento o de flexión transversal a corto plazo.

### 11.2.3.- Pruebas de recepción opcionales

01.- Serán pruebas opcionales las que ordene el Director y las que considere conveniente establecer el fabricante, ambas con independencia de las obligatorias antes citadas. Pueden ser, entre otras, las siguientes:

- a) Pruebas de rotura del tubo por presión hidráulica interior, a corto plazo y a distintas temperaturas.
- b) Determinación y representación a escala bilogarítmica de la línea de regresión en el tiempo, de la tensión de rotura del tubo por presión hidráulica interior, a distintas temperaturas, hasta alcanzar como mínimo una duración de 1.000 horas y estimación del valor correspondiente a 50 años.
- c) Determinación de la temperatura de reblandecimiento Vicat (UPVC).
- d) Comprobación del índice de fluidez, en los plásticos no rígidos.
- e) Prueba de resistencia al impacto, en los plásticos rígidos.
- f) Prueba de resistencia al colapso, por presión hidráulica exterior.

### 11.2.4.- Lotes y ejecución de las pruebas.

01.- El proveedor clasificará el material por lotes de 200 unidades antes de los ensayos, salvo que el Director autorice expresamente la formación de lotes de mayor número.

02.- El Director, o su representante autorizado, escogerá los tubos, piezas especiales o accesorios que deberán probarse. Por cada lote de 200 unidades o fracción de lote, si no se llegase en la partida o pedido al número citado, se tomará el menor número de unidades que permita realizar la totalidad de los ensayos.

03.- Se realizarán las verificaciones y pruebas indicadas en el anterior Apartado 11.2.1, por el mismo orden en que se citan.

### 11.2.5.- Métodos de ensayo

01.- Las pruebas y ensayos se realizarán siguiendo los métodos indicados en los Artículos 26.52 y 26.53, para los tubos y accesorios de policloruro de vinilo y de polietileno, respectivamente.

### 11.2.6.- Recepción en obra de los tubos y accesorios

01.- Cada partida o entrega de material irá acompañada de un albarán de suministro que especifique la naturaleza, número, tipo y referencia de las piezas que la componen. Deberá hacerse con el ritmo y plazos señalados en el PCTP o, en su caso, por el Director.

02.- Las piezas que hayan sufrido averías durante el transporte, o que presenten defectos no apreciados en la recepción en fábrica, serán rechazadas.

03.- El Director, si lo estima necesario, podrá ordenar en cualquier momento la repetición de pruebas sobre las piezas ya ensayadas en fábrica. El Contratista, avisado previamente por escrito, facilitará los medios necesarios para realizar estas pruebas, de las que se levantará acta, y los resultados obtenidos en ellas prevalecerán sobre los de las primeras. Si los resultados de estas últimas pruebas fueran favorables, los gastos serán a cargo de la Administración; en caso contrario corresponderán al contratista que deberá, además, reemplazar los tubos, piezas, etc., previamente marcados como defectuosos procediendo a su retirada y sustitución en los plazos señalados por el Director. De no realizarlo el Contratista, lo hará la Administración a costa de aquél.

#### *11.2.7.- Aceptación o rechazo de los tubos*

01.- Clasificado el material por lotes, de acuerdo con lo que se establece en 11.2.4, las pruebas se efectuarán según se indica en el mismo Apartado, sobre muestras tomadas de cada lote, de forma que los resultados que se obtengan se asignarán al total del lote.

02.- Los tubos que no satisfagan las condiciones generales fijadas en este Pliego y en el PCTP, así como las pruebas fijadas para cada tipo de tubo y las dimensiones y tolerancias definidas en este Pliego, serán rechazados. Cuando una muestra no satisfaga una prueba se repetirá esta misma sobre dos muestras más del lote ensayado. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el lote ensayado, aceptándose si el resultado de ambas es bueno.

#### *11.2.8.- Gastos de los ensayos y pruebas*

01.- Serán de cargo del Contratista o del fabricante, si lo estipulare el convenio entre ambos, los ensayos y pruebas obligatorias definidas en 11.2.2., tanto los realizados en fábrica como al recibir los materiales en obra.

#### *11.2.9.- Marca de calidad*

01.- En este Apartado se trata el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinada "Marca de calidad" concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo definido en el Artículo 15.52.

02.- En este caso las pruebas de recepción en fábrica y en la obra, antes especificadas, podrán disminuirse en intensidad, respecto de la fijada en 11.2.3, en la cuantía que determine el Director en base a las características particulares de la obra y del producto de que se trate, e incluso podrán suprimirse total o parcialmente cuando el Director lo considere oportuno, por tratarse de un producto suficientemente probado y destinado a instalaciones de tipo común.

### **12.- MEDICIÓN Y ABONO**

01.- La medición y abono de los tubos y accesorios de material termoplástico se realizará de acuerdo con lo establecido para la unidad de obra de la que formen parte.

02.- En los acopios, los tubos se medirán por metros (m) de longitud útil.

## **ARTÍCULO 26.52.- TUBOS Y ACCESORIOS DE POLICLORURO DE VINILO NO PLASTIFICADO (UPVC) (PCTG99)**

---

### **1.- DEFINICIONES**

01.- Tubos de policloruro de vinilo no plastificado (UPVC) son los de material termoplástico constituido por resina de policloruro de vinilo técnicamente pura (menos del 1% de impurezas) en una proporción no inferior al 96 por 100, sin plastificantes. Podrá contener otros ingredientes tales como estabilizadores, lubricantes, modificadores de las propiedades finales y colorantes.

02.- Serán de aplicación las definiciones que figuran en el Apartado 1 de Artículo 26.51, "Tubos de material termoplástico", y se cumplirá lo especificado en ese Artículo 26.51, además de lo que a continuación se exprese.

### **2.- NORMATIVA TÉCNICA**

#### **2.1.- Pliegos de Condiciones de aplicación obligatoria**

01.- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para las conducciones de saneamiento de poblaciones", del MOPU.

02.- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua", del MOPU.

### **3.- CLASIFICACIÓN**

#### **3.1.- Por la presión hidráulica interior**

01.- Tubos de presión; tubos que, a la temperatura de 20°C; pueden estar sometidos a una presión hidráulica interior constante igual a la presión nominal (PN), durante cincuenta años, como mínimo, con un coeficiente de seguridad final no inferior a 2,4.

02.- Tubos para saneamiento de poblaciones (sin presión).

03.- Tubos para encofrado perdido y otros usos similares.

#### **3.2.- Por la conformación de los extremos**

01.- Tubos con extremos lisos.

02.- Tubos con embocadura (copa).

- Para unión por encolado.
- Para unión de junta flexible, con anillo elástico.

### **4.- CONDICIONES GENERALES**

01.- Los tubos serán siempre de sección circular con sus extremos cortados en sección perpendicular a su eje longitudinal.

02.- Estos tubos no se utilizarán cuando la temperatura permanente del agua sea superior a 40°C.

03.- Estarán exentos de rebabas, fisuras, granos y presentarán una distribución uniforme de color.

04.- No son objeto concreto de éste Artículo los tubos de UPVC para instalaciones de desagüe y de saneamiento en el interior del recinto de edificios o de instalaciones industriales.

#### 5.- *CONDICIONES ESPECIALES PARA TUBOS DE SANEAMIENTO*

01.- Se recomienda que estos tubos sean de color naranja rojizo vivo definido en la Norma UNE 48-103/94 con la referencia B-334, en cuyo caso podrá prescindirse de la sigla SAN.

02.- Las condiciones de resistencia de estos tubos hacen imprescindible una ejecución cuidadosa del relleno de la zanja.

03.- El comportamiento de estas tuberías frente a la acción de aguas residuales con carácter ácido o básico es bueno en general, sin embargo la acción continuada de disolventes orgánicos puede provocar fenómenos de microfisuración. En el caso de que se prevean vertidos frecuentes a la red, de fluidos que presenten agresividad, podrá analizarse su comportamiento teniendo en cuenta lo indicado en la Norma UNE 53-389-85 para tubos y accesorios de UPVC no plastificado.

#### 6.- MATERIALES

##### 6.1.- Materiales de los tubos

01.- El material básico para la fabricación de los tubos UPVC será resina de policloruro de vinilo técnicamente pura, es decir, con menos del 1% de sustancias extrañas.

02.- Al material básico no se le podrá añadir ninguna sustancia plastificante.

03.- Se podrán incluir otros ingredientes o aditivos en una proporción tal que, en su conjunto, no supere el cuatro por ciento (4%) del material que constituye la pared del tubo acabado. Estos ingredientes o aditivos pueden ser, lubricantes, estabilizadores, modificadores de las propiedades finales del producto y colorantes.

04.- Será de aplicación el párrafo 04 del Apartado 4 del Artículo 26.51, relativo a condiciones sanitarias.

05.- El fabricante de los tubos establecerá las condiciones técnicas de la resina de policloruro de vinilo de forma que pueda garantizar el cumplimiento de las características exigibles a corto plazo y a largo plazo (50 años) . En especial tendrá en cuenta las siguientes características de la resina:

- Peso específico aparente.
- Granulometría.
- Porosidad del grano.
- Índice de viscosidad.
- Colabilidad.
- Color.
- Contenido máximo de monómero libre.
- Humedad.

06.- Estas características se determinarán de acuerdo con las Normas UNE correspondientes o, en su defecto, con las Normas ISO.

##### 6.2.- Materiales de piezas especiales. Ver Artículo 26.51, Apartado 5.2

##### 6.3.- Condiciones de fabricación. Ver Artículo 26.51, Apartado 5.3.

**6.4.- Control de calidad en fábrica. Ver Artículo 26.51, Apartado 5.4**

**7.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

01.- En el CUADRO 26.52.1 se establecen los diámetros nominales (DN), espesores de pared y tolerancias para las cuatro series normalizadas por la UNE 53 112/88, con presiones nominales de: 0,4; 0,6; 1,0 y 1,6 MPa, que corresponden respectivamente a los números de serie S: 25; 16,66; 10 y 6,25; para una tensión de 10 MPa.

02.- En el CUADRO 26.52.2 figuran los diámetros nominales, espesores de pared y tolerancias para la serie normalizada de tubos UPVC para saneamiento.

CUADRO 26.52.2

**TUBOS DE UPVC PARA SANEAMIENTO SERIE NORMALIZADA**

Diámetro nominal exterior (mm)	Tolerancia en el diámetro exterior (mm)	Espesores	
		Espesor (mm)	Tolerancia (mm)
110	+ 0,4	3,0	+ 0,5
125	+ 0,4	3,1	+ 0,5
160	+ 0,5	3,9	+ 0,6
200	+ 0,6	4,9	+ 0,7
250	+ 0,8	6,1	+ 0,9
315	+ 1,0	7,7	+ 1,0
400	+ 1,0	9,8	+ 1,2
500	+ 1,0	12,2	+ 1,5
630	+ 1,0	15,4	+ 1,8

Corresponde al nº de serie S = 20

NOTA: En tuberías para saneamiento de poblaciones el diámetro mínimo admisible es el de 300 mm.

03.- Tolerancia de diámetro. La tolerancia en el diámetro exterior medio, medido en el tubo, será siempre en más, y su cuantía viene dada por la fórmula  $D_m = 0,1 + 0,0015 DN$  redondeado al 0,1 mm más próximo, por exceso, con un valor mínimo de 0,2 mm.

CUADRO 26.52.1

**TUBOS DE PRESIÓN DE POLICLORURO DE VINILO (UPVC) ESPESORES MÍNIMOS PARA DIFERENTES DIÁMETROS Y SERIES**

Diámetro nominal (exterior) en mm.	Máximo Diámetro (tolerancia) en mm.	NUMERO DE SERIE S $S=(DN-e)/2e=\sigma_a/PN$							
		S=25		S=16,6		S=10		S=6,25	
		Espesor	Tolerancia en más	Espesor	Tolerancia en más	Espesor	Tolerancia en mas	Espesor	Tolerancia en más
40	40,2	-	-	1,8	0,4	2,0	0,4	3,0	0,5
50	50,2	-	-	1,8	0,4	2,4	0,5	3,7	0,6
63	63,2	1,8	0,4	1,9	0,4	3,0	0,5	4,7	0,7
75	75,3	1,8	0,4	2,2	0,5	3,6	0,6	5,6	0,8
90	90,3	1,8	0,4	2,7	0,5	4,3	0,7	6,7	0,9
110	110,3	2,2	0,5	3,2	0,6	5,3	0,8	8,2	1,1
125	125,3	2,5	0,5	3,7	0,6	6,0	0,8	9,3	1,2
140	140,4	2,8	0,5	4,1	0,7	6,7	0,9	10,4	1,3
160	160,4	3,2	0,6	4,7	0,7	7,7	1,0	11,9	1,4
180	180,4	3,6	0,6	5,3	0,8	8,6	1,1	13,4	1,6
200	200,4	4,0	0,6	5,9	0,8	9,6	1,2	14,9	1,7
225	225,5	4,5	0,7	6,6	0,9	10,8	1,3	16,7	1,9
250	250,5	4,9	0,7	7,3	1,0	11,9	1,4	18,6	2,1
280	280,6	5,5	0,8	8,2	1,1	13,4	1,6	20,8	2,3
315	315,6	6,2	0,9	9,2	1,2	15,0	1,7	23,4	2,6
355	355,7	7,0	0,9	10,4	1,3	16,9	1,9	26,3	2,9
400	400,7	7,9	1,0	11,7	1,4	19,1	2,2	29,7	3,2
450	450,8	8,9	1,1	13,1	1,6	21,5	2,4	33,4	3,6
500	500,9	9,8	1,2	14,6	1,7	23,9	2,6	37,1	4,0
560	561,0	11,0	1,3	16,4	1,9	26,7	2,9	41,5	4,4
630	631,1	12,4	1,5	18,4	2,1	30,0	3,2	46,7	4,9
800	801,3	15,7	1,8	23,3	2,6	38,1	4,1	59,3	6,2

04.- Tolerancias de espesor. Se distinguirán dos casos:

- Tubos de espesor nominal (e) menor o igual a 6 mm. La diferencia máxima admisible entre el espesor en un punto cualquiera ( $e_i$ ) y el nominal (e) será positiva y no excederá de  $0,1e + 0,2$  mm, redondeado al 0,1 mm en exceso.
- Tubos de espesor nominal mayor de 6 mm. La diferencia ( $e_m - e$ ) máxima admisible entre el espesor medio ( $e_m$ ) y el nominal será siempre positiva y no excederá de  $0,1e + 0,2$  mm, redondeado a 0,1 mm en exceso.

Además solamente un valor de las medidas realizadas podrá tener un valor mínimo de  $(0,9e)$  y un valor máximo de  $(1,15e)$ . El número de medidas a tomar por tubo será:

Para DN $\leq$ 90	4 medidas
Para DN desde 90 a 250	8 medidas
Para DN > 250	12 medidas

05.- La longitud mínima de embocadura en los tubos y accesorios para unión por encolado es la dada por la fórmula  $L=0,5 DN + 6$  mm, redondeando al 0,1 mm más próximo, en exceso; con un valor mínimo de 12 mm. (ver FIGURA 26.52.1).

06.- La longitud mínima de embocadura en tubos y accesorios para unión de junta flexible con anillo elástico es la dada por la fórmula que corresponda según los siguientes casos:

Para DN  $\leq$  280 mm  $A = 50 + 0,22 DN$  (mm)

Para  $280 < DN \leq 450$  mm  
Para  $DN \geq 450$  mm

$$A = 70 + 0,15 DN \text{ (mm)}$$
$$A = 100 + 0,13 DN \text{ (mm)}$$

redondeando al 0,1 mm más próximo, en exceso (ver FIGURAS 26.52.2 y 26.52.3). Cuando las juntas elásticas tengan múltiples zonas de estanquidad la dimensión A mín deberá medirse en el primer punto efectivo de cierre, según especifique el fabricante (ver FIGURA 26.52.4).

07.- La longitud mínima de embocadura en tubos y accesorios con manguito doble con anillos elásticos viene dada, en milímetros, por las siguientes fórmulas: Para  $DN \leq 280$  mm  $A \geq 30 + 0,15 DN$ ; Para  $DN > 280$  mm  $A \geq 50 + 0,15 DN$  (ver FIGURA 26.52.5).

08.- Las tolerancias para los diámetros interiores medios de la embocadura en tubos para unión por encolado se establecen en el CUADRO 26.52.4 (ver FIGURA 26.52.1).

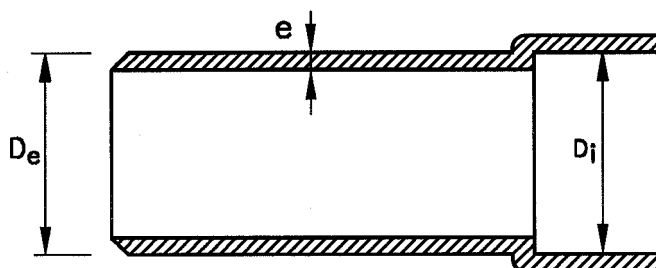
09.- Los diámetros interiores medios mínimos de la embocadura para tubos y accesorios para unión con junta de anillo elástico se dan en el CUADRO 26.52.3.



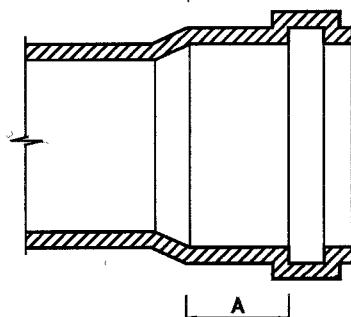
CUADRO 26.52.3

Díámetro nominal (DN) mm	Valores mínimos del diámetro interior medio mm
DN ≤ 63	DN + 0,3
75 y 90	DN + 0,4
110 y 125	DN + 0,4
140 y 160	DN + 0,5
180 y 200	DN + 0,6
225	DN + 0,7
250	DN + 0,8
280	DN + 0,9
315	DN + 1,0
355	DN + 1,1
400	DN + 1,2
450	DN + 1,4
500	DN + 1,5
560	DN + 1,5
630	DN + 1,6

10.- Ovalación para el diámetro interior de los accesorios inyectados. Debe ser menor de 0,007 DN, redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso, con un valor mínimo de 0,2 mm.



*Fig. 26.52.1.- Longitud mínima de embocadura*



*Fig. 26.52.2. Longitud mínima de embocadura*

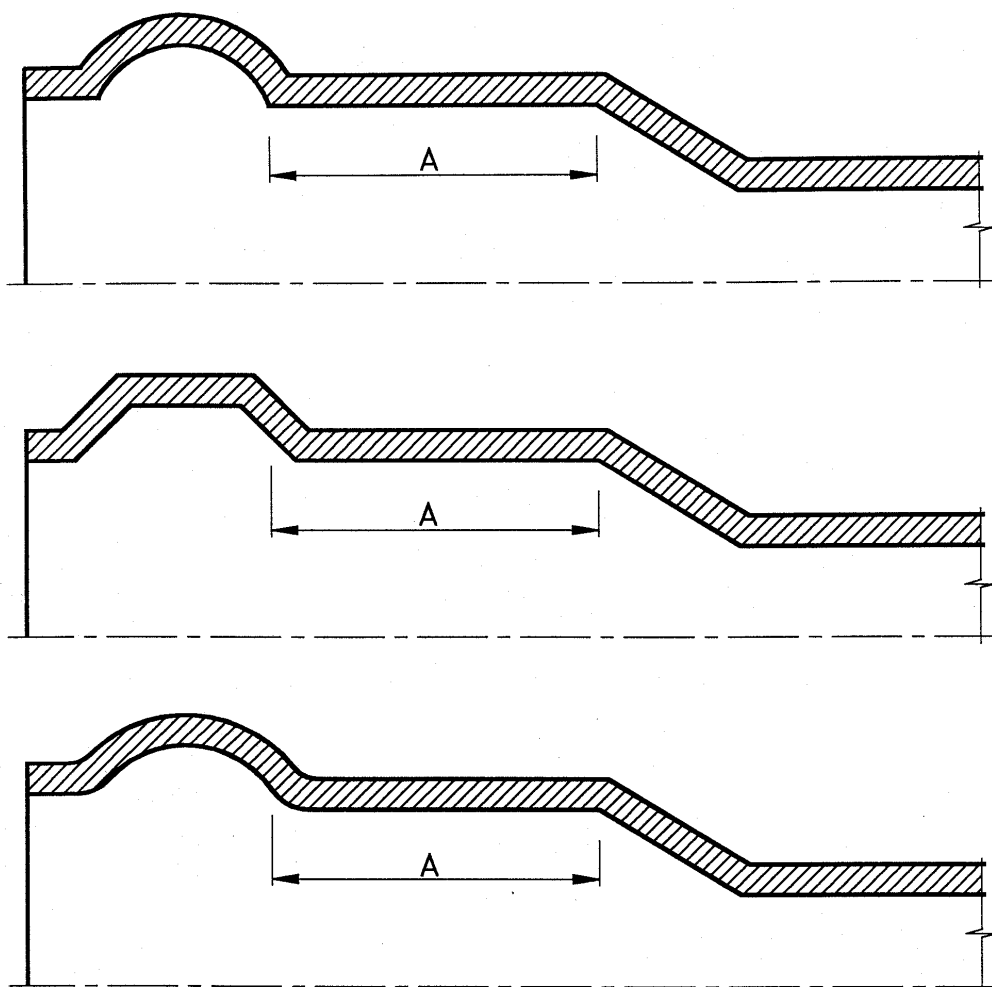


Fig. 26.52.3.— longitud mínima de embocadura

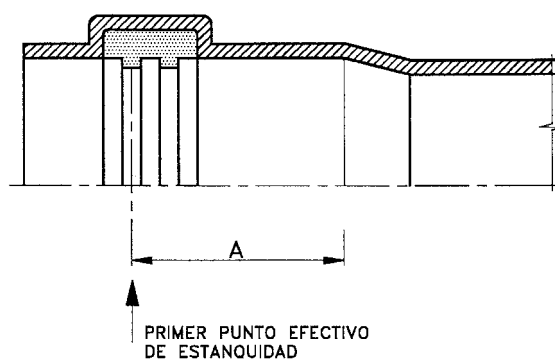


Fig. 26.52.4.— Primer punto efectivo de cierre. Juntas elásticas con múltiples zonas de estanquidad.

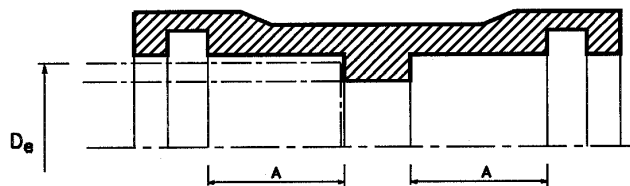


Fig. 26.52.5. Primer punto efectivo de cierre. Manguito doble con anillos elásticos.

CUADRO 26.52.4

Diámetro nominal DN mm. (1)	Tolerancia (mm.)	
	Tipo A. Apriete	Tipo B. Holgura
DN 25	+0 -0,15	
32,40,50	+0 -0,2	+0,3
63 y 75	+0 -0,25	+0,1
90	+0 -0,3	
110 y 125	+0 -0,3	+0,4 +0,1
140 y 160	+0 -0,4	+0,5 +0,2
180	+0 -0,4	+0,5 +0,2
200	+0	+0,6
225	-0,5	+0,3
250	+0	+0,7
280	-0,5	+0,3
315	+0 -0,5	+0,7 +0,3
355	+0 -0,5	+0,8 +0,3
400	+0 -0,5	+0,8 +0,3
450	+0 -0,7	+0,8 +0,3
500	+0 -0,7	+0,8 +0,3
550	+0 -0,7	+0,9 +0,4
630	+0 -0,7	+1,0 +0,4

(1) En este caso el diámetro interior medio de la embocadura se define como la media aritmética de dos diámetros perpendiculares medidos en una sección recta, situada en la mitad de la longitud de la embocadura. El semiángulo del cono de la embocadura no deberá ser superior a quince segundos sexagesimales (15").

11.- Longitudes. La longitud de los tubos se establecerá por acuerdo con el fabricante, con una tolerancia de  $\pm 10$  mm.

12.- Se recomiendan las longitudes de: 6, 8, 10 y 12 m, para los tubos rectos.

8.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

### 8.1.- Características físicas, a corto plazo, del material que constituye el tubo.

01.- El material que forma la pared del tubo tendrá las características que a continuación se expresan, con la indicación del método de ensayo para su determinación, en el siguiente cuadro:

#### TUBOS DE UPVC . CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DEL TUBO A CORTO PLAZO

Características	Valores	Método de ensayo	Observaciones
Densidad	De 1,35 a 1,46 kg/dm <sup>3</sup>	UNE 53020/73 método A	De la pared del tubo
Coefficiente de dilatación térmica lineal	De 60 a 80x10 <sup>-6</sup> por °C	UNE 53126/79	En probeta obtenida del tubo
Temperatura de reblandecimiento VICAT, mínima	79° C	UNE EN ISO 306/97	Bajo peso de 5 kg.
Módulo de elasticidad lineal, a 20°C, mínimo	2.800 MPa	Del diagrama tensión-deformación del ensayo a tracción	Módulo tangente inicial
Resistencia a tracción simple, mínima	49 Mpa valor medio Ningún valor individual inferior a 47 MPa	UNE 53112/88	Se tomará el menor valor de las 5 probetas
Alargamiento en la rotura a tracción	80%	UNE 53112/88	Se tomará el menor valor de las 5 probetas
Absorción de agua, máxima	50 g/m <sup>2</sup>	UNE 53112/88	En prueba a presión hidráulica interior
Opacidad, máxima	0,2%	UNE 53039/55	

### 8.2.- Características de los tubos

01.- Comportamiento al calor. La contracción longitudinal remanente del tubo, después de haber estado sometido a la acción del calor será menor del 5%, según método de ensayo de la UNE 53-112/88.

02.- Resistencia al impacto. El "verdadero grado de impacto" (VGI), determinado según UNE 53-112/88, será inferior a:

- 5 por 100 en el ensayo a 0° C
- 10 por 100 en el ensayo a 20° C

03.- Prueba a presión hidráulica interior (ensayo no destructivo). En función del tiempo de permanencia en carga, los tubos no deberán romperse ni fisurarse al ser sometidos a presión hidráulica interior, según el método de ensayo definido en la UNE 53-112/88, en las siguientes condiciones:

Temperatura del ensayo (°C)	Duración del ensayo (horas)	Tensión de tracción circunferencial constante a que se somete el tubo $\sigma$ (MPa.) (1)
20	1	42
20	(100)*	(35)*
60	(100)*	(12)*
80	1000	10

\* Los valores entre paréntesis son opcionales

(1) La presión interior constante (P) a la que ha de someterse el tubo durante el ensayo, se determinará por la fórmula:

$$P = \frac{2e \cdot \sigma}{D_n - e}$$

Donde:

P = Presión de prueba, expresada en kp/cm<sup>2</sup>

$\sigma$  = Valor dado en la tabla

e = Espesor nominal del tubo en cm.

D<sub>n</sub> = Diámetro exterior medio del tubo, en cm.

04.- Resistencia a la presión hidráulica interior (ensayo destructivo) . Cuando lo exija el PCTP o el Director, mediante ensayos de rotura del tubo a presión hidráulica interior, se obtendrán las tensiones mínimas que producen la rotura de trozos de tubo. Los resultados se representarán en coordenadas cartesianas, a escala logarítmica doble (abscisas y ordenadas) ; los tiempos, en horas, en las abscisas y las tensiones de rotura en kp/cm<sup>2</sup> en las ordenadas. Se ajustará una recta por mínimos cuadrados que representará la línea de regresión tensión-tiempo ( $\sigma$ -t) que servirá para estimar la resistencia del tubo a los cincuenta años (largo plazo), ó 10<sup>6</sup> horas. Como mínimo se obtendrán cuatro resultados, comprendidos dentro de los siguientes intervalos:

0,1 a 6; 6 a 12; 60 a 120; 600 a 1.200 horas

05.- La línea tensión-tiempo se determinará para cada una de las temperaturas siguientes: 20, 60 y 80° C .

06.- La resistencia mínima estimada para los cincuenta años, por este procedimiento, a 20° C, no será menor de 24 MPa .

07.- Deformación por flexión transversal (ensayo de aplastamiento). Siempre que se trate de tubos que hayan de estar sometidos a cargas ovalizantes, tales como los destinados a tuberías enterradas, el fabricante estará obligado a facilitar y garantizar las características que a continuación se indican en éste Apartado 4.2 (ver Artículo 26.51, Apartado 7.5).

08.- Rigidez circunferencial específica a corto plazo (RCE)<sub>o</sub> a la temperatura de 23°C ± 2°C, obtenida mediante ensayos de flexión transversal según el método de ensayo ISO/TC 138/WG-1/N503 del año 1980, o la Norma UNE correspondiente, cuando se publique. Se obtendrá por la fórmula:

$$(RCE)_o = 0,01863 \frac{P}{L \cdot \Delta y} (kp / cm^2)$$

Donde:

(RCE)<sub>o</sub> = Rigidez circunferencial específica a corto plazo, en kp/cm<sup>2</sup>

P = Fuerza aplicada sobre la generatriz del tubo ensayado, en kp.

L = Longitud del trozo de tubo ensayado, en cm.

$\Delta y$  = Acortamiento del diámetro del tubo en la dirección de la fuerza P (vertical), en cm.

09.- Rigidez circunferencial específica a largo plazo (RCE)<sub>50</sub>, a la temperatura de 23°C ± 2° C. Por un procedimiento de ajuste y extrapolación de resultados, en diagrama a escala logarítmica doble, análogo al indicado en el anterior párrafo 07, se determinará la RCE correspondiente a cincuenta años de permanencia de la carga ovalizante. Se empleará el mismo método de ensayo que el indicado en el párrafo anterior 08 y se tomarán las deformaciones correspondientes a los tiempos de: 0,1; 1; 10; 100 y 1.000 horas de carga constante P. La rigidez circunferencial específica a largo plazo será:

$$(RCE)_{50} = 0,01863 \frac{P}{L \cdot \Delta y_{50}}$$

Donde:

$(RCE)_{50}$  = Rigidez circunferencial específica a largo plazo (50 años) , a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , en  $\text{kp}/\text{cm}^2$  .

P = Fuerza mantenida sobre la generatriz del tubo en kp.

L = Longitud del trozo de tubo ensayado, en cm.

$\Delta y_{50}$  = Deformación estimada por extrapolación en cm.

10.- Conocido el valor de  $(RCE)_{50}$  se obtendrá el módulo de deformación transversal ( $E_c$ ) del tubo a largo plazo, a  $\approx 20^{\circ}\text{C}$ , despejándolo de la expresión:

$$(RCE)_{50} = \frac{E_c I}{D m^3}$$

Ver Artículo 26.51, Apartado 7.5, párrafos 01 y 02.

### 8.3.- Condiciones para el cálculo mecánico

01.- En los tubos de UPVC, para cincuenta años de vida útil y temperaturas de servicio no mayores de  $20^{\circ}\text{C}$ , la tensión de trabajo, máxima admisible ( $\sigma_a$ ), será fijada en base a las circunstancias particulares de la obra y a la normativa de obligada aplicación. El valor de  $\sigma_a$  dependerá, en definitiva, del coeficiente de seguridad al término del plazo de vida útil, que se fije en el Proyecto, con los siguientes límites:

Coeficiente de seguridad a la rotura a largo plazo =  $\sigma_{r50} / \sigma_a$  : 2,4, 3, 4.

Tensión máxima admisible,  $\sigma_a$  : 10, 8, 6 MPa.

En ningún caso se adoptarán valores de  $\sigma_a$  superiores a 10 MPa.

02.- Con los valores de  $\sigma_a$  anteriores resultan las presiones nominales ( $PN \geq P_t$ ) siguientes:

Nº de Serie:	PRESIÓN NOMINAL $PN = \frac{\sigma_a}{S} (MPa)$				
	25	20	16,6	12,5	6,25
$\sigma_a = 10$	0,40	0,5	0,60	0,80	1,60
$\sigma_a = 8$	0,32	0,4	0,48	0,64	1,28
$\sigma_a = 6$	0,24	0,3	0,36	0,48	0,96

03.- Para temperaturas de servicio diferentes de las consideradas en el párrafo 01 es preciso multiplicar la tensión máxima admisible a 20° C por el factor de corrección dado en la siguiente tabla:

Temperatura en °C	0	20	25	30	35	40	45
Factor de corrección:	1,00	1,00	0,90	0,80	0,70	0,63	0,57

Para temperaturas intermedias se interpolará proporcionalmente.

04.- Para la adopción de plazos menores de cincuenta (50) años, se justificarán detalladamente las causas que inducen a ello.

05.- En la selección de una determinada serie de tubo (espesor de pared) de un diámetro previamente fijado por motivos hidráulicos se tendrá en cuenta no sólo la presión nominal (PN), sino también las demás características mecánicas, en base a las solicitaciones de servicio previsibles. Se tomarán en consideración las depresiones en el interior del tubo, las cargas exteriores que puedan originar deformaciones inadmisibles en el tubo y el riesgo de colapso.

06.- Por lo general, la máxima deformación transversal admisible a largo plazo en tubos de UPVC se limitará al 5 por 100 del diámetro nominal.

## 9.- JUNTAS

01.- Se cumplirá lo establecido en el Apartado 8 del Artículo 26.51.

02.- Las uniones de los tubos de UPVC pueden ser:

- a) Unión encolada. Solamente para tubos de diámetro inferior a doscientos milímetros (200 mm).
  - En tubos con embocadura (enchufe de copa y espiga).
  - En tubos lisos, con manguito.
- b) Unión elástica. Con anillo de goma para estanquidad
  - En tubos con embocadura.
  - En tubos lisos, con manguito y dos anillos de goma.
- c) Unión con bridas metálicas, aplicadas sobre portabridas de UPVC inyectado y encolado al extremo del tubo, en fábrica y con entera garantía.
- d) Unión conjunta tipo Gibault.
- e) Uniones con accesorios roscados, metálicos o de plástico. Solamente para diámetros no superiores a sesenta y tres milímetros (63 mm).
- f) Uniones con bridas de plástico. Solamente hasta diámetro de sesenta y tres milímetros (63 mm).

03.- La embocadura o copa de los tubos se formará en fábrica mediante la operación de encopado por moldeo, con o sin regruesamiento de la pared. No se permitirá la copa encolada. El PCTP, o el Director, determinará si la copa debe tener espesores regruesados por zonas de diferente diámetro interior.

04.- Los anillos de estanquidad de goma o material elastomérico sintético deberán mantener la estanquidad de la junta a una presión cuádruplo de la nominal del tubo y a una temperatura no menor de 45°C.

05.- Las juntas, para tubos de presión, de cualquier tipo que sean, deberán poder resistir, sin fugas de agua, una presión hidráulica interior igual a cuatro veces la presión nominal del tubo durante una hora, por lo menos.

#### 10.- TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN

01.- Se cumplirá lo establecido en el Apartado 10 del Artículo 26.51.

02.- Deberá tenerse en cuenta que la resistencia al impacto de los tubos UPVC disminuye de forma acusada a temperaturas inferiores a 0°C. No obstante, pueden ser manejados y acopiados satisfactoriamente si las operaciones se realizan con cuidado.

#### 11.- RECEPCIÓN

01.- En lo que respecta a la información técnica general y a las características a declarar por el fabricante, será de aplicación lo indicado en el Apartado 11.1 del Artículo 26.51.

02.- El fabricante especificará y garantizará los valores de todas las características físicas y mecánicas, que se incluyen en el Apartado 8 de éste Artículo y, además, las que determine el PCTP en casos especiales.

03.- En todo lo referente a ensayos y pruebas, será de aplicación lo establecido en el Apartado 11.2 del Artículo 26.51.

#### 12.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de los tubos y accesorios de UPVC se realizará de acuerdo con lo establecido para la unidad de que formen parte.

02.- En los acopios los tubos se medirán por metros (m) de longitud útil.



## **ARTÍCULO 26.53.- TUBOS Y ACCESORIOS DE POLIETILENO (PE) (PCTG99)**

### 1.- DEFINICIONES

01.- Tubos de polietileno (PE) son los de materiales termoplásticos constituidos por una resina de polietileno, negro de carbono, sin otras adiciones que antioxidantes estabilizadores o colorantes.

02.- Según el tipo de polímero empleado se distinguen tres clases de termoplásticos de polietileno.

- Polietileno de baja densidad (LDPE), también denominado PE 32. Polímero obtenido en un proceso de alta presión. Su densidad sin pigmentar es igual o menor a 0,930 kg/dm<sup>3</sup>.
- Polietileno de alta densidad (HDPE), también denominado PE 50 A. Polímero obtenido en un proceso a baja presión. Su densidad sin pigmentar es mayor de 0,940 kg/dm<sup>3</sup>.
- Polietileno de media densidad (MDPE), también denominado PE 50 B. Polímero obtenido a baja presión y cuya densidad, sin pigmentar, está comprendida entre 0,931 kg/dm<sup>3</sup> y 0,940 kg/dm<sup>3</sup>.

03.- Serán de aplicación las definiciones del Apartado 1 del Artículo 26.51 "Tubos de material termoplástico"; se cumplirá lo especificado en ese Artículo 26.51 y, además, lo que se establece en el presente Artículo.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos de Condiciones de aplicación obligatoria

01.- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para las conducciones de saneamiento de poblaciones", del MOPU.

02.- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua", del MOPU.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Los tubos de PE se clasifican, según sea la naturaleza del polímero, en los dos grupos fundamentales:

1. Tubos de polietileno de baja densidad (LDPE).
2. Tubos de polietileno de alta o media densidad (HDPE y MDPE).

02.- Los tubos de polietileno de baja densidad solamente podrán emplearse en instalaciones de vida útil inferior a veinte años y cuyo diámetro nominal sea inferior a ciento veinticinco milímetros (125 mm).

03.- Por la presión hidráulica interior se clasifican en:

- Tubos de presión. Los que a la temperatura de 20°C pueden estar sometidos a una presión hidráulica interior constante igual a la presión nominal (PN) durante cincuenta años (50), con un coeficiente de seguridad final no inferior a 1,3.
- Tubos sin presión. Para saneamiento de poblaciones y desagües sin carga. Solamente se emplearán tubos de PE de alta o media densidad.
- Tubos para encofrado perdido y otros usos similares.

04.- Por la forma de los extremos:

- Tubos de extremos lisos.
- Tubos con embocadura (copa).

05.- Según la aplicación:

- Tubos para conducciones de agua (abastecimiento),(UNE 53.131 y UNE 53.188).
- Tubos para saneamiento. (UNE 53.131 y UNE 53.188).
- Tubos para canalizaciones eléctricas.(UNE 50.086/95 partes 1, 2 y 4).

#### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los tubos de PE solo podrán utilizarse en tuberías si la temperatura del fluente no supera los 45°C.

02.- No son objeto de este Artículo los tubos de PE para instalaciones de desagüe y de saneamiento en el interior de edificios o dentro del recinto de instalaciones industriales.

03.- Los tubos de PE para tuberías de saneamiento se fabricarán exclusivamente con polietileno de alta densidad, de densidad igual o superior a  $0,94 \text{ g/cm}^3$ , antes de su pigmentación.

04.- Será obligatoria la protección contra la radiación ultravioleta que, por lo general, se efectuará con negro de carbono incorporado a la masa de extrusión.

05.- El alto coeficiente de dilatación lineal del PE deberá ser tenido en cuenta en el proyecto. Los movimientos por diferencias térmicas deberán compensarse colocando la tubería en planta serpenteante.

06.- La alta resistencia al impacto del PE a bajas temperaturas permite su transporte y manipulación en climas fríos.

#### 5.- MATERIALES

01.- El material del tubo estará constituido por:

- Resina de polietileno técnicamente pura, de baja, media, o alta densidad, según las definiciones dadas en UNE 53-188-91.
- Negro de carbono finamente dividido en una proporción del  $2,5 \pm 0,5$  por 100 del peso del tubo.
- Eventualmente: otros colorantes, estabilizadores, antioxidantes y aditivos auxiliares para la fabricación.

02.- El material del tubo no contendrá plastificantes, carga inerte ni otros ingredientes que puedan disminuir la resistencia química del PE o rebajar su calidad. Queda prohibido el polietileno de recuperación.

03.- Todos los ingredientes cumplirán la condición de ser aceptables desde el punto de vista sanitario según lo establecido en el Artículo 26.51, Apartado 4 párrafo 04.

04.- La resina de PE será de baja, media, o alta densidad según que la clase de tubo sea de LDPE, MDPE o de HDPE, respectivamente.

05.- El negro de carbono empleado en la fabricación de tubos de PE cumplirá las especificaciones del apartado 4.1 de la UNE 53-131/90 y su dispersión tendrá una homogeneidad igual o superior a la definida en el apartado 4.3 de la UNE 53-131/90. La determinación del contenido en negro de carbono se hará según UNE 53-375-83.

06.- El fabricante de los tubos establecerá las condiciones TÉCNICAS de la resina de polietileno, de forma que pueda garantizar el cumplimiento de las características a corto plazo y a largo plazo cincuenta años (50). En especial tendrá en cuenta las siguientes características de la resina:

- Granulometría.
- Densidad.
- Índice de fluidez.

- Grado de contaminación.
- Contenido en volátiles.
- Contenido en cenizas.

07.- Estas características se determinarán de acuerdo con la Norma UNE 53-188/91.

#### 6.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

01.- En los CUADROS 26.53.1 y 26.53.2 se fijan los diámetros nominales y espesores mínimos de los tubos de PE de alta o media densidad y de los PE de baja densidad, respectivamente, correspondientes a las tres series normalizadas de tubos de presión, cuyos números de serie "S" son: 12,5; 8 y 5.

02.- En el CUADRO 26.53.3 figuran los diámetros nominales, los espesores mínimos y tolerancias de los tubos de PE de alta o media densidad, correspondientes a las series A y B normalizadas de tubos sin presión para saneamiento.

CUADRO 26.53.1

**TUBOS DE POLIETILENO DE MEDIA Y ALTA DENSIDAD PARA CONDUCCIONES DE AGUA A PRESIÓN**

Diámetros nominal		Espesores mínimos de pared (e)		
DN	Tolerancia	S = 12,5	S = 8	s = 5
(mm)	(mm)			
10	+ 0,3	-	-	2,0
12	+ 0,3	-	-	2,0
16	+ 0,3	-	-	2,0
20	+ 0,3	-	-	2,0
25	+ 0,3	-	2,0	2,3
32	+ 0,3	-	2,0	2,9
40	+ 0,4	2,0	2,4	3,7
50	+ 0,5	2,0	3,0	4,6
63	+ 0,6	2,4	3,8	5,8
75	+ 0,7	2,9	4,5	6,8
90	+ 0,9	3,5	5,4	8,2
110	+ 1,0	4,2	6,6	10,0
125	+ 1,2	4,8	7,4	11,4
140	+ 1,3	5,4	8,3	12,7
160	+ 1,5	6,2	9,5	14,7
180	+ 1,7	6,9	10,7	16,4
200	+ 1,8	7,7	11,9	18,2
225	+ 2,1	8,6	13,4	20,5
250	+ 2,3	9,6	14,8	22,7
280	+ 2,6	10,7	16,6	25,4
315	+ 2,9	12,1	18,7	28,6
355	+ 3,2	13,6	21,1	-
400	+ 3,6	15,3	23,7	-
450	+ 4,1	17,2	26,7	-
500	+ 4,5	19,1	29,6	-
560	+ 5,0	21,4	-	-
630	+ 5,1	24,1	-	-
710	+ 5,1	27,2	-	-
800	+ 5,1	30,6	-	-

$$S = n^{\circ} \text{ de la serie} = \frac{DN - e}{2e}; \quad PN = \frac{\sigma_a}{S}$$

CUADRO 26.53.2

## TUBOS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD PARA CONDUCCIONES DE AGUA A PRESIÓN

Diámetro nominal DN en mm.	Espesores mínimos de pared (e)		
	S = 8	S = 5	S = 3,2
10	-	-	2,0
12	-	-	2,0
16	-	2,0	2,2
20	-	2,0	2,8
25	2,0	2,3	3,5
32	2,0	2,9	4,4
40	2,4	3,7	5,5
50	3,0	4,6	6,9
63	3,8	5,8	8,6
75	4,5	6,8	10,3
90	5,4	8,2	12,3
110	6,6	10,0	15,1
125	7,4	11,4	17,1

$$S = n^{\circ} \text{ de la serie} = \frac{DN - e}{2e}; \quad PN = \frac{\sigma_a}{S}$$

CUADRO 26.53.3

TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA SANEAMIENTO		
Dn mm	Espesor (e) mm	
	A	B
110	4,2	6,6
125	4,8	7,4
160	6,2	9,5
200	7,7	11,9
250	9,6	14,8
315	12,1	18,7
400	15,3	23,7
500	19,1	29,6
630	24,1	37,3

03.- Tolerancia de diámetro. La tolerancia en el diámetro exterior medio será siempre positiva, y su cuantía viene dada por la fórmula:

$$\Delta D_e = + 0,009 D_e$$

redondeado al 0,1 mm más próximo por exceso; con un valor mínimo de 0,3 mm y un máximo de 5,1 mm (ver CUADRO 26.53.1).

04.- Las tolerancias de diámetro para tubos a unir con embocaduras soldadas se dan en el CUADRO 26.53.4

CUADRO 26.53.4

## TOLERANCIA DE DIÁMETROS EN TUBOS A UNIR CON EMBOCADURA SOLDADA

Diámetro nominal (mm)	Tolerancia (mm)	Diámetro nominal (mm)	Tolerancia (mm)
20	+ 0,3	110	+ 0,6
25	+ 0,3	125	+ 0,6
32	+ 0,3	140	+ 0,8
40	+ 0,4	160	+ 1,0
50	+ 0,4	180	+ 1,2
63	+ 0,4	200	+ 1,3
75	+ 0,5	225	+ 1,4
90	+ 0,6	250	+ 1,5

05.- Tolerancias de espesor. La diferencia ( $e_1 - e$ ) será siempre positiva e inferior al valor siguiente:

Caso a) Tubos de DN menor de 400 mm

$$Ae = 0,10e + 0,2 \text{ mm}$$

Caso b) Tubos de DN igual o mayor de 400 mm.

$$Ae = 0,15e + 0,2 \text{ mm.}$$

06.- Todos los cálculos se redondearán al 0,1 mm más próximo, por exceso. (ver CUADRO 26.53.5).

07.- En ambos casos el número de medidas a realizar será:

En tubos de DN menor de 400 mm	8 medidas
En tubos igual o mayor de 400 mm	12 medidas

08.- Ovalación: Para los tubos rectos la diferencia máxima admisible entre el diámetro exterior máximo o mínimo, en una sección recta cualquiera, y el diámetro exterior medio será menor que:  $0,02 D_e$ , siendo  $D_e$  el diámetro exterior medio, redondeado el resultado al 0,1 mm inmediato superior (ver CUADRO 26.53.6).

09.- Para los tubos suministrados en rollos, la diferencia máxima admisible será:  $0,06 D_e$ . La ovalación no se comprobará en los tubos cuya relación  $e/DN$  sea igual o mayor de 0,08.

10.- Longitud de los tubos. La longitud de los tubos rectos será preferentemente de 6, 8, 10 ó 12 m. La longitud de los tubos, medida a la temperatura de  $23^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$ , será, como mínimo, la nominal.

11.- En el caso de tubos suministrados en rollos, el diámetro de éstos no será inferior a veinte (20) veces el diámetro nominal del tubo, para polietileno de baja y media densidad, y no será inferior a veinticuatro (24) veces el diámetro nominal, en tubos de polietileno de alta densidad.

CUADRO 26.53.5

## TOLERANCIAS DE ESPESOR EN TUBOS DE «PE»

Espesor nominal (e) mm	Tolerancia máxima mm	Espesor nominal (e) mm	Tolerancia máxima mm
2,0	+ 0,4	11,9	+ 1,4
2,2	+ 0,5	12,1	+ 1,5
2,3	+ 0,5	12,3	+ 1,5
2,4	+ 0,5	12,7	+ 1,5
2,8	+ 0,5	13,4	+ 1,6
2,9	+ 0,5	13,6	+ 1,6
3,0	+ 0,5	14,6	+ 1,7
3,5	+ 0,6	14,8	+ 1,7
3,7	+ 0,6	15,1	+ 1,8
3,8	+ 0,6	15,3	+ 1,8
4,2	+ 0,7	16,4	+ 1,9
4,4	+ 0,7	16,6	+ 1,9
4,5	+ 0,7	17,1	+ 2,0
4,6	+ 0,7	17,2	+ 2,0
4,8	+ 0,7	18,2	+ 2,1
5,4	+ 0,8	18,7	+ 2,1
5,5	+ 0,8	19,1	+ 2,2
5,8	+ 0,8	19,2	+ 2,2
6,2	+ 0,9	20,5	+ 2,3
6,6	+ 0,9	21,1	+ 2,4
6,8	+ 0,9	21,4	+ 2,4
6,9	+ 0,9	21,9	+ 2,4
7,4	+ 1,0	22,7	+ 2,5
7,7	+ 1,0	23,7	+ 2,5
8,2	+ 1,1	24,1	+ 3,9
8,3	+ 1,1	24,6	+ 3,9
8,6	+ 1,1	25,4	+ 4,1
9,5	+ 1,2	26,7	+ 4,3
9,6	+ 1,2	27,2	+ 4,3
10	+ 1,2	27,3	+ 4,3
10,3	+ 1,3	28,6	+ 4,5
10,7	+ 1,3	29,6	+ 4,7
11,4	+ 1,4	30,6	+ 4,8

CUADRO 26.53.6

## TOLERANCIAS DE OVALACIÓN EN TUBOS DE «PE»

Díámetro nominal (Dn) mm	Tubos rectos Tolerancia máxima mm	Tubos en rollos Tolerancia máxima mm
10	-	0,6
12	-	0,8
16	-	1,0
20	-	1,2
25	0,5	1,5
32	0,7	2,0
40	0,8	2,4
50	1,0	3,0
63	1,3	3,8
75	1,5	4,5
90	1,8	5,4
110	2,2	6,6
125	2,5	7,5
140	2,8	8,4
160	3,2	9,6
180	3,6	-
200	4,0	-
225	4,5	-
250	5,0	-
280	5,6	-
315	6,3	-
355	7,1	-
400	8,0	-
450	9,0	-
500	10,0	-
560	11,2	-
630	12,6	-
710	14,2	-
800	16,0	-



## 7.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

### 7.1.- Características físicas, a corto plazo, del material que constituye el tubo

01.- El material que forma la pared del tubo tendrá las características indicadas en la tabla siguiente:

#### TUBOS DE PE . CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DEL TUBO A CORTO PLAZO

Características	Valores	Método de ensayo	Observaciones
DENSIDAD LDPE MDPE HDPE	0,930 Entre 0,931 y 0,940 0,940	UNE 53-020/73	De la resina de polietileno en forma de granza o en polvo de moldeo. Sin negro de C ni aditivos.
Coefficiente de dilatación lineal	De 200 a 230 $10^{-6}$ por °C	UNE 53-126/79	
Temperatura de reblandecimiento VICAT, mínima	LDPE: 87°C MDPE: HDPE: 100°C	UNE EN ISO 306/97	Bajo peso de 1kg.
Índice de fluidez, máximo	LDPE: 1 g/10 min MDPE: 0,4 g/10 min HDPE: 0,3 g/10 min	UNE 53-200/92	Con un peso de 2.160 g a 190°C
Módulo de elasticidad, mínimo	LDPE: 1.200 MDPE: HDPE: 9.000	De diagrama tensión-deformación en ensayo a tracción	Módulo secante en el punto de fluencia
Resistencia a tracción simple, mínima	LDPE: 100 kp/cm <sup>2</sup> MDPE: 150 kp/cm <sup>2</sup> HDPE: 190 kp/cm <sup>2</sup>	UNE 53-131/90	Tensión en el punto de fluencia
Alargamiento en la rotura, mínimo	LDPE: 350% MDPE: 350% HDPE: 350%	UNE 53-131/90	Alargamiento en el punto de fluencia

LDPE = Polietileno de baja densidad = PE 32.  
MDPE = Polietileno de media densidad = PE 50 B.  
HDPE = Polietileno de alta densidad = PE 50 A.

### 7.2.- Características de los tubos

01.- Comportamiento al calor. La contracción longitudinal remanente del tubo, después de haber estado sometido a la acción del calor, será menor del 3 por 100. Según el método de ensayo de la UNE 53-131/90.

02.- Prueba a la presión hidráulica interior. (Ensayo no destructivo). En función del tiempo de permanencia en carga, los tubos no deberán romperse ni deteriorarse al ser sometidos a presión hidráulica interior, según el método de ensayo definido en la UNE 53-131/90, en las siguientes condiciones:

Clase de PE	Temperatura del ensayo (°C)	Duración del ensayo (horas)	Tensión de tracción circunferencial a que se somete el tubo $\sigma_e$ (kp/cm <sup>2</sup> ) (1)
Tubos de LDPE	20	1	78
	70	100	29
Tubos de MDPE y HDPE	20	1	147
	80	170	29

(1) La presión hidráulica interior a la que ha de someterse el tubo durante el ensayo se determinará por la fórmula:

$$P = \frac{2\sigma_e \cdot e}{D_n - e}$$

Donde:

P = Presión de prueba, en kp/cm<sup>2</sup>

$\sigma_e$  = Valor de la tensión circunferencial dado en la tabla, en kp/cm<sup>2</sup>

e = Espesor nominal del tubo, en cm

$D_n$  = Diámetro exterior medio del tubo, en cm.

03.- Resistencia a la presión hidráulica interior. (Ensayo destructivo). Cuando lo exija el PCTP o el Director, mediante ensayos de rotura del tubo a presión hidráulica interior, se obtendrán las tensiones mínimas que producen la rotura o deterioro de trozos de tubo. Los resultados se representarán en coordenadas cartesianas a escala logarítmica doble (abscisas y ordenadas); los tiempos, en horas, en las abscisas y las tensiones de rotura, en kp/cm<sup>2</sup>, en las ordenadas. Se ajustará la línea de regresión tensión-tiempo que servirá para estimar la resistencia del tubo a largo plazo, para distintas temperaturas de ensayo.

04.- Como mínimo se obtendrán cuatro resultados, comprendidos dentro de los siguientes intervalos:

0,1 a 6; 6 a 12; 60 a 120; 600 a 1.200 horas

05.- La línea de regresión tensión-tiempo se determinará para cada una de las temperaturas siguientes: 20, 40, 60 y 80 °C. Por medio de la transformación gráfica indicada en la FIGURA 26.53.1 se podrán extrapolar los tramos finales de las curvas correspondientes a temperaturas moderadas partiendo de las curvas de temperaturas más altas.

06.- Deformación por flexión transversal. Cuando lo exija el PCTP, y siempre que se trate de tubos que hayan de estar sometidos a cargas ovalizantes, tales como los destinados a tuberías enterradas, el fabricante estará obligado a facilitar y garantizar las características que a continuación se indican en éste Apartado 4.2. (ver Artículo 25.50, Apartado 4.5.).

07.- Rigidez circunferencial específica, a corto plazo  $(RCE)_0$ , a la temperatura de 23°C ± 2°C, obtenida mediante ensayos de flexión transversal, según el método ISO/TC 138/WG-1/N 503, año 1980, o la Norma UNE correspondiente, cuando se publique. Se obtendrá por la fórmula:

$$(RCE)_0 = 0,01863 \frac{P}{L \cdot \Delta y} \text{ (kp/cm}^2\text{)}$$

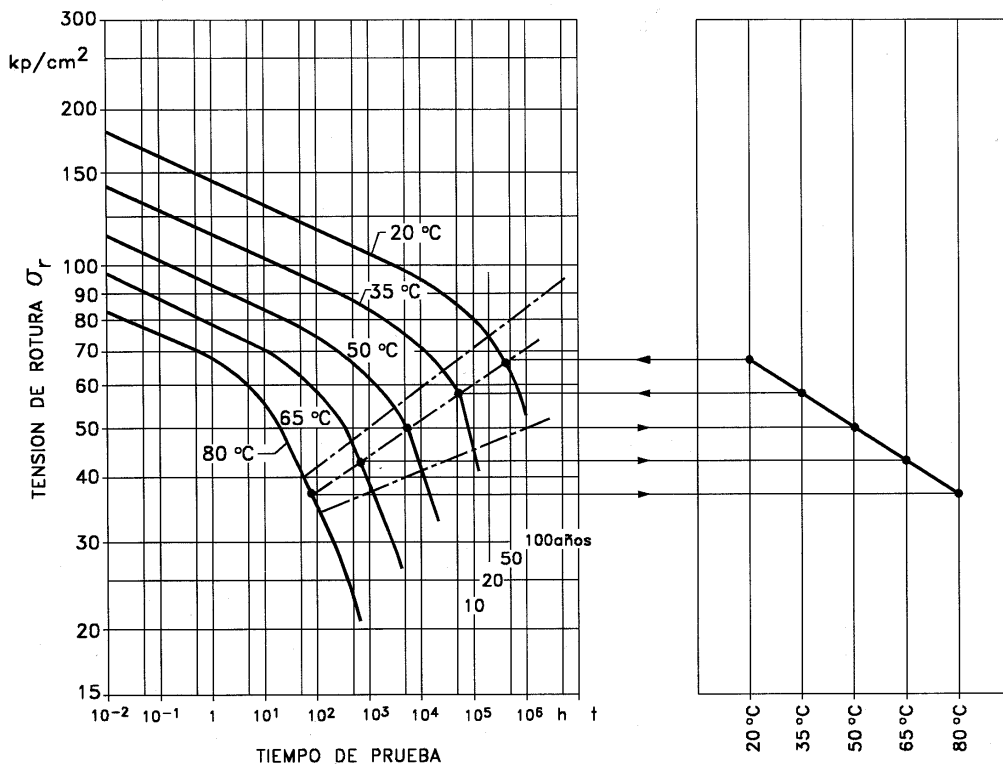


Fig. 26.53.1.- Curvas de regresión ( $\sigma-t$ ). Tubos de HDPE.

Donde:

$(RCE)_0$  = Rigidez circunferencial específica a corto plazo, en  $\text{kp/cm}^2$ .

$P$  = Fuerza aplicada sobre la generatriz del tubo ensayado, en  $\text{kp}$ .

$L$  = Longitud del trozo de tubo ensayado, en  $\text{cm}$ .

$\Delta y$  = Acortamiento del diámetro del tubo en la dirección la fuerza  $P$ , en  $\text{cm}$ .

08.- Rigidez circunferencial específica a largo plazo  $(RCE)_{50}$ , a la temperatura de  $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ; por un procedimiento de ajuste y extrapolación de resultados, en diagrama a escala logarítmica doble, análogo al indicado en el anterior párrafo 03, se determinará la RCE correspondiente a cincuenta años de permanencia de la carga ovalizante. Se empleará el mismo método de ensayo que el indicado en el párrafo anterior 07, y se tomarán las deformaciones correspondientes a los tiempos de: 0,1; 1; 10; 100; y 1.000 horas de carga constante  $P$ . La rigidez circunferencial específica a largo plazo será:

$$(RCE)_{50} = 0,01863 \frac{P}{L \cdot \Delta y_{50}}$$

Donde:

$(RCE)_{50}$  = Rigidez circunferencial específica a largo plazo (50 años), a  $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ , en  $\text{kp/cm}^2$ .

$P$  = Fuerza mantenida sobre la generatriz del tubo, en  $\text{kp}$ .

$L$  = Longitud del trozo de tubo ensayado, en  $\text{cm}$ .

$\Delta y_{50}$  = Deformación estimada por extrapolación en  $\text{cm}$ .

09.- Conocido el valor de  $(RCE)_{50}$  se obtendrá el módulo de deformación transversal ( $E_c$ ) del tubo a largo plazo a  $\sim 20^\circ\text{C}$ , despejándolo de la expresión:

$$(RCE)_{50} = \frac{E_c \cdot I}{Dm^3}$$

10.- Ver Artículo 26.51, Apartado 7.5, párrafos 01 y 02.

### 7.3.- Condiciones para el cálculo mecánico

01.- En los tubos de PE, para cincuenta años de vida útil y temperaturas de servicio no mayores de  $20^\circ\text{C}$ , la tensión de trabajo máxima admisible ( $\sigma_a$ ), será fijada en el PCTP, en base a las circunstancias particulares de la obra y a la normativa de obligada aplicación. El valor de  $\sigma_a$  dependerá, en definitiva del coeficiente de seguridad al término del plazo de vida útil que se fije en el Proyecto, con las limitaciones que a continuación se indican.

02.- En los materiales, como el PE, con fase de fluencia pronunciada, en vez de establecer el coeficiente de seguridad en relación con la tensión de rotura se considera la tensión correspondiente al límite de fluencia. Y para todos los tubos sometidos a presión interior se toma la tensión que produce una deformación transversal remanente del tubo del 2 al 3 por 100, a los cincuenta años y  $20^\circ\text{C}$ . En estas condiciones se exige un coeficiente de seguridad mínimo de 1,3.

03.- Las tensiones máximas admisibles son las que figuran en el cuadro siguiente:

<b>Coeficiente de seguridad <math>\sigma_{f50} / \sigma_a</math> a largo plazo</b>	<b>1,3</b>	<b>1,6</b>	<b>2</b>
$\sigma_a$ (kp/cm <sup>2</sup> ) para HDPE y MDPE	50	40	32
$\sigma_a$ (kp/cm <sup>2</sup> ) para LDPE	32	26	20

04.- Con los valores de  $\sigma_a$  anteriores, resultan las presiones a nominales ( $PN \geq P_t$ ) siguientes:

<b>Presión nominal <math>PN = PN = \frac{\sigma_a}{S}</math> (kp/cm<sup>2</sup>)</b>				
<b>Nº de serie S</b>	<b>12,5</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>3,2</b>
<b>1. HDPE y MDPE</b>				
$\sigma_a = 50$ kp/cm <sup>2</sup>	4	6,3	10	(16)
$\sigma_a = 40$ kp/cm <sup>2</sup>	3,2	5	8	(12,5)
$\sigma_a = 32$ kp/cm <sup>2</sup>	2,6	4	6,4	(10)
<b>2. LDPE</b>				
$\sigma_a = 32$ kp/cm <sup>2</sup>	(2,6)	4	6,4	10
$\sigma_a = 26$ kp/cm <sup>2</sup>	(2)	3,2	5,2	8
$\sigma_a = 0$ kp/cm <sup>2</sup>	(1,6)	2,5	4	6,2

NOTA: Las cifras entre paréntesis corresponden a series de tubos no normalizados.

05.- Para temperaturas de servicio diferentes es preciso multiplicar los valores anteriores por el factor de corrección dado en la siguiente tabla:

Temperatura en °C	0	20	25	30	35	40	45
Factor de corrección:							
- Para PE de media y alta densidad	1	1	0,80	0,63	0,50	0,40	0,30
- Para PE de baja densidad	1	1	0,75	0,56	0,44	0,36	-

NOTA: Para temperaturas intermedias se interpolará linealmente.

06.- Para la adopción de plazos de vida útil menores de cincuenta (50) años se justificarán detalladamente las causas que inducen a ella.

07.- En la selección de una determinada serie de tubo cuyo diámetro haya sido fijado previamente por razones hidráulicas, se tendrá en cuenta no sólo la presión nominal (PN) sino también las demás características mecánicas, con base en las solicitaciones previsibles. Se tomarán en consideración las depresiones en el interior del tubo, las cargas exteriores que puedan originar deformaciones inadmisibles en el tubo y el riesgo de colapso.

08.- Por lo general, la máxima deformación transversal admisible a largo plazo en tubos de PE se limita al 6 por 100 del diámetro nominal.

## 8.- JUNTAS

01.- Se cumplirá lo establecido en el Apartado 8 del Artículo 26.51.

02.- Las uniones de los tubos PE pueden ser:

a) Por soldadura térmica sin aportación. Unión fija:

- A tope en tubos lisos, mediante placa calefactora.
- Con manguito soldado in situ.
- Por electrofusión de manguito especial provisto de resistencia eléctrica incorporada.

b) Mediante accesorios.

- Uniones resistentes a la tracción:
  - Con accesorios roscados, de plástico o metálicos, en tubos de diámetro no superior a 63 mm.
  - Con brida metálica suelta, en tubos con reborde o collar soldado en fábrica.
- Uniones deslizantes, no resistentes a la tracción:
  - Junta elástica con anillos de goma, en tubos con embocadura preformada (enchufe de copa y espiga). Sólo para tuberías sin presión.
  - Junta de dilatación, metálica con bridas sueltas en tubos con reborde soldado.

03.- No se permitirán uniones encoladas (uniones con adhesivo).

04.- Por lo general las uniones de los tubos de PE se realizarán por soldadura térmica, a tope y sin material de aportación.

05.- Las juntas de los tubos de presión deberán resistir, sin fugas, una presión hidráulica interior igual a cuatro (4) veces la presión nominal del tubo, durante una hora, por lo menos.

## 9.- TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN

01.- Se cumplirá lo establecido en Apartado 10 del Artículo 26.51.

## 10.- RECEPCIÓN

01.- En lo que respecta a la información técnica general y a las características a declarar por el fabricante será de aplicación lo indicado en el Apartado 11.1 del Artículo 26.51.

02.- El fabricante especificará y garantizará los valores de todas las características físicas, incluido las mecánicas, que se relacionan en el Apartado 7 de éste Artículo, y además, las que determine el PCTP en casos especiales.

03.- En todo lo referente a ensayos y pruebas, será de aplicación lo establecido en el Apartado 11.2 del Artículo 26.51.

#### 11.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de los tubos y accesorios de polietileno se realizará de acuerdo con lo establecido para la unidad de que formen parte.

02.- En los acopios, los tubos se medirán por metros (m) de longitud útil.

## ARTÍCULO 26.54.- TUBOS DE RESINA TERMOESTABLE REFORZADA CON FIBRAS (PCTG99)

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Tubos de resina termoestable reforzada con fibras son los formados por una resina termoestable como material de base y una armadura de fibras. A la resina polimérica de base se le añade un agente de reticulación, aditivos y opcionalmente, colorantes y cargas inertes o filler.

02.- Las resinas termoestables empleadas son: poliésteres, resinas epoxídicas, fenólicas, de melanina, silicona, vinilésteres y otras.

03.- Agentes de reticulación son productos químicos tales como catalizadores o endurecedores, que se añaden en algunos casos a las resinas termoendurecibles, en el momento de su utilización, para iniciar la reticulación de la misma; este proceso puede favorecerse mediante tratamientos térmicos, fotoquímicos o químicos mediante el empleo de, por ejemplo, aceleradores para favorecer la acción del catalizador. También se pueden utilizar inhibidores para retardar la reticulación que puede tener lugar durante el almacenamiento de la resina.

04.- Cargas. Materias sólidas relativamente inertes que se añaden a un material plástico para modificar su resistencia, estabilidad, propiedades de trabajo u otras características, o bien para abaratar su precio (caolín, polvo de cuarzo, arena silíceo, microesferas y otras).

05.- Aditivos:

- Colorantes. Materias líquidas, pulverulentas o en forma de pasta, generalmente inertes, que permiten colorear los productos.
- Agentes tixotrópicos. Materias que permiten aumentar la viscosidad aparente de una resina para facilitar su empleo en ciertos casos particulares.
- Aditivos particulares. Materias apropiadas que se añaden a la resina para obtener características especiales de resistencia frente a los agentes químicos, la abrasión, el fuego, etc.

06.- Fibras son los elementos de refuerzo que trabajan solidariamente gracias a la resina, constituyendo la armadura del material y proporcionándole sus excelentes características mecánicas. Las más usuales son: la fibra de vidrio textil, las fibras poliméricas (poliéster, poliamida, polipropileno, etc.), las fibras de carbono, de asbestos, de boro.

07.- Las fibras pueden presentarse bajo las formas que en los párrafos siguientes se detallan.

08.- Hilo. Término general que engloba todos los tipos particulares de estructuras fabricadas con fibras discontinuas o con filamentos. Dichas fibras discontinuas y filamentos pueden tener diferentes diámetros, cuyos valores pueden influir en las características del producto.

- Filamento. Elemento continuo que sale por cada uno de los orificios de una hilera.
- Fibra discontinua. Elemento textil unitario de pequeño diámetro y de pequeña longitud.
- Hilo de base o cabo. Conjunto de filamentos paralelos fabricados simultáneamente y unidos ligeramente entre sí, sin torsión intencionada. Un hilo de base se denomina comúnmente cabo y normalmente está constituido por unos 200 filamentos.

09.- Mecha (roving). Una mecha es un conjunto de hilos de base o cabos unidos sin torsión intencionada. El número de cabos es entre otros de 4, 15, 30 ó 60.

10.- Hilos de base cortados. Hebras cortadas procedentes de hebras continuas y que no están unidas entre sí de manera alguna.

11.- Fieltro (mat.). Conjunto de filamentos, fibras discontinuas o hebras, cortadas o sin cortar, orientadas o no, conglomeradas en forma de hoja.

12.- Fieltro (mat) de superficie es una capa delgada y compacta constituida por filamentos, fibras discontinuas o hilos cortados unidos entre sí.

13.- Tejido es el producto formado por entrecruzamiento de hilos o mechas en dos direcciones generalmente perpendiculares.

14.- El tubo, como material acabado, tiene una estructura compuesta de las siguientes partes:

- a) Revestimiento interior es la capa interior del tubo en contacto con el fluido transportado y que no suele considerarse a efectos de resistencias mecánicas pero sí químicas. Termoplástico o termoestable.
- b) Parte estructural es la parte comprendida entre el revestimiento interior y el exterior y está constituida por resina y fibra en cantidad adecuada a su misión fundamental, que es la de soportar los esfuerzos mecánicos a que la conducción va a estar sometida.
- c) Revestimiento exterior es la capa que está en contacto con el medio ambiente y su misión fundamental es la de proteger al tubo exteriormente en las condiciones de servicio.

15.- Los materiales para la fabricación de los tubos son los indicados en el Apartado 1 del presente Artículo. En cada caso deberá señalarse el tipo de resina y de fibra de refuerzo a emplear, con base en las circunstancias de servicio de la tubería, especialmente las relativas a los agentes químicos que ha de resistir.

16.- Los tubos destinados a la conducción de agua potable cumplirán la normativa sanitaria vigente en materia de sustancias nocivas tóxicas.

17.- Serán de aplicación las definiciones que figuran en el Apartado 1 del Artículo 26.51 "Tubos de material termoplástico".

## 2.- NORMATIVA TÉCNICA

### 2.1.- Pliegos de Condiciones de aplicación obligatoria

01.- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para las conducciones de saneamiento de poblaciones", del MOPU.

02.- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimientos de agua", del MOPU.

## 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Serán de aplicación las clasificaciones que figuran en el Apartado 3 del Artículo 26.51 además de las que a continuación se expresan.

### 3.1.- Por la presión hidráulica interior

01.- Los tubos de presión se clasificarán por la máxima presión hidráulica interior constante, igual a la presión nominal (PN), que pueden soportar durante cincuenta años, a una temperatura de 23°C, con un coeficiente de seguridad no inferior a dos (2) al final de su vida útil (cincuenta años). Se adoptarán alguno de los siguientes valores:



PN (kp/cm<sup>2</sup>) 1 2,5 4 6 10 (12,5) 16 (20) 25 50

02.- Los valores entre paréntesis son de empleo poco frecuente.

### 3.2.- Por la resistencia a la flexión transversal

01.- Los tubos destinados a tuberías con presión interior no superior a 1 kp/cm<sup>2</sup>, tubos sin presión, se clasificarán por la mínima rigidez circunferencial específica a corto plazo, (RCE)<sub>o</sub>, definida en el Apartado 7.3. de éste Artículo. Se recomienda adoptar alguno de los siguientes valores:

(RCE)<sub>o</sub> (kp/cm<sup>2</sup>) 125; 250; 400; 500; 800; 1.000

### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los tubos serán rectos, tendrán su sección transversal circular y los extremos cortados perpendicularmente al eje longitudinal.

02.- La superficie interna del tubo será lisa y estará libre de fisuras. Además, deberá estar constituida con resina resistente químicamente a los productos que haya de transportar y en cantidad suficiente para que no aflore la fibra a la superficie interior y se asegure el aislamiento de los elementos estructurales. Las testas estarán igualmente recubiertas de resina.

03.- La superficie exterior del tubo será regular y sin afloración de fibras.

04.- Los tubos de resina termoestable reforzada con fibras están especialmente indicados para las tuberías que deben ser resistentes a la corrosión de una amplia gama de productos químicos.

05.- Las principales aplicaciones en obras hidráulicas son:

a) En general:

- Conducciones de agua potable y no potable, a presión.
- Tubería de saneamiento.

b) Especialmente adecuadas para:

- Tuberías enterradas en terrenos altamente corrosivos.
- Conducciones de saneamiento de aguas con residuos industriales.
- Emisarios submarinos.
- Conducciones de agua de mar, o cualquier tipo de aguas agresivas, para circuitos de refrigeración, servicios contra incendios e instalaciones desaladoras.
- Conducciones de agua geotérmica

06.- En lo que respecta a las condiciones de servicio, será de aplicación lo dispuesto en el Apartado 4 del Artículo 26.51 de este Pliego.

### 5.- FABRICACIÓN DE LOS TUBOS

#### 5.1.- Procedimiento de fabricación

01.- Los procedimientos más utilizados para la fabricación de los tubos son:

- Fabricación por contacto. Consiste en la aplicación manual de capas sucesivas de resina y fibra sobre la superficie exterior de un mandril. El mandril puede quedar incorporado al tubo o ser extraído.

- Fabricación por arrollamiento mecánico sobre mandril. Consiste en el arrollamiento mecánico de mechas, hilos, fieltro o tejidos, impregnados en resina con o sin cargas, sobre un mandril cilíndrico revestido o no de la capa que constituye el revestimiento interior del tubo, y eventualmente de un revestimiento exterior. El mandril puede quedar incorporado al tubo o ser extraído.
- Fabricación por centrifugación. Consiste en la rotación a velocidad controlada de un molde, en el interior del cual se colocan en un orden preestablecido los materiales constitutivos: resina, fibra, cargas y aditivos. Una vez fabricado el tubo se extrae del molde.

02.- Los tubos podrán llevar o no un revestimiento interior, exterior, o ambos.

## 5.2.- Control de calidad en fábrica

01.- Será de aplicación el Apartado 5.4 del Artículo 26.51.

## 6.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

### 6.1.- Diámetro nominal

01.- En los tubos de resina termoestable reforzada con fibras fabricadas sobre mandril, el diámetro nominal (DN) es igual al diámetro interior teórico del tubo, sin tener en cuenta las tolerancias, expresado en milímetros. En los tubos fabricados por centrifugación el diámetro nominal (DN) es el exterior, sin tener en cuenta las tolerancias.

02.- Los diámetros nominales de los tubos se ajustarán a alguno de los siguientes valores:

Diámetro nominal en milímetros					
25	125	450	1.200	2.400	3.500
32	150	500	1.400	2.500	3.600
40	200	600	1.500	2.600	3.800
50	250	700	1.600	2.800	4.000
65	300	800	1.800	3.000	
80	350	900	2.000	3.200	
100	400	1.000	2.200	3.400	

### 6.2.- Tolerancias respecto del diámetro nominal

01.- La tolerancia del diámetro interior medio, o del exterior medio en su caso, será  $\pm 1$  por 100 del valor nominal. Se entiende como diámetro interior o exterior medio el valor expresado en milímetros que resulta al hallar la media aritmética de los valores obtenidos al medir dos diámetros perpendiculares en cualquier sección recta del tubo.

### 6.3.- Longitud

01.- La longitud nominal de los tubos, expresada en metros, se recomienda se seleccione entre los siguientes valores:

3 5 6 10 y 12 m

02.- La tolerancia en la longitud será de  $\pm 25$  mm respecto a la longitud nominal.

### 6.4.- Espesor

01.- Los espesores de pared los fijará el fabricante y serán determinados teniendo en cuenta la presión nominal y la rigidez circunferencial específica a corto plazo, que se requiere para cada clase de tubo.

02.- La tolerancia de espesor será siempre positiva y no excederá del 20 por 100 del espesor nominal.

## 7.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

### 7.1.- Generalidades

01.- Será de aplicación el Apartado 7.1. del Artículo 26.51.

02.- El fabricante tomará las medidas adecuadas tanto en el proyecto como en la fabricación de los tubos para asegurar el cumplimiento de las características mecánicas, a corto y a largo plazo, declaradas en sus catálogos y en la información técnica correspondiente a un determinado pedido.

03.- El fabricante estará obligado a conservar, por lo menos durante dos años, los registros de datos de los ensayos de control de calidad y deberá ponerlos a disposición del Director de las obras, si éste lo requiriese.

### 7.2.- Resistencia del tubo a presión hidráulica interior

01.- El valor mínimo de la presión hidráulica interior constante que produciría la rotura del tubo al cabo de cincuenta años de carga permanente ( $P_{r50}$ ), calculada por extrapolación de los resultados de ensayos de rotura a 0,1; 1; 100 y 1.000 horas, como mínimo, con un nivel de confianza no menor del 95 por 100, y a la temperatura de ensayo de  $23 \pm 2^\circ \text{C}$ , no será inferior al doble de la presión nominal declarada por el fabricante, es decir:

$$P_{r50} \geq 2PN \text{ (Coeficiente de seguridad CS = 2)}$$

02.- El fabricante especificará el factor de corrección del valor de  $P_{r50}$  para temperaturas de servicio superiores a  $23^\circ \text{C}$ .

03.- El fabricante especificará el valor mínimo de la resistencia del tubo a presión hidráulica interior, expresado en  $\text{kp/cm}^2$ , que puede resistir el tubo sin que se produzcan daños en su pared, a la temperatura de  $23^\circ \text{C}$ , con carga sostenida durante 0,1; 1,5; 100 y 1.000 horas.

04.- El método de ensayo a presión hidráulica interior, para determinar los valores citados en los párrafos anteriores, será el de la Norma UNE 53-112-88.

### 7.3.- Resistencia del tubo a flexión transversal

01.- La rigidez circunferencial específica de los tubos a  $23 \pm 2^\circ \text{C}$  y corto plazo,  $(RCE)_o$ , será igual o superior a la declarada por el fabricante, siendo:

$$(RCE)_o = 0,01863 \frac{P}{L \cdot \Delta y}$$

(Ver Apartado 7.5. del Artículo 26.51)

Donde:

$(RCE)_o$  = Rigidez circunferencial específica a corto plazo  $\left( RCE = \frac{E_c \cdot I}{dm^3} \right)$ , en kp/cm<sup>2</sup>.

$E_c$  = Módulo de Young en el sentido circunferencial del tubo, expresado en kp/cm<sup>2</sup>.

$I$  = Momento de inercia de la sección por metro lineal  $\left( I = \frac{e^3}{12} \right)$ , expresado en centímetros cúbicos.

$e$  = Espesor del tubo, expresado en centímetros.

$dm$  = Diámetro medio de la fibra neutra (diámetro interior más una vez el espesor) en centímetros.

$L$  = Longitud media de la probeta ensayada, en centímetros.

$\frac{P}{\Delta y}$  = Relación entre la carga aplicada y la deformación alcanzada .

02.- El fabricante especificará el valor de la rigidez circunferencial a largo plazo, es decir, a cincuenta años  $(RCE)_{50}$ , calculada estadísticamente mediante ensayos realizados a 0,1, 1, 100 y 1.000 horas como mínimo.

03.- El método de ensayo a seguir para la determinación de la rigidez circunferencial específica será el que figura en la Norma UNE 53 323-86.

#### 7.4.- Resistencia de los tubos a tracción axial

01.- Será de aplicación el párrafo 01 del Apartado 7.3. del Artículo 26.51.

#### 7.5.- Resistencia de los tubos a flexión longitudinal

01.- A diferencia de los tubos de material termoplástico, los de resina termoestable reforzada con fibra poseen una determinada rigidez longitudinal siendo, por lo tanto, necesaria la comprobación de su comportamiento como viga cuando su instalación se hace sobre apoyos aislados. El fabricante estará obligado a declarar cuál es el comportamiento mecánico del tubo a flexión longitudinal, a corto y a largo plazo (cincuenta años).

02.- El método de ensayo será el de la Norma UNE 53-323-86.

#### 7.6.- Tubo sometido a esfuerzos combinados

01.- En la selección de los tubos se deberá tener en cuenta el comportamiento mecánico, tanto en las tensiones como en las deformaciones, las combinaciones más desfavorables de hipótesis de carga que podrían verificarse durante toda su vida útil en servicio. El PTP definirá cuáles son dichas hipótesis de carga combinadas, así como los valores límite de las tensiones y deformaciones admisibles a largo plazo, y el coeficiente de seguridad a tener en cuenta en la combinación pésima de hipótesis de carga. En ningún caso éste coeficiente de seguridad será inferior a uno y medio (1,5).

02.- En ningún caso será admisible la elección del tubo exclusivamente en base a características relativas a sollicitaciones simples, tales como la PN o la RCE.

#### 7.7.- Resistencia al colapso

01.- Con independencia de lo establecido en el anterior Apartado 7.5 los tubos deberán resistir al colapso, o pandeo transversal, con un coeficiente de seguridad, a largo plazo, no inferior a dos (2).

02.- Será de aplicación el párrafo 02 del Apartado 7.9 del Artículo 26.51.

#### 7.8.- Otras características mecánicas y químicas

01.- En la selección y características del tubo se deberán tener en cuenta las condiciones particulares de utilización tales como: ataques químicos, abrasión producida por el fluente, temperaturas media y extremas, condiciones de instalación, etc.

02.- Para tener en cuenta las condiciones desfavorables indicadas en el párrafo anterior es frecuente la adopción de un factor de corrección K, mayor que la unidad, aplicado a los coeficientes de seguridad indicados en los Apartados 6.2, 6.6 y 6.7. El valor de K debe ser declarado por el fabricante.

## 8.- JUNTAS, UNIONES Y PIEZAS ESPECIALES

01.- Será de aplicación el Apartado 8 del Artículo 26.51 de este Pliego, salvo en lo referente al tipo de uniones rígidas.

02.- Las uniones rígidas en los tubos de resina termoestable reforzada con fibras pueden realizarse por cubrejuntas o manguito, por copa y espiga encoladas con adhesivo, o con bridas.

03.- La unión por cubrejuntas o manguito se realiza poniendo a tope los dos extremos de la tubería y cubriéndolos conjuntamente con capas sucesivas de fibra saturada de resina catalizada, hasta un espesor que garantice las características mecánicas exigidas al tubo.

04.- Las uniones flexibles, o elásticas, se realizan por copa y espiga con anillos elástico o por acoplamientos mecánicos, a base de manguitos metálicos con anillos elásticos, sometidos a presión mediante tornillos.

05.- Las piezas especiales tales como codos, tes, derivaciones y reducciones, deben cumplir, como mínimo, todos los requisitos exigidos a los tubos de la misma serie. Su superficie inferior serán tan lisa como la de los tubos.

06.- La desviación del valor del ángulo nominal de cambio de dirección de un codo, té, derivación o reducción no debe exceder de  $\pm 1^\circ$  para tubos de diámetro interior igual o menor de 600 mm y de  $\pm 0,5^\circ$  para tubos de mayor diámetro.

07.- La tolerancia en la longitud declarada por el fabricante para las piezas especiales será de  $\pm 10$  mm para la longitud total, y de  $\pm 5$  mm en los tramos con origen en una intersección de la misma pieza.

## 9.- IDENTIFICACIÓN

01.- Todos los tubos y piezas especiales se marcarán exteriormente, de manera visible e indeleble, con los siguientes datos como mínimo:

- Marca del fabricante.
- Diámetro nominal en milímetros.
- Presión nominal en kilopondios por centímetro cuadrado.
- Rigidez circunferencial específica a corto plazo en kilopondios por metro cuadrado.
- Mes y año de fabricación.

## 10.- TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN

01.- Será de aplicación el Apartado 10 del Artículo 26.51 de este Pliego.

02.- Cuando se almacenan los tubos en filas, deben colocarse tablonces de madera entre capa y capa de tubos, y entre el suelo y el primer tubo; y se utilizarán cuñas clavadas a los tablonces para evitar movimientos incontrolados de los tubos.

#### 11.- RECEPCIÓN

01.- Será de aplicación el Apartado 11.2 de Artículo 26.51 del presente Pliego, excepto en lo preceptuado en el siguiente párrafo.

02.- La presión de prueba (PP) a la que deberán someterse los tubos de resina termoestable reforzados con fibra será, como mínimo, el doble de la presión nominal.

$$PP \geq 2 PN$$

#### 12.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de los tubos y accesorios de resina termoestable reforzada con fibras se realizará de acuerdo con lo establecido para la unidad de que formen parte.

02.- En los acopios, los tubos se medirán por metros (m) de longitud útil.

## ARTÍCULO 26.55.- TUBOS Y ACCESORIOS DE POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO (PRFV) (PCTG99)

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Tubos de poliéster reforzado con fibra de vidrio son los formados por la combinación de los siguientes materiales:

- a) Resina de poliéster no saturado, con o sin aditivos.
- b) Fibra de vidrio.
- c) Aditivos, colorantes y agentes de reticulación.
- d) Cargas o filler (arena silíceo, microesferas y otros).

02.- El contenido de fibra de vidrio será como mínimo del 10 por 100 en peso determinado con arreglo a la Norma UNE 53-269-80. Su contenido dependerá de las condiciones de trabajo a que deban ser sometidos los tubos. Generalmente el contenido de fibra de vidrio varía entre un 20 y un 70 por 100.

03.- En el caso de que se incorporen cargas o rellenos, el tamaño máximo de las partículas no excederá de cinco milímetros (5 mm), ni de un quinto (1/5) del espesor de la pared del tubo.

04.- Son de aplicación las definiciones del Artículo 26.54, "Tubos de resina termoestable reforzada con fibras", de este Pliego.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos de Condiciones de aplicación obligatoria

01.- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para las conducciones de saneamiento de poblaciones", del MOPU.

02.- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua", del MOPU.

### 3.- CLASIFICACIÓN

#### 3.1.- Tubos de presión

01.- Los tubos de presión se clasificarán de acuerdo con la presión nominal (PN), según los siguientes valores:

PN: 1; 2,5; 4; 6; 10; (12,5); 16; (20); 25; 50; 63; kp/cm<sup>2</sup>.

Los valores entre paréntesis son opcionales.

02.- La presión nominal debe estar relacionada con la resistencia a tracción circunferencial del material estructural del tubo a largo plazo ( $f_{50}$ ) por la fórmula:

$$PN \leq \frac{f_{50}}{cs} \cdot \frac{2e_s}{D_m}$$

donde:

PN = Presión nominal en kp/cm<sup>2</sup>

f<sub>50</sub>

= Resistencia a tracción circunferencial del material estructural del tubo a una temperatura de 23° C y una presión constante durante 50 años, en kp/cm<sup>2</sup>.

cs = Coeficiente de seguridad, no inferior a 2.

e<sub>s</sub> = Espesor de la pared estructural del tubo, en cm.

D<sub>m</sub> = Diámetro medio teórico del tubo, en cm.

D<sub>m</sub> = DN + 2e<sub>r</sub> + e<sub>s</sub> ; ó bien D<sub>m</sub> = D<sub>e</sub> - e<sub>s</sub> , si el tubo es fabricado por centrifugación.

DN = Diámetro nominal.

e<sub>r</sub> = Espesor del revestimiento interior, si existe.

D<sub>e</sub> = Diámetro exterior.

03.- La resistencia a tracción circunferencial del material estructural del tubo a largo plazo (cincuenta años) se obtendrá mediante ensayos de rotura del tubo a presión hidráulica interior. Se obtendrán las tensiones mínimas que produce la rotura de trozos de tubo. Los resultados se representarán en coordenadas cartesianas, a escala logarítmica doble, los tiempos, en horas, en las abscisas y las tensiones de reventamiento, en kp/cm<sup>2</sup> ,en las ordenadas. Se ajustará una recta por mínimos cuadrados que representará la línea de regresión tensión-tiempo, que servirá para estimar la resistencia del tubo a los cincuenta años (largo plazo). Como mínimo se obtendrán cuatro resultados, comprendidos dentro de los siguientes intervalos:

0,1 a 6; 6 a 12; 60 a 120; 600 a 1.200 horas.

### 3.2.- Tubos sin presión

01.- Los tubos sin presión se clasificarán de acuerdo con la mínima rigidez circunferencial específica a corto plazo (RCE)<sub>o</sub> expresada en kp/m<sup>2</sup> , en los siguientes tipos:

Tipo:	A	B	C	D
(RCE) <sub>o</sub>	125	250(400)	500(800)	1.000 kp/m <sup>2</sup>

Los valores entre paréntesis son opcionales.

02.- La rigidez circunferencial específica a corto plazo tiene la siguiente expresión:

$$(RCE)_o = \frac{E_c I}{D_m^3} \quad (I)$$

donde:

RCE<sub>o</sub> = Rigidez circunferencial específica a corto plazo, expresado en kp/cm<sup>2</sup>.

E<sub>c</sub> = Módulo de elasticidad a flexión circunferencial en kp/cm<sup>2</sup>.

I = Momento de inercia de la sección longitudinal de la pared del tubo por unidad de longitud =  $\frac{e^3}{12}$ ,  
en cm<sup>3</sup>.

D<sub>m</sub> = Diámetro medio teórico del tubo, en centímetros.

03.- El módulo de elasticidad a flexión circunferencial (E<sub>c</sub>) es el módulo de Young en el sentido circunferencial del tubo; es decir, el módulo de deformabilidad de la pared del tubo sometido a flexión transversal. Se determina mediante ensayos, utilizando la fórmula:



$$E_c I = 0,149 \frac{P}{L \cdot \Delta y} R_m^3 \quad (II)$$

donde:

$E_c$  = Módulo de elasticidad a flexión circunferencial, en kp/cm<sup>2</sup>.

$I$  = Momento de inercia de la pared del tubo, por unidad de longitud de éste, en cm<sup>3</sup>.

$P$  = Fuerza aplicada sobre la generatriz del tubo, en kp.

$L$  = Longitud del trozo de tubo ensayado, en cm.

$\Delta y$  = Acortamiento o deformación del tubo en la dirección de la fuerza  $P$ , en cm.

$R_m$  = Radio medio del tubo, en cm.

04.- Sustituyendo el valor de  $E_c I$  de la fórmula (II) en la fórmula (Y).

Se obtiene:

$$(RCE)_o = 0,01863 \frac{P}{L \cdot \Delta y}$$

que permite obtener el valor de  $(RCE)_o$  experimentalmente mediante el ensayo de flexión transversal, sometiendo un trozo de tubo a la acción de una carga lineal de aplastamiento, según el método de ensayo del apartado 5.2 de la Norma UNE 53-323-86, hasta alcanzar una deformación del 5 por 100 respecto al diámetro interior medio.

05.- En los tubos de presión también deben definirse los valores de RCE y de  $E_c$

#### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los tubos serán rectos y tendrán su sección transversal circular y los extremos estarán cortados perpendicularmente al eje longitudinal.

02.- La superficie interna del tubo será lisa y estará libre de fisuras, además debe estar constituida con resina resistente químicamente a los productos que haya de transportar y en cantidad suficiente para que no aflore la fibra a la superficie interior y se asegure el aislamiento de los elementos estructurales. Las testas estarán igualmente recubiertas de resina.

03. La superficie exterior del tubo será regular y sin afloración de fibras.

04.- En lo que respecta a las condiciones de servicio, será de aplicación lo dispuesto en el Apartado 4 del Artículo 26.51 de este Pliego.

#### 5.- MATERIALES

01.- Se empleará la resina de poliéster no saturado más adecuada para las condiciones de utilización de cada caso, así como los componentes idóneos indicados en el párrafo 01 del Apartado 1.

02.- En general las resinas de poliéster tienen un módulo de deformación elevado, poca variación en su comportamiento mecánico con la temperatura, gran resistencia a los disolventes, al agua de mar y a los ácidos y sensibilidad a las bases solamente si el pH es superior a once (11). Son difícilmente inflamables, se queman con llama y producen gotitas incandescentes autoextinguibles. Son resistentes a los agentes oxidantes, a los microorganismos y a los rayos ultravioleta.

03.- La fibra de vidrio será del tipo "E" ó "C" para las tuberías sin presión y del tipo "E" para las tuberías de presión. Puede ser usada en cualesquiera de las formas en que se fabrica: mecha (roving), fieltro, tejido, etc. (ver Artículo 26.54)

#### 6.- FABRICACIÓN

01.- Podrán utilizarse cualesquiera de los procedimientos indicados en el Apartado 5.1 del Artículo 26.54 de este Pliego.

02.- El fabricante deberá declarar los siguientes datos:

- Método de fabricación.
- Resina de poliéster utilizada.
- Tipo de fibra de vidrio.
- Forma de utilización de la fibra de vidrio (hilos paralelos, fieltro, tejido, etc.).
- Porcentaje en peso del contenido de fibra de vidrio.
- Tipo de carga (arena silíceo, microesfera, etc.).
- Porcentaje en peso de la carga.

#### 7.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

01.- Será de aplicación el Apartado 6 del Artículo 26.54 de este Pliego.

#### 8.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

01.- Será de aplicación el Apartado 7 del Artículo 26.51 y el Apartado 7 del Artículo 26.54 de éste Pliego.

02.- El tubo no debe presentar evidencia de fisuras a simple vista al alcanzar una deformación inicial del 5 por 100 del diámetro interior medio en el ensayo de determinación de la rigidez, realizado según el apartado 5.2 de la Norma UNE 53-323-86.

03.- El tubo no debe presentar daños estructurales, delaminaciones ni fisuras en el ensayo para determinar la deformación prevista a largo plazo, por extrapolación gráfica de la curva de deformaciones a carga constante a lo largo del tiempo, de acuerdo con el apartado 5.3 de la Norma UNE 53-323-86. La carga constante aplicada será la que produzca una deformación inicial igual al  $3 \pm 0.2$  por 100 del diámetro interior medio.

04.- El coeficiente de fluencia obtenido dividiendo la deformación prevista a largo plazo (cincuenta años) por la deformación inicial deberá ser inferior a dos (2).

$$\frac{\Delta y_{50}}{\Delta y_0} < 2$$

donde:

$\Delta y_{50}$  = Deformación prevista a cincuenta años (largo plazo).

$\Delta y_0$  = Deformación inicial (corto plazo).

05.- La resistencia de los tubos a la flexión longitudinal se determinará de acuerdo con el apartado 5.4 de la Norma UNE 53-323-86. Deberán resistir, sin que se produzca rotura de laminación o fisuras, las siguientes cargas:

Diámetro nominal (DN) mm	Carga total de ensayo kp
DN < 200	$9.DN^2.10^{-3}$
200	320
250	550
300	700
350	980
400	1.300
450	1.620
500	2.000
600	2.500
700	3.450
800	4.500
900	5.700
1.000	7.000
DN > 1.000	$6.DN^2.10^{-3}$

06.- La dureza Barcol de los tubos perfectamente curados será, como mínimo, el 80 por 100 del valor correspondiente a la resina utilizada perfectamente curada, y el incremento de dureza será inferior al 15 por 100 del valor inicial. Las medidas de dureza se realizarán de acuerdo con lo indicado en el apartado 5.7 de la Norma UNE 53-323-86.

07.- La absorción de agua a 20°C, medida de acuerdo con el apartado 5.8 de la Norma UNE 53-323-86, será como máximo de 10 g/m<sup>2</sup>.

#### 9.- JUNTAS, UNIONES Y PIEZAS ESPECIALES

01.- Será de aplicación el Apartado 8 del Artículo 26.54 de este Pliego. En las tuberías de abastecimiento y de saneamiento las uniones de los tubos deben ser siempre con junta elástica.

#### 10.- IDENTIFICACIÓN

01.- Será de aplicación el Apartado 9 del Artículo 26.54 de este Pliego.

#### 11.- TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN

01.- Será de aplicación el Apartado 10 del Artículo 26.54 de este Pliego.

#### 12.- RECEPCIÓN.

##### 12.1.- Datos a facilitar por el fabricante

01.- Será de aplicación el Apartado 11.1 del Artículo 26.51 de este Pliego.

02.- Las características a declarar por el fabricante serán como mínimo las siguientes:

A. Características geométricas: DN, e, L<sub>t</sub>, L<sub>u</sub> y sus tolerancias.

B. Características del tubo a corto plazo	Método de ensayo
- Densidad	
- Contenido en fibra de vidrio	UNE 53-269-80
- Coeficiente de dilatación térmica lineal	
- Resistencia química y a la temperatura	UNE 53-316-78
- Resistencia al impacto	UNE 53-292-77
- Dureza Barcol	UNE 53-270-76
- Resistencia a tracción axial	
- Resistencia a presión hidráulica interior	
	UNE 53-112-88
- Módulo de elasticidad a flexión circunferencial	
	UNE 53-323-86
- Rigidez circunferencial específica, a corto plazo	
	UNE 53-323-86
- Resistencia a flexión longitudinal	UNE 53-323-86
- Absorción de agua	UNE 53-028-90
	Método B
C. Características del tubo a largo plazo	Método de ensayo
- Resistencia a tracción circunferencia a los cincuenta años	
	UNE 53-323-86
- Módulo de fluencia $E_{c50}$ a flexión transversal	
	UNE 53-323-86
- Coeficiente de fluencia, definido en el anterior Apartado 4, párrafo 04	
	UNE 53-323-86

## 12.2- Ensayos y pruebas

01.- Será de aplicación el Apartado 11.2 del Artículo 26.51 de este Pliego, excepto en el caso en que el valor de la presión de prueba PP sea el doble de la presión nominal:  $PP = 2 PN$ .

02.- Los métodos de ensayo que se utilizarán en los tubos sin presión serán todos los incluidos en la Norma UNE 53-323-86 y el de estanquidad que figura en el siguiente párrafo.

03.- En los tubos de presión, además de los ensayos del párrafo anterior, se realizarán los siguientes, de acuerdo con la Norma UNE 53-323-86:

- Determinación de la presión de reventamiento a corto plazo.
- Ensayo de estanquidad a la presión de prueba (PP) igual al doble de la presión nominal:  $PP = 2 PN$  para los tubos de presión, y de  $2 \text{ kp/cm}^2$  en los tubos sin presión.
- Determinación de la resistencia a presión hidráulica interior a 0,1; 1,5; 100 y 1.000 horas.

04.- Cuando lo exija el PCTP o el Director, se determinará la resistencia a tracción circunferencial a largo plazo mediante ensayos de determinación de la presión de reventamiento y la extrapolación que se indica en el párrafo 03 del Apartado 3.1.

05.- Cuando lo exija el PCTP o el Director, se determinará la resistencia química y a la temperatura, según el método de ensayo de la Norma UNE 53-316-78.

### 13.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de los tubos y accesorios de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) se realizará de acuerdo con lo establecido en el PCTP para la unidad de obra de que formen parte.

02.- En los acopios, los tubos se medirán por metros (m) de longitud útil.

## **ARTÍCULO 26.56.- ANILLOS DE GOMA MACIZA PARA ESTANQUIDAD DE JUNTAS DE TUBERÍAS (PCTG99)**

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se definen como anillos de goma maciza para estanquidad de juntas de tuberías los anillos o aros de material elastomérico que se utilizan como elemento de estanquidad en las juntas de las tuberías. La sección transversal será maciza, de forma circular, trapecial o con borde interior dentado.

02.- Las prescripciones de éste Artículo serán de aplicación a los anillos elastoméricos para juntas de tuberías de presión y sin presión de cualquier clase.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos de Condiciones de aplicación obligatoria

01.- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua" del MOPU.

02.- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para las conducciones de saneamiento de poblaciones" del MOPU.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- En la fabricación de los anillos de goma se podrá emplear tanto caucho natural como sintético, así como una mezcla de ambos, pero en ningún caso se empleará caucho regenerado.

02.- Los anillos podrán ser moldeados, formando una pieza sin uniones, o bien perfiles extruidos con una sola unión realizada mediante vulcanizado con aportación de elastómero crudo; no se permitirán uniones realizadas con adhesivo. Las uniones deberán tener una resistencia a la tracción al menos igual a la del perfil.

03.- La forma, dimensiones y tolerancias de los anillos serán las definidas por el fabricante de los tubos de modo que cumplan las condiciones mecánicas e hidráulicas requeridas para las juntas según el material del tubo y el diseño de la junta, teniendo en cuenta, entre otros, los condicionantes siguientes:

- Deformabilidad del tubo.
- Movimientos de la junta en servicio.
- Lisura de la superficie interior de la copa y exterior de la espiga del tubo.
- Presión nominal del tubo.
- Presión hidrostática del fluente.
- Esfuerzos y deformaciones durante el montaje.

04.- Las características físico-químicas del material que constituye los anillos de estanquidad deberán ser tales que aseguren el buen comportamiento del anillo ante los factores siguientes:

- Agresividad del fluente.
- Agresividad del medio que rodea al tubo.
- Temperatura del fluente.

05.- El material de los anillos destinados a tuberías de agua potable será aceptable para el cumplimiento de la Reglamentación Técnico Sanitaria para el Abastecimiento y Control de las aguas potables de consumo público (Real Decreto 1.138/90 de 14 de Septiembre, B.O.E. nº 226, de 20 Septiembre de 1990).

06.- Los anillos de goma destinados a tuberías para agua potable no contendrán ninguna sustancia tóxica o nociva para la salud que contamine el agua de acuerdo con la normativa sanitaria vigente y, en particular, con el Real Decreto citado en el Apartado anterior.

07.- Los anillos de goma se almacenarán en un local ventilado y cerrado con temperaturas preferentemente menores de veintiún grados centígrados (21°C).

#### 4.- RECEPCIÓN

01.- El fabricante de los tubos deberá establecer las características físico-químicas que deberán cumplir los anillos de goma maciza para estanquidad de juntas de tuberías. Por su parte, el fabricante de los anillos de goma garantizará, como mínimo, las características siguientes:

Característica	Método de ensayo
Dureza, Shore A .....	UNE 53 130 - 91
Resistencia a tracción .....	UNE 53 510 - 85
Alargamiento en rotura .....	UNE 53 510 - 85
Deformación remanente por compresión ....	UNE 53 511 - 74
Envejecimiento térmico .....	UNE 53 548 - 96
a)Variación dureza Shore A	
b)Variación resistencia a tracción	
c)Variación elongación a rotura	
Resistencia al ozono bajo condiciones estáticas .....	UNE 53 558/1 - 85
Resistencia al ozono bajo condiciones dinámicas .....	UNE 53 558/2 - 91
Temperatura límite de no fragilidad .....	UNE 53 541 - 72

02.- Las pruebas y verificaciones se ejecutarán sobre muestras tomadas del producto elaborado suministrado por el fabricante.

03.- Las muestras para los ensayos de comprobación de las características físicas serán escogidas al azar por el Director de obra o persona en quien delegue con el fin de obtener el siguiente número de ellas para cada pedido.

Número de anillos que componen el pedido	Número de muestras
150 ó menos	1
de 150 a 300	2
de 300 a 1.500	4
de 1.500 a 3.000	8
más de 3.000	15

04.- Cuando una muestra no satisfaga una prueba, se repetirá esta misma sobre dos muestras más tomadas del mismo pedido ensayado. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el pedido, aceptándose si el resultado de ambas es satisfactorio.

05.- En el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinada "Marca de Calidad" concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo definido en el Artículo 15.52.

#### 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo establecido para la unidad de obra de que forme parte.



## **ARTÍCULO 26.57.- TUBOS RANURADOS DE UPVC PARA DRENES (PCTG99)**

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Tubos ranurados de policloruro de vinilo no plastificado (UPVC) son los que disponen de perforaciones u orificios uniformemente distribuidos en su superficie, usados en el drenaje de suelos.

02.- Será de aplicación lo especificado en el Artículo 26.52 "Tubos y accesorios de policloruro de vinilo no plastificado (UPVC)", además de lo que a continuación se expresa.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### **2.1.- Pliegos de Condiciones de aplicación obligatoria**

01.- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua" del MOPU.

02.- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para las conducciones de saneamiento de poblaciones" del MOPU.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Según la sección transversal de los tubos, éstos pueden ser:

- Circulares
- No circulares

02.- Según la sección longitudinal de los tubos, éstos pueden ser:

- Corrugados
- Lisos

### 4.- MATERIALES

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 6 del Artículo 26.52.

### 5.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

01.- En el CUADRO 26.57.1 se establecen los diámetros interiores, diámetros exteriores, espesores de pared, longitud mínima de embocadura y tolerancias para las dimensiones nominales usuales en tubos lisos y circulares.

02.- En el CUADRO 26.57.2 se establecen los diámetros interior y exterior y sus tolerancias para las dimensiones nominales usuales en tubos corrugados circulares.

CUADRO 26.57.1

## TUBOS LISOS RANURADOS DE UPVC

Medida nominal	Diámetro exterior mm	Tolerancia mm	Espesor mm	Tolerancia mm	Diámetro interior mínimo mm	Longitud mínima de embocadura mm
40	40	+ 0,3	1,0	+ 0,5	37	60
50	50	+ 0,3	1,0	+ 0,5	47	75
63	63	+ 0,4	1,3	+ 0,6	59	90
75	75	+ 0,4	1,5	+ 0,7	71	105
90	90	+ 0,5	1,8	+ 0,8	85	115
110	110	+ 0,6	1,9	+ 0,8	105	120
125	125	+ 0,7	2,0	+ 0,8	119	125
140	140	+ 0,8	2,3	+ 0,9	134	125
160	160	+ 0,8	2,5	+ 1,0	153	125

CUADRO 26.57.2

## TUBOS CORRUGADOS RANURADOS DE UPVC

Medida nominal	Diámetro exterior mm	Tolerancia mm	Diámetro interior mm	Tolerancia mm
40	40,5	- 1,5	38,5	+ 2,0
50	50,5	- 1,5	44,0	+ 2,0
65	65,5	- 1,5	58,0	+ 2,0
80	80,5	- 1,5	71,5	+ 2,0
100	100,5	- 1,5	91,0	+ 2,0
125	126,0	- 2,0	115,0	+ 2,5
160	160,0	- 2,0	148,5	+ 2,0
200	200,0	- 2,0	182,0	+ 2,5

03.- La longitud de los tubos lisos se establecerá por acuerdo con el fabricante, con una tolerancia de diez milímetros, en más o en menos ( $\pm 10$  mm). Usualmente se suministran en longitudes de cinco metros (5 m), incluida la embocadura. Los tubos corrugados circulares se suministran en rollos de hasta trescientos metros (300 m) debiendo verificarse la siguiente relación entre el diámetro exterior del tubo y del rollo.

Diámetro exterior mm	Diámetro del rollo mínimo mm
40	500
50	500
65	500
80	600
100	700
125	750
160 a 200	1.000

04.- Los tubos dispondrán de orificios para la entrada de agua, distribuidos uniformemente en, al menos, cinco (5) hileras a lo largo de la circunferencia del tubo. Los orificios carecerán de residuos de material, rebabas o cualquier otro defecto que dificulte la entrada de agua o el flujo a través del tubo.

05.- La superficie total de orificios por metro de tubo será tal que se verifique la condición siguiente:

Medida nominal	Superficie total de orificios por metro, mínima cm <sup>2</sup> /m
40	6
50	8
mayor de 50	10

06.- Para el ancho de los orificios se tomará la medida del eje menor. Se distinguen los siguientes anchos:

- Estrecho:  $0,8 \pm 0,2$  mm.
- Medio:  $1,2 \pm 0,2$  mm.
- Ancho:  $1,7 \pm 0,3$  mm.

## 6.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

### 6.1.- Resistencia a corto plazo

01.- Se tomará una muestra de  $200 \pm 5$  milímetros de largo y se colocará entre dos placas paralelas sometidas a una carga de  $3 \times D$  kilopondios (D, diámetro exterior, en centímetros) durante diez minutos (10 min) a una temperatura de  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ .

02.- La máxima deformación admisible será del veinte por ciento (20%) respecto del diámetro primitivo.

03.- Este ensayo se realizará con dos muestras.

### 6.2.- Resistencia a largo plazo

01.- Se tomará una muestra de  $200 \pm 5$  milímetros de largo y se colocará entre dos placas paralelas sometidas a una carga de doce kilopondios (12 kp) durante un mínimo de siete (7) días, a una temperatura de  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ .

02.- La relación entre el movimiento vertical de la placa y el diámetro interior del tubo expresado en centímetros será como máximo de 4 décimas (0,4).

### 6.3.- Resistencia al impacto

01.- Realizado el ensayo de impacto según la Norma DIN 1.187, se admitirá el fallo o rotura de, como máximo, una muestra entre veinte (20). Si más de una muestra se rompiera, el ensayo se realizará sobre otras cuarenta muestras de forma que sobre el total de sesenta muestras se admitirá un máximo de siete (7) fallos.

### 6.4.- Resistencia a la tracción en tubos corrugados

01.- La resistencia a la tracción se ensayará con probetas de  $700 \pm 2$  milímetros de longitud a una temperatura de  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ . La probeta se fijará por ambos lados en unos casquillos cónicos de cien milímetros (100 mm) de longitud, colgándose el tubo y soportando el peso de veinticinco kilopondios (25 kp) que actúan sobre la placa de impacto que se cuelga del extremo inferior.

02.- No se admitirán más del cinco por ciento (5%) de roturas.

## 7.- JUNTAS

01.- Las juntas podrán realizarse con manguitos del mismo material que el tubo, por enchufe cuando los tubos estén provistos de embocadura, o por otro procedimiento que garantice su perfecto funcionamiento.

02.- Las tolerancias sobre las dimensiones de los elementos que forman la junta serán fijadas y garantizadas por el fabricante, debiendo figurar éstas en los catálogos.

## 8.- TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN

01.- Se cumplirá lo establecido en el Apartado 10 del Artículo 26.51.

02.- Deberá tenerse en cuenta que la resistencia al impacto de los tubos de UPVC disminuye de forma acusada a temperaturas inferiores a cero grados centígrados (0°C). No obstante, pueden ser manejadas y acopiadas satisfactoriamente si las operaciones se realizan con cuidado.

## 9.- RECEPCIÓN

### 9.1.- Datos a facilitar por el fabricante

01.- con respecto a la información técnica general, se aplicará el Apartado 11.1 del Artículo 26.51.

02.- El fabricante especificará y garantizará los valores de las características geométricas y físicas, incluida las mecánicas, que se fijan en los Apartados anteriores, además de las que determine el PCTP.

### 9.2.- Ensayos y pruebas

#### 9.2.1.- Generalidades

01.- con los productos acabados se realizarán ensayos y pruebas de las dos siguientes clases:

- a) Ensayos para verificar las características declaradas por el fabricante.
- b) Pruebas de recepción del producto.

02.- Los ensayos y pruebas de la clase a) serán realizados por cuenta del fabricante y consistirán en la comprobación del aspecto, dimensiones y perforaciones, y en la verificación de las características reseñadas en el anterior Apartado 6 de éste Artículo.

#### 9.2.2.- Pruebas de recepción obligatorias

01.- Tendrán carácter obligatorio las pruebas de recepción siguientes:

- a) Examen visual del aspecto exterior de los tubos y accesorios.
- b) Comprobación de dimensiones y espesores de los tubos y accesorios.
- c) Comprobación de las perforaciones.
- d) Pruebas de resistencia a corto y largo plazo.
- e) Prueba de resistencia al impacto.
- f) Prueba de resistencia a la tracción en tubos corrugados, siempre.

#### 9.2.3.- Pruebas de recepción opcionales

01.- El PCTP y, en su caso, el Director, siempre que lo considere oportuno, podrá ordenar la realización de pruebas opcionales, con independencia de las que son obligatorias.

*9.2.4.- Métodos de ensayo*

01.- Las pruebas y ensayos se realizarán siguiendo los métodos indicados en el Apartado 6 de éste Artículo.

*9.2.5.- Recepción en obra*

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 11.2.6 del Artículo 26.51.

*9.2.6.- Aceptación o rechazo de los tubos*

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 11.2.7 del Artículo 26.51.

*9.2.7.- Gastos de los ensayos y pruebas*

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 11.2.8 del Artículo 26.51.

## 10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de los tubos ranurados de UPVC se realizará de acuerdo con lo establecido para la unidad de obra de que formen parte.

02.- En los acopios, los tubos se medirán por metros (m) de longitud útil.

## Sección 6.<sup>a</sup>

# MATERIALES DE PLÁSTICO DIVERSOS PARA CERRAMIENTOS, REVESTIMIENTOS, AISLAMIENTOS Y CUBIERTAS

## ARTÍCULO 26.61.- PLACAS DE PLÁSTICO

### 1.- DEFINICIONES

01.- Las placas de plástico rígidas son elementos industrializados usados en cubiertas o cerramientos de edificios.

02.- En este Artículo se contemplan las placas formadas por un único material. Los paneles sándwich en cuyo interior existen materiales aislantes se desarrollan en el Artículo 26.62 de este Pliego.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Código Técnico de la Edificación.

#### 2.2.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- EN 1013. Placas de plástico perfiladas translúcidas de una sola capa para cubiertas interiores y exteriores, paredes y techos. Requisitos y métodos de ensayo.

02.- EN 16153. Placas traslúcidas planas de varias capas de policarbonato (PC) para cubiertas interiores y exteriores, paredes y techos. Requisitos y métodos de ensayo.

03.- EN 16240. Placas translúcidas planas compactas de policarbonato (PC) para uso interior y exterior en cubiertas, paredes y techos. Requisitos y métodos de ensayo.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- De acuerdo con la sección transversal, las placas se dividen en:

- Placa plana, con sección transversal plana.
- Placa conformada, con sección transversal constituida por ondas.

02.- Las placas conformadas, según la forma de la onda del perfil transversal, se dividen en:

- Placa ondulada, con perfil transversal formado por ondas curvilíneas.
- Placa grecada, con perfil transversal constituido con ondas de perfil trapecial con bordes redondeados.
- Placa nervada, con perfil transversal constituido por trapecios desiguales con bordes redondeados.

03.- Según la transmisión luminosa de las placas, estas se clasifican en:

- Placa translúcida, la transmisión luminosa es superior al veinte por ciento (20%).
- Placa semiopaca, la transmisión luminosa es del diez al veinte por ciento (10-20%).
- Placa opaca, la transmisión luminosa es inferior al diez por ciento (10%).

04.- Los materiales que pueden componer las placas son:

- GRP, GRFP o PRFV: plástico reforzado con fibra de vidrio:
  - Poliéster
  - Resina epoxi
- PC: policarbonato
- PVC-U: poli(cloruro de vinilo) no plastificado
- PMMA: poli(metil metacrilato)

05.- Las placas de GRA y GRC pueden llevar un recubrimiento de los siguientes materiales:

- Películas de poli(fluoruro de vinilo) (PVF)
- Recubrimientos de gel
- Películas de poli(etilen tereftalato) (PET)

06.- Por el tipo de sección, las placas se clasifican en:

- Placas compactas o de una sola capa
- Placas de varias capas

#### 4.- CARACTERÍSTICAS DE LAS PLACAS SIN MARCADO CE

01.- Salvo que en el Proyecto se establezcan otros valores, las placas deberán presentar las características recogidas en los Apartados 4.1 y 4.2 siguientes.

##### 4.1.- Características geométricas

01.- Las dimensiones de longitud, anchura y espesor de la placa, así como la forma de la onda y su altura de cresta, vendrán especificadas en los Planos o en el PCTP.

02.- La tolerancia en las dimensiones de las placas respecto de las nominales serán las indicadas en el cuadro siguiente:

Dimensión	Tolerancia
Anchura .....	± 10 mm
Longitud:	
L ≤ 4000 mm .....	± 10 mm
4000 < L ≤ 8000 mm .....	± 12 mm
8000 < L .....	± 15 mm
Espesor medio .....	± 15%
Espesor mínimo .....	> 20%
Espesor máximo .....	< 30%

03.- La desviación máxima en la escuadría será de tres grados sexagesimales (3°).

04.- La variación dimensional en la placa, después de un ensayo en estufa según lo descrito en la Norma UNE-EN 1013, no será superior al tres por ciento (3%).

##### 4.2.- Características físicas y mecánicas

01.- El valor medio de la resistencia a flexión, determinado según la Norma UNE-EN ISO 14125 para placas reforzadas con fibras o la Norma UNE-EN ISO 178 para las placas termoplásticas, será el indicado en el cuadro siguiente:

Altura de cresta (mm)	Valor medio de la resistencia a flexión en KN, mínimo	Valor individual mínimo, KN
Igual o menor que 42	1,0	0,9
Mayor que 42	1,7	1,6

02.- El valor de la resistencia a las fijaciones no será inferior a quinientos newtons (500 N), y ningún valor individual será inferior a cuatrocientos cincuenta newtons (450 N).

03.- La dureza de la placa no deberá aumentar más de un diez por ciento (10%) como valor medio, ni más de un doce por ciento (12%) como valor máximo, respecto del valor inicial. La medición de la dureza se hará según la Norma UNE-EN 59.

04.- La absorción de agua de las placas, determinada según la Norma UNE-EN ISO 62, no será superior a veinte miligramos (20 mg).

## 5.- CARACTERÍSTICAS DE LAS PLACAS CON MARCADO CE

01.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en las Normas EN correspondientes, para los requisitos siguientes:

- Placas e plástico perfiladas translúcidas de una sola capa para colocación discontinua de cubiertas en edificios (EN 1013):
  - Resistencia al impacto
  - Resistencia mecánica (rigidez a la flexión)
  - Comportamiento al fuego externo (clase)
  - Reacción al fuego (clase)
  - Permeabilidad al vapor de agua
  - Tolerancias dimensionales
  - Durabilidad:
    - Variación del índice de amarilleamiento
    - Variación de la transmisión de luz
    - Variación de la resistencia a la flexión/tracción
  - Emisión de sustancias peligrosas
- Placas de plástico perfiladas translúcidas de una sola capa en paredes y techos internos y externos (EN 1013):
  - Reacción al fuego (clase)
  - Permeabilidad al vapor de agua
  - Permeabilidad al agua/aire
  - Emisión de sustancias peligrosas
  - Propiedades de fragmentación: resistencia al impacto
  - Resistencia a la tracción, en flexión:
    - Resistencia a la flexión/tracción
    - Resistencia a la deflexión
  - Resistencia a las fijaciones
  - Durabilidad:
    - Variación del índice de amarilleamiento
    - Variación de la transmisión de luz
    - Variación de la resistencia a la flexión/tracción



- Placas traslúcidas planas de varias capas de policarbonato (PC) para colocación en cubiertas de edificios:
  - Resistencia mecánica
  - Comportamiento al fuego externo
  - Resistencia al fuego
  - Reacción al fuego
  - Permeabilidad al agua/aire
  - Tolerancias dimensionales
  - Permeabilidad al vapor de agua
  - Emisión de sustancias peligrosas
  - Resistencia al impacto
  - Aislamiento acústico al ruido aéreo
  - Propiedades térmicas: transmitancia térmica
  - Propiedades de radiación:
    - Transmitancia luminosa
    - Transmitancia de la energía solar total
  - Durabilidad:
    - Variación del índice de amarilleamiento y de la transmisión de luz
    - Variación del comportamiento a la deformación
- Placas traslúcidas planas de varias capas de policarbonato (PC) para paredes y techos internos y externos (EN 16153):
  - Reacción al fuego
  - Emisión de sustancias peligrosas
  - Permeabilidad al vapor de agua
  - Permeabilidad al agua/aire
  - Propiedades de fragmentación: resistencia al impacto
  - Resistencia a la flexión/tracción:
    - Comportamiento a la deformación
    - Resistencia de los accesorios
  - Propiedades de radiación:
    - Transmitancia luminosa
    - Transmitancia de la energía solar total
  - Durabilidad:
    - Variación del índice de amarilleamiento
    - Variación de la transmisión de luz
    - Variación del comportamiento a la deformación
- Placas traslúcidas planas compactas de policarbonato para colocación en cubiertas de edificios (EN 16240):
  - Resistencia mecánica
  - Comportamiento al fuego externo
  - Reacción al fuego
  - Permeabilidad al agua/aire
  - Tolerancias dimensionales
  - Permeabilidad al vapor de agua
  - Emisión de sustancias peligrosas
  - Resistencia al impacto
  - Aislamiento al ruido aéreo
  - Propiedades térmicas: transmitancia térmica
  - Propiedades de radiación:
    - Transmitancia luminosa
    - Transmitancia de la energía solar total
  - Durabilidad:
    - Variación del índice de amarilleamiento
    - Variación de la transmisión de luz

- Variación del comportamiento a la deformación
- Placas traslúcidas compactas de policarbonato para paredes y techos externos:
  - Reacción al fuego
  - Emisión de sustancias peligrosas
  - Permeabilidad al vapor de agua
  - Permeabilidad al agua/aire
  - Propiedades de fragmentación: resistencia al impacto
  - Resistencia a la flexión/tracción: Comportamiento a la deformación
  - Resistencia a las fijaciones
  - Propiedades de radiación:
    - Transmitancia luminosa
    - Transmitancia de la energía solar total
  - Durabilidad:
    - Variación del índice de amarilleamiento
    - Variación de la transmisión de luz
    - Variación del comportamiento a la deformación
- Placas traslúcidas planas compactas de policarbonato para paredes y techos internos:
  - Reacción al fuego
  - Resistencia al fuego
  - Emisión de sustancias peligrosas
  - Permeabilidad al vapor de agua
  - Permeabilidad al agua/aire
  - Propiedades de fragmentación: resistencia al impacto
  - Resistencia a la flexión/tracción: Comportamiento a la deformación
  - Resistencia a las fijaciones
  - Propiedades de radiación:
    - Transmitancia luminosa
    - Transmitancia de la energía solar total
  - Durabilidad:
    - Variación del índice de amarilleamiento

## 6.- ALMACENAMIENTO

01.- Durante el transporte y almacenamiento se evitará la deformación de las placas, por incidencia de los rayos solares, protegiéndolas con lonas o sacos.

02.- Salvo que el fabricante establezca otro criterio, el número de placas superpuestas no excederá de cuarenta (40), debiendo almacenarse horizontalmente.

## 7.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Las prescripciones concernientes al aspecto general y acabado se comprobarán mediante inspección unitaria. Las placas que no satisfagan las características sometidas a inspección serán rechazadas.

02.- Las placas presentarán una coloración uniforme y estarán desprovistas de cuerpos extraños y burbujas.

03.- Las placas de PRFV no presentarán aglomeraciones o falta de fibra de vidrio o fibras libres, y en ningún caso el contenido en fibra de vidrio de la placa será inferior al veinticinco por ciento (25%).

04.- Los bordes de las placas serán rectos y completos.

05.- Las placas llevarán una marca legible que permita la identificación del fabricante.

#### 7.1.- Placas con Marcado CE

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

03.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto y en este PCTG.

04.- En el Proyecto se podrán especificar controles adicionales que se deberán realizar a la recepción del producto.

05.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

#### 7.2.- Placas sin Marcado CE

01.- Cuando las placas no deban llevar Marcado CE, además del control documental para verificar que el producto suministrado cumple con las especificaciones del Proyecto, se deberán realizar pruebas y verificaciones que garanticen que las placas cumplen con las características exigidas.

02.- Las pruebas y verificaciones se ejecutarán sobre muestras tomadas del producto elaborado suministrado por el fabricante.

03.- Las muestras para los ensayos de comprobación de las características físicas serán escogidas al azar por la Dirección de Obra o persona en quien delegue con el fin de obtener el siguiente número de ellas para cada pedido.

Número de placas que componen el pedido	Número de muestras
150 o menos	1
de 150 a 300	2
de 300 a 1.500	4
de 1.500 a 3.000	8
más de 3.000	15

04.- Cuando una muestra no satisfaga una prueba, se repetirá esta misma sobre dos muestras más tomadas del mismo pedido ensayado. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el pedido, aceptándose si el resultado de ambas es satisfactorio.

05.- En el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinada "Marca de Calidad" concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo definido en el Artículo 15.52, pudiéndose realizar la recepción como se refleja en el Apartado 7.1 anterior.

## 8.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo especificado para la unidad de obra de que forme parte.

## **ARTÍCULO 26.62.- PANELES DE FACHADA Y TABIQUES DE PLÁSTICO**

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Los paneles de fachada de plástico son elementos prefabricados de materiales poliméricos usados en cerramientos exteriores de edificios sin formar parte del entramado resistente de los mismos. Normalmente el material constitutivo de los paneles es de poliéster reforzado con fibra o tejido de vidrio (GF-UP).

02.- Los tabiques de plástico son elementos prefabricados de materiales poliméricos usados en la materialización de divisiones interiores en los edificios, sin una función resistente. Los materiales más usados en la fabricación de tabiques de plástico son PVC rígido y poliéster reforzado con fibra o tejido de vidrio (GF-UP).

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Código Técnico de la Edificación.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Según la composición de los paneles y tabiques, estos se clasifican en:

- Homogéneos de plástico formados por una capa de material plástico.
- Compuestos de plástico o sándwich formados por una capa exterior de material plástico, una intermedia de material aislante y una interior de plástico, metálica, de fibrocemento, madera u otro material.

02.- En función del diseño, se pueden distinguir:

- Paneles diseñados para la obra, definiendo en el Proyecto su forma, tamaño, espesor de las capas que lo componen y cuantos detalles sean necesarios.
- Paneles estandarizados fabricados en serie.

### 4.- MATERIALES

01.- Los materiales constitutivos de los tabiques de plástico son PVC rígido y poliéster reforzado con fibra de vidrio (GF-UP). Los paneles de cerramiento de fachada se fabrican normalmente por moldeo con poliéster reforzado con fibra de vidrio (GF-UP).

02.- Las fibras de vidrio usadas como refuerzo en los paneles fabricados con resina de poliéster serán de buena calidad, debiendo dar el fabricante, en su documentación técnica, las características de composición, físicas y dimensionales de las mismas.

03.- Podrán añadirse pigmentos, estabilizadores a rayos ultravioleta, catalizadores químicos, y otros aditivos para aumentar la viscosidad o mejorar el comportamiento al fuego de los paneles y tabiques siempre que el producto resultante satisfaga las especificaciones de este Artículo.

## 5.- FABRICACIÓN

01.- En la fabricación de los paneles diseñados expresamente para la obra se cumplirá lo establecido en los Apartados 5.1 a 5.3 siguientes.

### 5.1.- Moldes

01.- Los moldes para la fabricación de los paneles de serán indistintamente, total o parcialmente, de madera, metal, hormigón o poliéster reforzado con fibra de vidrio, quedando el diseño bajo la responsabilidad del fabricante.

02.- Los moldes no se deformarán por causa del peso propio, del de los materiales que soportan o debido a las operaciones propias del proceso de producción.

03.- Los elementos que forman los moldes estarán bien ajustados entre sí, de forma que constituyan un conjunto estanco y eviten pérdidas de lechada.

04.- Las tolerancias de los moldes se fijarán de acuerdo con las tolerancias exigidas para los paneles de forma que resulten aceptables sin posteriores ajustes.

### 5.2.- Fabricación

01.- La temperatura en el lugar de fabricación de los paneles y tabiques deberá mantenerse entre dieciocho (18) y veintitrés grados centígrados (23°C), evitándose los ambientes húmedos, ya que el refuerzo de fibra de vidrio podría absorber agua y causar la degradación de la matriz del refuerzo. Los locales deberán mantenerse limpios y con buena ventilación, controlando el contenido de estireno en el ambiente.

02.- El fabricante de los paneles deberá detallar el método de curado que adopte en cada caso, debiendo registrar el peso de cada panel después de este proceso.

03.- El fabricante deberá registrar, para cada panel fabricado, su número y fecha de fabricación, aditivos usados y su proporción, ensayos realizados, defectos apreciados y si fueron reparados o no.

04.- Se realizará un control sistemático de los moldes de los paneles de cerramiento de forma que las piezas fabricadas coincidan, dentro de las tolerancias previstas, con las teóricas proyectadas.

05.- La Dirección de Obra, siempre que lo considere oportuno, podrá ordenar la toma de muestras para ser ensayadas, así como la inspección de los procesos de fabricación.

06.- Los paneles de cerramiento deberán llevar marcados el nombre del fabricante, fecha de fabricación y número del panel.

### 5.3.- Manipulación y acopio en taller

01.- Se deberán prever elementos que posibiliten la elevación y manipulación de los paneles de forma tal que, en lo posible, se encuentren por encima del centro de gravedad del elemento.

02.- El fabricante indicará en su documentación técnica la forma más conveniente para la manipulación de los paneles de cerramiento.

03.- Durante la manipulación de los paneles se tendrá especial cuidado de que no resulten dañados, queden marcas o se vean sometidos a tensiones superiores a los máximos admisibles.

04.- Los paneles de cerramiento se almacenarán, preferentemente, verticalmente de forma que no estén en contacto directo entre ellos y se permita la libre circulación de aire para el secado.

05.- Las disposiciones de apoyo serán compatibles con las posibilidades resistentes del panel y estarán concebidas de forma que se evite el alabeo.

## 6.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

01.- Las tolerancias admisibles respecto a la longitud y altura nominales serán las que figuran en el siguiente cuadro:

<b>Altura o longitud m</b>	<b>Tolerancia mm</b>
hasta 2	+ 0, - 3
de 2 a 3	+ 0, - 6
de 3 a 4,5	+ 0, - 9
de 4,5 a 6	+ 0, - 12
por cada 6 m adicionales	+ 0, - 6

02.- Las tolerancias respecto del espesor nominal total serán de cinco milímetros en más o en menos ( $\pm 5$  mm.).

03.- La desviación de la planeidad deberá ajustarse a los siguientes valores:

- hasta 2 m	6 mm
- de 2 a 3 m	8 mm
- de 3 a 4,5 m	10 mm
- de 4,5 a 6 m	12 mm

04.- Las tolerancias en la escuadría, medida como la desviación respecto de la escuadra del lado menor que confluye en la arista, se ajustarán a los valores siguientes:

<b>Longitud del lado menor m</b>	<b>Tolerancia escuadría mm</b>
menor o igual que 1	3
entre 1 y 2	5
mayor que 2	6

05.- Las tolerancias de alabeo, medido como la mayor distancia que puede separar una arista del plano definido por las otras tres, se ajustarán a los valores siguientes:

<b>Longitud lado mayor m</b>	<b>Tolerancia alabeo mm</b>
menor o igual que 3	6
entre 3 y 6	9
mayor que 6	12

## 7.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

01.- La resistencia al fuego mínima de los paneles y tabiques de plástico será de sesenta minutos (60 min), determinada según la Norma UNE-EN 1363-1.

02.- La dureza Barcol, determinada según la Norma UNE 53270, será de treinta y cinco, más o menos dos grados ( $35 \pm 2$ ).

03.- En la documentación técnica del fabricante se especificará el coeficiente de transmisión de calor de la parte maciza del elemento prefabricado, el coeficiente de dilatación térmica, el hinchamiento, la resistencia térmica del elemento y las características del acabado exterior, o revestimiento, del mismo.

04.- Cuando el panel constituya el cerramiento completo de un local con humedad relativa superior al setenta por ciento (70%), su cara interior será impermeable al agua y al vapor.

05.- Sometidos los paneles al ensayo de envejecimiento definido en la Norma ISO 4892-2, los cambios de color experimentados deberán ser moderados y uniformes.

### 7.1.- Sistema de sujeción

01.- El sistema de sujeción de cada panel a la estructura del edificio deberá garantizar, una vez colocado este, su estabilidad y su resistencia a las sollicitaciones derivadas del viento y de las variaciones de temperatura (contracciones y dilataciones para un salto térmico de 50°C).

02.- Puesto que las deformaciones de la estructura debido a la puesta en carga, retracción, deformaciones térmicas o movimientos diferenciales pueden originar en los paneles estados tensionales importantes, no considerados en su dimensionamiento, si se encuentran rígidamente unidos a la estructura, los sistemas de sujeción permitirán un movimiento lateral y vertical relativo entre la estructura y el panel. Si esto no fuera posible, en el dimensionamiento de los paneles se tendrán en cuenta estos posibles estados tensionales.

03.- En el sistema de sujeción de los paneles a la estructura del edificio se deberá tener en cuenta las tolerancias admisibles en la ejecución del edificio, además de las propias del panel. Para cada sistema de sujeción el fabricante indicará las tolerancias que permite el mismo en relación con el aplomado entre el elemento de fijación más saliente y cualquier otro, y con la distancia entre planos horizontales de fijación.

04.- No se admitirán sistemas de sujeción que fijen el panel a la estructura portante en tres o más niveles.

05.- El sistema de sujeción deberá tener en cuenta la compatibilidad entre los distintos elementos metálicos con respecto al ataque electroquímico causado por el contacto entre metales diferentes. Todos los elementos metálicos deberán estar protegidos contra la corrosión.

06.- El coeficiente de seguridad a rotura de los sistemas de sujeción será, como mínimo, de siete.

07.- Los elementos metálicos constitutivos del sistema de sujeción cumplirán, cuando proceda, con las prescripciones establecidas en los respectivos Artículos del capítulo 23, "Materiales Siderúrgicos", de este Pliego.

## 8.- JUNTAS

01.- El contratista estará obligado a presentar planos y detalles de las juntas que va a realizar, de acuerdo con las prescripciones de este Pliego, así como las características de los materiales, elementos que las forman y descripción de su montaje o ejecución.



02.- La Dirección, previas las pruebas y ensayos que juzgue oportunos, podrá comprobar en todo momento la correspondencia entre el suministro y montaje y la proposición aceptada.

03.- En la elección del tipo de junta se tendrá en cuenta las solicitudes a que ha de estar sometida y la estanquidad requerida a la misma; la sencillez de la junta ya que, de lo contrario, impone tolerancias difíciles de conseguir en la fabricación y ejecución; los movimientos de la estructura portante y cambios dimensionales en las juntas entre paneles.

04.- Los cantos del panel presentarán la forma adecuada para que las juntas resultantes de la unión entre paneles y de estos con elementos de la fachada, una vez selladas y acabadas, sean estancas al aire y al agua y no den lugar a puentes térmicos.

05.- Los tipos de junta de paneles de cerramiento son:

- Juntas secas.
  - Juntas a tope.
  - Juntas con resaltos.
- Juntas rellenas con material sellante.
- Juntas abiertas.
  - Juntas totalmente abiertas.
  - Juntas con diafragmas de drenaje o cámaras de descompresión.
- Juntas a compresión.

## 9.- TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

01.- Los paneles que hayan sufrido desperfectos ocasionados durante la manipulación, transporte y almacenamiento en obra deberán ser devueltos a fábrica para su reparación; no se permitirá la corrección de los defectos en obra.

02.- El transporte se realizará de forma que los paneles permanezcan en una posición próxima a la vertical. Todos los paneles irán acuñados con el fin de evitar golpes o movimientos bruscos que pudieren dañarlos.

## 10.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- En el caso de paneles diseñados y fabricados expresamente para la obra, se someterán a una serie de ensayos y verificaciones que deberá establecerse en el Proyecto o por la Dirección de Obra. Junto con estos controles, se definirán los criterios para realizar la división en lotes.

02.- Los ensayos y verificaciones a que podrán ser sometidos los paneles de plástico con el fin de comprobar las características exigidas son:

- Identificación de las piezas y fecha de fabricación.
- Comprobación de aspecto
- Comprobación geométrica
- Elementos de fijación
- Resistencia de juntas.
- Puntos de anclaje y elevación.

03.- En el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinada "Marca de Calidad", concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo establecido en el Artículo 15.52.

## 11.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de estos materiales se realizará de acuerdo con lo establecido para la unidad de obra de que formen parte.

## ARTÍCULO 26.63.- PRODUCTOS DE CARPINTERÍA DE PLÁSTICO

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Productos de carpintería de plástico son los fabricados con perfiles de material polimérico homogéneo, o con perfiles compuestos de un perfil metálico recubierto de otro de plástico. Se suministran como unidades preparadas para su colocación en obra con todos los accesorios necesarios; no requieren acabados de pintura u otras protecciones.

02.- Los productos de carpintería de plástico más usuales son: ventanas, puertas, persianas y claraboyas, de diferentes tipos y diseños.

03.- Los cercos y marcos de plástico estarán dotados de anclajes metálicos acoplados a los perfiles de plástico para su fijación a la obra de fábrica. El espacio entre el perfil de plástico y la fábrica se rellenará con material aislante térmico (tiras de espuma), para absorber los movimientos térmicos del plástico, y posteriormente deberán sellarse las juntas con una masilla sintética elástica.

04.- Los vidrios no se fijarán, en ningún caso, con masilla de aceite de linaza sino con masillas poliméricas elastoplásticas, con sellado adicional de caucho de silicona (SI) o también con bandas de espuma semirrígida de polietileno (PE). Los vidrios y lunas se podrán fijar por "Acristalado seco" con perfiles de junta de policloropreno (CR) o de caucho etileno-propileno-dieno, debidamente tensos.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Código Técnico de la Edificación.

02.- Instrucción sobre criterios para la puesta en práctica del marcado CE de las ventanas, ventanas para tejados y puertas exteriores peatonales. Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

#### 2.2.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- UNE-EN 14351-1. Ventanas y puertas. Norma de producto, características de prestación. Parte 1: Ventanas y puertas exteriores peatonales.

02.- UNE-EN 13659. Persianas y persianas venecianas exteriores. Requisitos de prestaciones incluida la seguridad.

03.- UNE-EN 13241. Puertas industriales, comerciales y de garaje y portones. Norma de producto, características de prestación.

04.- UNE-EN 1873. Accesorios prefabricados para cubiertas. Lucernarios individuales en materiales plásticos. Especificaciones de producto y métodos de ensayo.

05.- UNE-EN 14963. Cubiertas para tejados. Lucernarios continuos en materiales plásticos con o sin zócalo. Clasificación, requisitos y métodos de ensayo.

06.- La Norma "PNE-EN 14351-2. Ventanas y puertas. Norma de producto, características de prestación. Parte 2: Puertas peatonales interiores" se encuentra en proceso de redacción. Cuando se publique en el Diario Oficial de la Unión Europea, será obligatorio que los productos que contempla cuenten con Mercado CE.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los perfiles de plástico homogéneo son generalmente de policloruro de vinilo de alta tenacidad, resistente al choque, incluso en frío, y estable a la intemperie, obtenidos por extrusión. Para la junta entre el marco y el batiente se utilizan perfiles de junta de caucho sintético de cloropreno (CR) o de caucho terpolímero (EPDM) introducidos en las ranuras previstas para ello en el perfil de PVC, generalmente en ambos elementos, fijo y móvil.

02.- Los perfiles compuestos de un perfil metálico están revestidos generalmente de policloruro de vinilo poco plastificado (PVC), o de poliuretano (PUR).

03.- Se utilizan también perfiles de resinas poliéster reforzadas con fibra de vidrio (GF-UP), generalmente con núcleo de madera o de poliuretano (PUR).

04.- Los perfiles presentarán una superficie uniforme y estarán exentos de defectos tales como cuerpos extraños, ondulaciones, veteados, burbujas y grietas.

### 4.- CARACTERÍSTICAS DE LAS CARPINTERÍAS CON MARCADO CE

01.- Las carpinterías recogidas en el objeto de aplicación de las Normas reseñadas en el Apartado 2.2 de este Artículo contarán con Marcado CE.

02.- En el proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en las Normas EN correspondientes, para los requisitos siguientes:

- Ventanas para comunicación en lugares residenciales y comerciales (EN 143511):
  - Resistencia al fuego (E + EI)
  - Control de humo (S)
  - Estanquidad al agua
  - Sustancias peligrosas (solo impacto exterior)
  - Resistencia a la carga de viento
  - Capacidad de los dispositivos de seguridad para soportar carga
  - Prestación acústica (cuando se requiera)
  - Transmitancia térmica (cuando se requiera)
  - Propiedades de radiación (cuando se requiera)
  - Permeabilidad al aire (cuando se requiera)
- Puertas exteriores peatonales para comunicación en lugares residenciales y comerciales (EN 143511):
  - Resistencia al fuego (E + EI)
  - Control de humo (S)
  - Autocierre (C) (solo para puertas cortafuego con autocierre)
  - Estanquidad al agua
  - Sustancias peligrosas (solo impacto exterior)
  - Resistencia a la carga de viento
  - Resistencia la impacto (solo puertas acristaladas con riesgo de daños)
  - Capacidad de los dispositivos de seguridad para soportar carga
  - Altura
  - Capacidad de desbloqueo (solo puertas bloqueadas en recorridos de evacuación)
  - Prestación acústica (cuando se requiera)
  - Transmitancia térmica (cuando se requiera)
  - Propiedades de radiación (cuando se requiera)

- Permeabilidad al aire (cuando se requiera)
- Ventanas de tejado para comunicación en lugares residenciales y comerciales (EN 143511):
  - Prestación frente al fuego exterior
  - Reacción al fuego
  - Resistencia al fuego (E + EI)
  - Estanquidad al agua
  - Resistencia a la carga de viento
  - Resistencia a la nieve y carga permanente
  - Resistencia al impacto
  - Capacidad de los dispositivos de seguridad para soportar carga
  - Prestación acústica
  - Transmitancia térmica
  - Propiedades de radiación
  - Permeabilidad al aire
- Lucernarios individuales para transmisión de la luz para uso en tejados planos e inclinados de edificios (EN 1873):
  - Resistencia mecánica
  - Comportamiento frente al fuego externo
  - Reacción al fuego
  - Estanquidad al agua
  - Resistencia al impacto
  - Aislamiento frente al ruido aéreo directo
  - Resistencia térmica
  - Propiedades de radiación
  - Permeabilidad al aire
  - Durabilidad:
    - Variación de la resistencia mecánica
    - Variación de la transmitancia luminosa total
    - Variación del índice de amarilleamiento
  - Sustancias peligrosas
- Lucernarios continuos con o sin zócalo para transmisión de la luz para uso en tejados planos e inclinados de edificios (EN 1873):
  - Resistencia mecánica
  - Reacción al fuego
  - Resistencia al fuego
  - Comportamiento frente al fuego externo
  - Estanquidad al agua
  - Resistencia al impacto
  - Aislamiento frente al ruido aéreo directo
  - Resistencia térmica
  - Transmitancia luminosa
  - Factor solar
  - Permeabilidad al aire
  - Durabilidad:
    - Variación de las propiedades mecánicas
    - Variación de la transmitancia luminosa total
    - Variación del índice de amarilleamiento
- Persianas y venecianas exteriores para uso exterior en edificios y otras obras de construcción:
  - Resistencia a la carga de viento
  - Resistencia térmica adicional  $\Delta R$
  - Transmitancia de la energía solar total  $g_{tot}$
- Puertas industriales, comerciales y de garaje y portones en áreas accesibles para personas y cuyo principal objetivo es ofrecer seguridad de acceso a mercancías y vehículos acompañados o conducidos por personas en instalaciones industriales comerciales o en garajes de viviendas:

- Estanquidad al agua
- Emisión de sustancias peligrosas
- Resistencia a la carga de viento
- Resistencia térmica (si corresponde)
- Permeabilidad al aire
- Apertura segura (para puertas de movimiento vertical)
- Definición de la geometría de los componentes de vidrio
- Resistencia mecánica y estabilidad
- Fuerza de maniobra (para puertas motorizadas)
- Durabilidad de la estanquidad al agua, la resistencia térmica y la permeabilidad al aire frente a la degradación

## 5.- CARACTERÍSTICAS DE LAS CARPINTERÍAS SIN MARCADO CE

01.- Las carpinterías que no lleven Marcado CE, cumplirán lo indicado en los Apartados 5.1 y 5.2 siguientes.

### 5.1.- Características geométricas

01.- La forma y dimensiones de los perfiles para carpintería de plástico serán las especificadas en los Planos o en PCTP.

02.- Las medidas y tolerancias de los perfiles para carpintería de PVC se ajustarán a lo fijado en la Norma UNE-EN 12608-1.

### 5.2.- Características físicas y mecánicas

01.- La resistencia al impacto y la no fragilidad a baja temperatura se determinarán de acuerdo con las Normas UNE-EN ISO 179 y UNE 53120 respectivamente.

02.- La contracción media de las probetas, determinada según la Norma UNE-EN 479, no será superior al dos por ciento (2 %), y la diferencia entre la contracción máxima y mínima de una misma probeta no sobrepasará del 0,4%.

03.- La temperatura de reblandecimiento Vicat, determinada según la Norma UNE-EN ISO 306, con carga de cinco kilopondios 49,05 N (5 kgf), será superior a los ochenta grados centígrados (80°C).

04.- La densidad del material, determinada según las Normas UNE-EN ISO 1183-1 Y UNE-EN ISO 1183-2, estará comprendida entre 1,4 y 1,55 kg/dm<sup>3</sup>.

05.- La absorción de agua, medida según la Norma UNE-EN ISO 62, será igual o menor que cuatro miligramos por centímetro cuadrado (4 mg/cm<sup>2</sup>).

06.- Los perfiles tendrán un color uniforme y constante en su tonalidad. La variación de color, respecto de lo establecido en el Proyecto, estará dentro de las tolerancias indicadas en la Norma UNE-EN 12608-1.

## 6.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

### 6.1.- Carpinterías con Marcado CE

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

03.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y en este PCTG.

04.- En el Proyecto se podrán especificar controles adicionales que se deberán realizar a la recepción del producto.

05.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

## 6.2.- Carpinterías sin Marcado CE

01.- Cuando las carpinterías no deban llevar Marcado CE, además del control documental para verificar que el producto suministrado cumple con las especificaciones del proyecto, se deberán realizar pruebas y verificaciones que garanticen que las placas cumplen con las características exigidas.

02.- El fabricante estará obligado a facilitar información sobre los siguientes aspectos:

- a) Tipo de perfil de plástico utilizado.
- b) Materiales poliméricos empleados. Densidad de cada material.
- c) Características de los perfiles de plástico:
  - Dimensiones y tolerancias.
  - Peso por metro de perfil.
  - Resistencia a tracción y alargamiento en la rotura.
  - Temperatura de reblandecimiento Vicat.
  - Absorción de agua.
- d) Tipo y diseño del producto terminado.
- e) Dimensiones y tolerancias del producto terminado.
- f) Accesorios incluidos en cada producto.

03.- Las prescripciones concernientes al aspecto general y acabado se comprobarán mediante inspección unitaria. Los perfiles que no satisfagan las características sometidas a inspección serán rechazados.

04.- Las pruebas y verificaciones se ejecutarán sobre muestras tomadas del producto elaborado proporcionado por el fabricante.

05.- Las muestras para los ensayos de comprobación de las características físicas serán escogidas al azar por la Dirección de Obra o persona en quien delegue con el fin de obtener el siguiente número de ellas para cada pedido.

Longitud total, en metros, de los perfiles que componen el pedido	Número de muestras
150 o menos	1
de 150 a 300	2
de 300 a 1.500	4
de 1.500 a 3.000	8

más de 3.000	15
--------------	----

06.- Cuando una muestra no satisfaga una prueba, se repetirá esta misma sobre dos muestras más tomadas del mismo pedido ensayado. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el pedido, aceptándose si el resultado de ambas es satisfactorio.

07.- En el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinada "Marca de Calidad" concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo definido en el Artículo 15.52, pudiéndose realizar la recepción como se refleja en el Apartado 6.1 anterior.

## 7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo establecido para la unidad de obra de que forme parte.



## **ARTÍCULO 26.64.- PLACAS DE PLÁSTICO PARA REVESTIMIENTOS EN INTERIORES**

### 1.- DEFINICIONES

01.- Placas de plástico para revestimiento en interiores son productos poliméricos usados en la cubrición de paredes en locales interiores.

02.- Las placas de plástico para revestimiento que se contemplan en este Artículo son rígidas de PVC-U (poli(cloruro de vinilo) no plastificado).

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Código Técnico de la Edificación.

#### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- UNE-EN ISO 1183-1. Plásticos. Métodos para determinar la densidad de plásticos no celulares. Parte 1: Método de inmersión, método del picnómetro líquido y método de valoración.

02.- UNE-EN ISO 1183-2. Plásticos. Métodos para determinar la densidad de plásticos no celulares. Parte 2: Método de la columna por gradiente de densidades.

03.- UNE-EN ISO 62. Plásticos. Determinación de la absorción de agua.

04.- UNE 53126. Plásticos. Determinación del coeficiente de dilatación lineal.

05.- UNE-EN ISO 10581. Revestimientos de suelo resilientes. Revestimientos de suelo homogéneos a base de poli(cloruro de vinilo). Especificaciones.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- El espesor mínimo de las placas será de ocho décimas de milímetro (0,8 mm).

02.- La tolerancia admisible para la longitud será de seis milímetros y medio en más o en menos ( $\pm 6,5$  mm), mientras que para la anchura será de un milímetro y medio, en más o en menos ( $\pm 1,5$  mm).

03.- El alabeo máximo admisible, medido según la longitud o anchura, será de tres milímetros (3 mm).

04.- La densidad del material, determinada según la Norma de ensayo UNE-EN ISO 1183-1, será inferior a  $1,60 \text{ gr/cm}^3$ .

05.- El peso máximo de las placas será de diez kilogramos por metro cuadrado ( $10 \text{ kg/m}^2$ ).

06.- La absorción de agua será inferior al uno por ciento (1%) cuando se determine según la Norma UNE-EN ISO 62.

07.- El coeficiente de dilatación lineal, determinado según la Norma UNE 53126, no será superior a  $8,1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

08.- La contracción media de las probetas, determinada según la Norma UNE-EN 12608-1, no será superior al tres por ciento (3%).

09.- Apoyada la placa sobre una superficie plana y sometida a una sobrecarga de cien kilopondios por metro cuadrado (100 kp/m<sup>2</sup>), se recuperará al cesar esta, no presentando grietas o fisuras.

10.- Las placas para revestimiento serán "No inflamables", según la Norma UNE-EN ISO 10581.

11.- Será admisible un grado de ataque superficial de ácidos, según la Norma UNE-EN 438-7.

12.- La cara vista será de superficie lisa o con relieves decorativos, exenta de poros y defectos apreciables, estable a la luz y de fácil limpieza.

#### 4.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Las prescripciones concernientes al aspecto general y acabado se comprobarán mediante inspección unitaria. Las placas que no satisfagan las características sometidas a inspección serán rechazadas.

02.- Las pruebas y verificaciones se ejecutarán sobre muestras tomadas del producto elaborado proporcionado por el fabricante.

03.- Las muestras para los ensayos de comprobación de las características físicas serán escogidas al azar por la Dirección de Obra o persona en quien delegue con el fin de obtener el siguiente número de ellas para cada pedido.

Número de placas que componen el pedido	Número de muestras
150 o menos	1
de 150 a 300	2
de 300 a 1.500	4
de 1.500 a 3.000	8
más de 3.000	15

04.- Cuando una muestra no satisfaga una prueba, se repetirá esta misma sobre dos muestras más, tomadas del mismo pedido ensayado. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el pedido, aceptándose si el resultado de ambas es satisfactorio.

05.- En el caso de que la fabricación de los productos esté amparada por determinada "Marca de Calidad" concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo definido en el Artículo 15.52.

#### 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado para la unidad de obra de que forme parte.

## ARTÍCULO 26.65.- LAMINAS VINÍLICAS PARA PAVIMENTOS

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Láminas vinílicas para pavimentos son productos fabricados con resina de policloruro de vinilo (PVC) a la que se pueden añadir plastificantes, pigmentos y otros aditivos. Se suministran en forma de rollos o de losetas; sirven para el revestimiento de suelos.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Código Técnico de la Edificación

#### 2.2.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- UNE-EN 14041. Recubrimientos de suelo resilientes, textiles y laminados. Características esenciales.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las Losetas y los rollos vinílicos cumplirán las especificaciones reflejadas en la Norma UNE-EN 14041.

02.- En el proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en las Normas EN correspondientes, para los requisitos siguientes:

- Reacción al fuego
- Contenido de sustancias peligrosas específicas
- Características esenciales
- Emisión de compuestos orgánicos volátiles (VOC) con excepción de formaldehído
- Estanqueidad al agua
- Resistencia al deslizamiento (coeficiente de rozamiento dinámico,  $\mu$ )
- Comportamiento eléctrico:
  - Antiestático
  - Disipador de estática
  - Conductor
- Resistencia térmica (conductividad térmica)

### 4.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

03.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y en este PCTG.

04.- En el Proyecto se podrán especificar controles adicionales que se deberán realizar a la recepción del producto.

05.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

## 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo establecido en el PTP para la unidad de obra de que formen parte.

## ARTÍCULO 26.66.- LAMINADOS DE GOMA PARA PAVIMENTOS

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Laminados de goma para pavimentos son planchas fabricadas con caucho natural o sintético, o una mezcla de ambos a los que se pueden añadir pigmentos u otros aditivos. Se suministran en forma de rollos o de losetas y se usan para el revestimiento de suelos.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Código Técnico de la Edificación.

#### 2.2.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- UNE-EN 14041. Recubrimientos de suelo resilientes, textiles y laminados. Características esenciales.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las Losetas y los rollos cumplirán las especificaciones reflejadas en la Norma UNE-EN 14041.

02.- En el proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en las Normas EN correspondientes, para los requisitos siguientes:

- Reacción al fuego
- Contenido de sustancias peligrosas específicas
- Características esenciales
- Emisión de compuestos orgánicos volátiles (VOC) con excepción de formaldehído
- Estanqueidad al agua
- Resistencia al deslizamiento (coeficiente de rozamiento dinámico,  $\mu$ )
- Comportamiento eléctrico:
  - Antiestático
  - Disipador de estática
  - Conductor
- Resistencia térmica (conductividad térmica)

### 4.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

03.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y en este PCTG.

04.- En el Proyecto se podrán especificar controles adicionales que se deberán realizar a la recepción del producto.

05.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

## 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo establecido en el PTP para la unidad de obra de que forme parte.

## Sección 7.<sup>a</sup>

### MATERIALES POLIMÉRICOS DIVERSOS PARA USO ESTRUCTURAL

---

#### **ARTÍCULO 26.71.- BOVEDILLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA FORJADOS**

---

##### 1.- DEFINICIONES

01.- Se definen como bovedillas de poliestireno expandido las empleadas conjuntamente con viguetas de hormigón prefabricado para la construcción de sistema de forjado y cubierta de vigueta y bovedilla.

##### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

###### 2.1.- Pliegos e Instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

02.- Código Técnico de la Edificación.

###### 2.2.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- EN 15037-4. Productos prefabricados de hormigón. Sistemas de forjado de vigueta y bovedilla. Parte 4: Bovedillas de poliestireno expandido.

##### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Por su función dentro del forjado, se pueden clasificar en:

- R1: cuando no tiene función mecánica.
- R2: cuando la bovedilla contribuye a la función mecánica del forjado junto con un tablero de apoyo de madera laminada o un revestimiento.

02.- Por su sistema de fabricación, las bovedillas pueden ser:

- De corte.
- Moldeada.

##### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las bovedillas de EPS deberán contar con Mercado CE de acuerdo con la Norma EN 15037-4.

02.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 15037-4, para los requisitos recogidos a continuación:

- Detalles constructivos
- Capacidad portante (por ensayo)
- Resistencia al fuego
- Reacción al fuego

- Aislamiento acústico al ruido aéreo y aislamiento acústico al ruido por impacto (cuando también se prevé utilizar el producto para aplicaciones acústicas)
- Resistencia térmica (cuando también se prevé utilizar el producto para aplicaciones térmicas)
- Durabilidad
- Sustancias peligrosas

## 5.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Será obligatorio que las bovedillas de Poliestireno expandido cuenten con marcado CE.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y este PCTG.

05.- En el Proyecto se podrán especificar controles adicionales que se deberán realizar a la recepción del producto.

06.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

## 6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que formen parte.



## **ARTÍCULO 26.72.- ELEMENTOS ALIGERANTES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA FORJADOS IN SITU**

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se definen como elementos aligerantes de poliestireno expandido para forjados reticulares al elemento prefabricado de poliestireno expandido (EPS), destinado a formar parte, junto con los nervios vertidos in situ, la capa de compresión superior hormigonada en obra y las armaduras de obra, del conjunto de un forjado.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e Instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

02.- Código Técnico de la Edificación.

#### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- UNE 53794. Plásticos. Elementos aligerantes de poliestireno expandido (EPS) para forjados con nervios hormigonados en obra.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Por el tipo de forjado del que formen parte, se pueden clasificar en:

- Bovedilla: cuando forma parte de un forjado unidireccional
- Casetón: cuando forma parte de un formado reticular.

02.- Se dice que la bovedilla o el casetón son descolgados cuando, una vez colocada la pieza en obra, queda por debajo del plano del nervio vertido in situ.

03.- Por su sistema de fabricación, las bovedillas pueden ser:

- Mecanizado.
- Moldeada.

### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los aligeramientos de EPS deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Norma UNE 53974.

02.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Normas UNE 53974, para los requisitos recogidos a continuación:

- Dimensiones y geometría
- Resistencia al punzonamiento
- Comportamiento al fuego
- Aislamiento térmico

## 5.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- En el Proyecto se definirán los controles que se deban realizar a los productos. Los ensayos se llevarán a cabo de acuerdo con lo establecido en las Normas UNE 53974, UNE-EN 13501-1, UNE-EN 826 y UNE-EN ISO 9646.

03.- En el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinada “Marca de Calidad”, concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo establecido en el Artículo 15.52.

04.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

## 6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que formen parte.

## ARTÍCULO 26.73.- FIBRAS POLIMÉRICAS PARA HORMIGÓN

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se entiende por fibras poliméricas para hormigón a los elementos rectos o deformados de material polimérico extruido, orientado y cortado, apropiados para su mezcla homogénea con hormigón o mortero.

02.- Se definen tres clases de fibras en función de su forma física:

- Clase Ia, microfibras: de diámetro menor a 0,30 mm, monofilamentosas
- Clase Ib, microfibras: también de diámetro menor de 0,30 mm, pero fibrilosas.
- Clase II, macrofibras: de más de 0,30 mm de diámetro.

03.- La adición de fibras puede tener distintos objetivos. A continuación, se indica una relación de los posibles, pudiendo contemplarse varios a la vez.

- Evitar la formación de fisuras por retracción.
- Reducir la formación de fisuras.
- Aumentar la resistencia a flexotracción del hormigón incrementando las resistencias residuales contempladas en el Anejo 14 de la EHE-08.
- Aumentar la ductilidad de la masa del hormigón.
- Reforzar contra el impacto.
- Mejorar la resistencia a la abrasión.
- Mejorar la impermeabilidad y la durabilidad.
- Proporcionar al hormigón una resistencia al fuego, evitando el desprendimiento explosivo del hormigón superficial, aumentando la protección y la seguridad de la estructura en caso de incendios.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

#### 2.2. – Normas EN que implican marcado CE

01.- EN 14889-2. Fibras para hormigón. Parte 2: Fibras poliméricas. Definiciones, especificaciones y conformidad.

#### 2.3.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 14845-1. Métodos de ensayo para fibras para hormigón. Parte 1: Hormigones de referencia.

02.- UNE-EN 14845-2. Métodos de ensayo para fibras para hormigón. Parte 2: Efecto en la resistencia del hormigón.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Se cumplirán las especificaciones recogidas en la Norma EN 14889-2 y en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

- 02.- Las fibras empleadas serán acordes a las funciones para las que se prevea su uso en el Proyecto.
- 03.- Se deberán realizar ensayos previos a su puesta en obra, que garanticen las propiedades del hormigón. Se realizarán de acuerdo con las Normas UNE-EN 14845-1 y UNE-EN 14845-2.
- 04.- Las fibras se pueden incluir tanto en la planta de hormigonado como a la llegada del camión a obra.
- 05.- Su adición será paulatina. Se asegurará un tiempo de mezclado suficiente para repartir la fibra por todo el hormigón (aproximadamente 5 minutos).
- 06.- Si la adición se realiza en obra, el camión no estará cargado más de un 85% de su capacidad.
- 07.- En todos los casos se recomienda realizar una inspección visual con objeto de verificar que la mezcla es homogénea. De no ser así seguir amasando a velocidad máxima de rotación hasta que se consiga una perfecta distribución.
- 08.- Las fibras serán resistentes a los álcalis.
- 09.- Se añadirá la proporción de fibras que indique el Proyecto o la Dirección de Obra.
- 10.- Por las características de superficie específica de las fibras, su uso puede implicar una distinta demanda de agua en la dosificación del hormigón. Se atenderá a las indicaciones del fabricante del producto.
- 11.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN14889-2, para los requisitos siguientes:
- Propiedades de tracción: módulo de elasticidad
  - Efecto sobre la consistencia (trabajabilidad) del hormigón
  - Efecto sobre la resistencia del hormigón
  - Emisión de sustancias peligrosas
  - Durabilidad

#### 4.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

- 01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:
- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
  - Control del suministro mediante inspección visual.
- 02.- Será obligatorio que las fibras poliméricas para hormigón cuenten con marcado CE.
- 03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.
- 04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto y este PCTG.
- 05.- En el Proyecto se podrán especificar controles adicionales que se deberán realizar a la recepción del producto.

06.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

#### 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de las fibras poliméricas para hormigón se realizará según lo indicado para la unidad de obra de la que formen parte estas fibras.

## ARTÍCULO 26.74.- POLÍMEROS REFORZADOS CON FIBRAS PARA REFUERZO ESTRUCTURAL

---

### 1.- DEFINICIÓN

01.- Los polímeros reforzados con fibras son materiales compuestos estructurales formados por una fase discontinua (fibras) y una fase continua (matriz).

02.- Los refuerzos mediante fibras se pueden presentar de las siguientes formas:

- Refuerzos en forma de tejidos:
  - Unidireccionales
  - Pluridireccionales
    - Biaxiales
    - Cuadriaxiales
- Laminados planos de fibras unidireccionales formados por pultrusión.
- Barras preformadas de fibras unidireccionales formadas por pultrusión.

03.- Los principales materiales empleados como fibras son los siguientes:

- Fibras de carbono. Se caracterizan por un módulo elástico alto.
- Fibras de vidrio. Con un módulo elástico más bajo, que las hace indicadas para refuerzo de elementos de menor módulo elástico (como estructuras de fábrica o madera).
- Fibras de aramida. Adecuadas para absorber la energía de impactos.

### 2.- CONDICIONES GENERALES

01.- El polímero reforzado con fibras se empleará conjuntamente con morteros, resinas y adhesivos específicamente fabricados para ser empleadas en el tipo de refuerzo estructural que se vaya a realizar.

02.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos. Al menos, se deberá indicar:

- Tipo de fibra
- Forma del refuerzo
- Dimensiones del refuerzo
- Módulo elástico

### 3.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Se emplearán preferentemente sistemas de refuerzo con polímeros reforzados con fibras que cuenten con Documento de Idoneidad Técnica (DIT).

03.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que lo acompañan permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto y este PCTG.

04.- En el Proyecto se podrán especificar controles adicionales que se deberán realizar a la recepción del producto.

05.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

#### 4.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono del material se realizará según lo indicado para la unidad de obra de la que forme parte.

## CAPÍTULO 27.- PINTURAS

### ARTÍCULO 27.00.- GENERALIDADES

#### 1.- DEFINICIONES

01.- Recubrimiento: Película continua formada por una aplicación sencilla o múltiple de un *material de recubrimiento* en un sustrato.

02.- Material de recubrimiento: producto, en forma de líquido, pasta o polvo, que una vez aplicado en un sustrato, forma una película que posee propiedades protectoras, decorativas o de carácter específico.

03.- Cuando el recubrimiento resultante es transparente se le llama barniz; si se obtiene una película opaca se denomina pintura.

#### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

##### 2.1.- Pliegos de Condiciones básicos de referencia

01.- Pliego de Prescripciones Técnicas para obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3).

##### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- UNE EN ISO 4618. Pinturas y barnices. Términos y definiciones.

02.- UNE EN ISO 15528. Pinturas, barnices y materias primas para pinturas y barnices. Toma de muestras.

03.- UNE-EN 23270. Pinturas, barnices y sus materias primas. Temperaturas y humedades para acondicionamiento y ensayo.

04.- UNE-EN-ISO 1513. Pinturas y barnices. Examen y preparación de las muestras para ensayo.

#### 3.- MATERIAS PRIMAS

01.- Las materias primas para la fabricación de pinturas son las siguientes: pigmentos, ligantes, disolventes y aditivos.

02.- Recibe el nombre de pigmento aquella sustancia, generalmente en forma de finas partículas, prácticamente insoluble en el vehículo, utilizada por sus propiedades ópticas, protectoras y decorativas.

03.- Recibe el nombre de ligante, la parte no volátil del vehículo, que forma la película.

04.- Recibe el nombre de disolvente un líquido simple, o mezcla de líquidos, volátil en las condiciones de secado especificadas ya capaz de disolver completamente al ligante. La combinación de ligante y disolvente constituye el vehículo de una pintura. Cuando se añade a un material de recubrimiento para influir en sus propiedades, principalmente en su viscosidad, se denomina diluyente.



05.- Finalmente, recibe el nombre de aditivo la sustancia añadida en pequeñas cantidades a un material de recubrimiento para mejorar o modificar una o más propiedades. Se distinguen, entre otros, los acelerantes, secantes, inhibidores de formación de pieles, fungicidas, agentes humectantes, plastificantes y emulsionantes.

#### 4.- CARACTERÍSTICAS Y MÉTODOS DE ENSAYO DE LOS PIGMENTOS

01.- Las principales características de los pigmentos son las siguientes:

- Color básico; pone de manifiesto el color de los pigmentos cuando se dispersan solos en un vehículo.
- Color secundario; atañe a los tonos que se obtienen cuando se mezclan con otros pigmentos en grandes cantidades.
- Intensidad; se refiere al poder colorante cuando se mezclan con otros pigmentos de tono secundario muy diferente.
- Poder cubriente; se refiere a la capacidad de un pigmento para cubrir los substratos cuando se incorpora a un medio adecuado y se extiende sobre la superficie en una película de grosor uniforme.

02.- Los principales métodos de ensayo de los pigmentos se indican en el CUADRO 27.00.1.

CUADRO 27.00.1

Características	Método de ensayo
Pinturas, barnices y materias primas para pinturas y barnices, toma de muestras	UNE EN ISO 15528
Finura de molienda	UNE EN ISO 8781-2
Pigmentos de dióxido de titanio	UNE EN ISO 591-1
Contenido en pigmentos de pinturas	UNE EN ISO 14680

#### 5.- CARACTERÍSTICAS Y MÉTODOS DE ENSAYO DE LOS LIGANTES

01.- Las principales características de los ligantes son las siguientes:

- Color.
- Viscosidad con y sin volátiles.
- Solubilidad en volátiles.
- Densidad.

02.- Los principales métodos de ensayo de los ligantes se indican en el CUADRO 27.00.2.

CUADRO 27.00.2

Características	Método de ensayo
Conservación y estabilidad en el envase	UNE 48083
Ensayo cualitativo de la colofonia	UNE 48114
Identificación del ligante	UNE 48236
Determinación de la materia no volátil de pinturas, barnices y ligantes	UNE-EN-ISO 3251

#### 6.- CARACTERÍSTICAS Y MÉTODOS DE ENSAYO DE LOS DISOLVENTES

01.- Los disolventes y diluyentes volátiles utilizados para reducir a la viscosidad adecuada de aplicación los recubrimientos, son el tercer grupo fundamental de componentes de los recubrimientos de superficie. Aunque no permanecen en las películas una vez secas, son necesarios para el proceso de aplicación de las mismas.

02.- Las propiedades generales que deben tenerse en cuenta en la selección de los tipos específicos y de sus calidades para determinadas aplicaciones son:

- Color.
- Olor.
- Toxicidad.
- Punto de inflamación.
- Velocidad de evaporación.
- Poder de dilución.
- Efectos sobre la viscosidad del vehículo.

03.- Los principales métodos de ensayo de los disolventes se indican en el CUADRO 27.00.3.

CUADRO 27.00.3

Características	Método de ensayo
Ensayo para determinar el punto de inflamación en vaso cerrado	UNE 48061
Agua en disolventes y diluyentes	UNE 48085

## 7.- CARACTERÍSTICAS Y MÉTODOS DE ENSAYO DE LAS PINTURAS LIQUIDAS

01.- El fabricante deberá garantizar las características de la pintura líquida que se indican, junto con sus métodos de ensayo, en el CUADRO 27.00.4.

CUADRO 27.00.4

Características	Método de ensayo
Poder cubriente y relación de contraste	UNE 48035
Punto de inflamación	UNE 48061
Aplicación de pinturas y barnices	UNE EN ISO 28199
Consistencia krebs-stormer	UNE 48076
Conservación y estabilidad en el envase	UNE 48083
Tiempo de secado	UNE 48301
Materia fija en volumen	UNE EN ISO 3233
Estabilidad a la dilución	UNE 48097
Densidad	UNE EN ISO 2811
Finura de molienda	UNE EN ISO 1524
Contenido en pigmento	UNE EN ISO 14680
Contenido en vehículo no volátil	UNE 48238
Viscosidad aparente	UNE EN ISO 2555
Tiempo de secado "no pick-up"	UNE 135202
Materia no volátil en peso	UNE-EN-ISO 3251
Determinación del contenido en Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)	UNE-EN ISO 11890

02.- Se tendrán en cuenta la Norma UNE-EN ISO 15528 para la toma de muestras de pinturas y la Norma UNE-EN-ISO 1513 para la preparación de las muestras para ensayo.

## 8.- CARACTERÍSTICAS Y MÉTODOS DE ENSAYO DE LAS PELÍCULAS SECAS DE PINTURA

01.- En la toma de muestras de pinturas se tendrá en cuenta la Norma UNE-EN ISO 15528; la preparación de muestras para ensayos se hará según la Norma UNE-EN-ISO 1513.

02.- Las características de la película seca de pintura que serán objeto de garantía por parte del fabricante figuran en el CUADRO 27.00.5.

CUADRO 27.00.5

Características	Método de ensayo
Dureza	UNE-EN ISO 1522
Brillo especular	UNE-EN ISO 2813
Espesor	UNE-EN ISO 2808
Color. Medida del color	UNE-EN ISO 11664
Color. Diferencias de color	UNE-EN ISO 11664
Poder cubriente	UNE-EN ISO 6504
Color. Colores normalizados	UNE 48103
Resistencia al rayado	UNE-EN ISO 1518
Resistencia al envejecimiento artificial acelerado. Ciclos alternos de luz ultravioleta y condensación	UNE-EN ISO 16474
Compatibilidad de un producto con una superficie a pintar	UNE 48256
Resistencia a la niebla salina	UNE-EN ISO 9227
Dureza. Método del lápiz	UNE-EN ISO 15184
Resistencia al frote	UNE-EN ISO 11998
Resistencia al sangrado	UNE 135201
Poder cubriente	UNE 135213
Estabilidad al calor	UNE 135221
Punto de reblandecimiento	UNE 135222
Resistencia al flujo	UNE 135223
Adherencia. Método de tracción	UNE-EN ISO 4624
Flexibilidad. Ensayo de plegado	UNE-EN-ISO 1519
Flexibilidad. Ensayo de embutición	UNE-EN-ISO 1520
Adherencia. Corte por enrejado	UNE-EN-ISO 2409
Resistencia a líquidos	UNE-EN-ISO 2812-1
Resistencia a la inmersión en agua	UNE-EN-ISO 2812-2
Flexibilidad. Ensayo de impacto	UNE-EN-ISO 6272
Resistencia a la humedad	UNE-EN ISO 6270

## 9.- SUSTRATOS Y PREPARACIÓN SUPERFICIAL

01.- Las principales características de los sustratos y de su preparación superficial, son las siguientes:

- Tipo
- Probetas normalizadas para ensayo
- Rugosidad superficial
- Método de preparación de superficies

02.- Las características de los sustratos y de su preparación superficial que se han de tener en cuenta figuran en el CUADRO 27.00.6

CUADRO 27.00.6

Características	Método de ensayo
Rugosidad superficial. Determinación	UNE 82301
Rugosidad superficial. Terminología	UNE 82315-1
Probetas normalizadas	UNE-EN ISO 1514
Perfil de superficie	UNE-EN-ISO 8503-2
Grado de chorreado	UNE-EN ISO 8501-1

## 10.- CONDICIONES GENERALES

01.- El PCTP indicará, en cada caso, el tipo de pintura, limitaciones de composición, clase de vehículo y características del pigmento a aplicar sobre las superficies de madera, hormigón, materiales cerámicos, materiales pétreos y materiales metálicos que hayan de ser pintados, siguiendo como guía los usos recomendados indicados en el CUADRO 27.00.7. La Dirección de Obra, si ello fuera necesario, entregará al Contratista una muestra que defina el color y tono deseado o definirá un color de la Norma UNE 48103.

02.- Para todos los casos de aplicación, la pintura en envase lleno y recientemente abierto será fácilmente homogeneizable por agitación con una espátula apropiada y después de agitada no presentará coágulos, pieles o depósitos duros ni se observará flotación de pigmentos.

03.- Las pinturas deberán ser fácilmente aplicables mediante el conveniente procedimiento y preparación poseyendo buenas propiedades de nivelación y sin tendencia a descolgarse.

04.- Para todos los casos de aplicación, la película seca de pintura presentará un aspecto uniforme, con marcas de brocha poco acentuadas, si ha sido aplicada por este procedimiento, y estará exenta de granos y otras imperfecciones superficiales.

05.- En el PPTP se indicarán en cada caso concreto el número de capas de cada clase que deben aplicarse (imprimación, intermedia y acabado según proceda).

CUADRO 27.00.7

ART.	PINTURAS	SUSTRATOS											
		Acero	Acero galvan.	Hierro	Met. no férreos	Hormigón	Cemento	Yeso	Mortero	Cerámico	Revoco de cal	Piedra	Madera
27.11	Imprimación epoxi	X	X	X	X								
27.12	Pintura de imprimación sintética	X		X									
27.13	Epoxi Brea	X		X									
27.14	Epoxi rica zinc	X		X									
27.15	Epoxi aluminio	X	X	X									
27.21	Martelé	X		X									
27.22	Clorocaucho	X		X		X	X						
27.23	Epoxi brillante	X		X		X							X
27.24	Esmalte sintético	X		X									X
27.25	Poliuretano alif.	X	X	X		X	X						
27.31	Pintura al temple						X	X		X			
27.32	Pintura plástica						X	X		X			
27.33	Pintura a la cal						X			X			
27.34	Pint al cemento								X	X			
27.35	Pint al silicato						X		X	X	X	X	
27.36	Barnices						X			X			X
27.41	Hidrofugantes					X			X			X	
27.42	Impermeabilizante					X			X			X	
27.43	Pintura anticarbonatación					X							
27.44	Pintura ablativa												
27.51	Pintura monocapa sintética	X		X									
27.52	Pintura monocapa de poliuretano	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
27.61	Señal. vertical		X										

ART.	PINTURAS	SUSTRATOS										
		Acero	Acero galvan.	Hierro	Met. no férreos	Hormigón	Cemento	Yeso	Mortero	Cerámico	Revoco de cal	Piedra
27.62	Señal. horizontal	Pavimentos de Señalización horizontal										

Nota: La pintura a aplicar en los soportes de luminarias de alumbrado exterior, está descrito en el Artículo 43.46.- Pintado de báculos, columnas, candelabros, palomillas, brazos murales y crucetas rectas.

## Sección 1.<sup>a</sup>

### PINTURAS ANTICORROSIVAS DE MATERIALES FÉRREOS

---

#### ARTÍCULO 27.11.- IMPRIMACIÓN EPOXI ANTICORROSIVA, LIBRE DE PLOMO Y CROMATOS

---

##### 1.- DEFINICIONES

01.- Se definen como imprimaciones epoxi anticorrosivas libres de plomo y cromatos, adecuadas para la protección de estructuras metálicas, las que cumplen las condiciones exigidas en el presente Artículo.

Se contemplan dos tipos.

02.- TIPO 1. Estas pinturas son aptas para su aplicación en superficies de acero al carbono, preparadas mediante chorreado abrasivo, hasta un grado de preparación Sa 2 o Sa 2½ de la Norma ISO 8501-1, según los casos.

03.- TIPO 2. Podrán utilizarse también sobre acero galvanizado y aluminio y sus aleaciones, previa una adecuada limpieza y/o pretratamiento de las superficies.

##### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

###### 2.1.- Normas básicas de referencia

01.- Norma UNE 48271. Pinturas y barnices. Imprimación epoxi anticorrosiva, libre de plomo y cromatos.

###### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- Véase el Apartado 2.2 del Artículo 27.00.

##### 3.- COMPOSICIÓN

###### 3.1.- Generalidades

01.- La imprimación anticorrosiva epoxi, libre de plomo y cromatos, estará constituida por dos componentes, envasados por separado.

02.- El pigmento estará constituido por inhibidores de corrosión, pigmentos de tinte y extendedores inertes pudiendo estar contenido en cualquiera de los dos componentes o en ambos. Quedan excluidos los compuestos de plomo y los cromatos.

###### 3.2.- Composición del componente base

01.- El componente base estará constituido por una resina epoxi, pigmentada o no, así como por los disolventes volátiles y los aditivos necesarios.

02.- El vehículo fijo estará constituido, fundamentalmente por resinas epoxídicas.

03.- A efectos de identificación, se obtendrá un espectro infrarrojo del vehículo fijo extraído, según la Norma UNE 48236.

04.- La materia volátil debe estar constituida por una mezcla de disolventes admitidos por la legislación vigente.

05.- La conservación en el envase se comprobará en base a la Norma UNE 48083.

06.- Después de un mínimo de 14 días en reposo en su envase original, el componente base debe ser fácilmente homogeneizable por agitación manual. No debe presentar coágulos, pieles ni depósitos duros o no redispersables.

07.- La vida de almacenamiento, en envase sin abrir, a una temperatura entre cinco grados centígrados y treinta y cinco grados centígrados (5°C-35°C), no será inferior a doce (12) meses, conservándose al cabo de ese plazo todas sus propiedades.

### 3.3.- Composición del componente endurecedor

01.- El componente endurecedor estará constituido por poliamidas, poliaminas o productos de las mismas con resinas epoxi, pigmentadas o no, así como por los disolventes volátiles y los aditivos necesarios.

02.- A efectos de identificación, se obtendrá un espectro infrarrojo del vehículo fijo extraído, según la Norma UNE 48236.

03.- La materia volátil debe estar constituido por una mezcla de disolventes admitidos por la legislación vigente.

04.- La conservación en el envase se comprobará en base a la Norma UNE 48083.

05.- Después de un mínimo de 14 días en reposo en su envase original, el componente endurecedor debe ser fácilmente homogeneizable por agitación manual. No debe presentar coágulos, pieles ni depósitos duros o no redispersables.

06.- La vida de almacenamiento, en envase sin abrir, a una temperatura entre cinco grados centígrados y treinta y cinco grados centígrados (5°C-35°C), no será inferior a doce (12) meses, conservándose al cabo de ese plazo todas sus propiedades.

## 4.- CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA DE PINTURA LÍQUIDA

### 4.1.- Generalidades

01.- La proporción de mezcla queda a libre elección del fabricante, pero deberá definirse en partes enteras en volumen y determinar su equivalencia en peso.

02.- Una vez perfectamente homogeneizados los dos componentes, base y endurecedor, por separado, podrán mezclarse por agitación manual, resultando una pintura homogénea, sin coágulos ni grumos.

03.- Las pinturas incluidas en el presente Artículo presentarán las características que se indican a continuación.

### 4.2.- Viscosidad



01.- La viscosidad de la mezcla de los dos componentes, determinada antes de los quince (15) minutos de realizada la misma, estará comprendida entre 75 U.K. y 85 U.K. a veinticinco grados centígrados más menos dos décimas ( $25^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ) cuando se determine conforme a la Norma UNE 48076.

#### 4.3.- Densidad

01.- La densidad a veintitrés grados centígrados más menos dos grados centígrados ( $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) se determinará a efectos de identificación conforme a la Norma UNE-EN ISO 2811-1.

#### 4.4.- Materia no volátil en peso

01.- La materia no volátil en peso se determinará, solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE-EN-ISO 3251.

#### 4.5.- Materia no volátil en volumen

01.- El contenido de materia no volátil en volumen de la pintura será, como mínimo, del 50%, determinado de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 3233-1.

#### 4.6.- Vida útil de la mezcla

01.- La viscosidad de un litro de mezcla de los dos componentes, no aumentará en más de 15 U.K., al cabo de cuatro (4) horas de realizada la mezcla, mantenida en envase cerrado, situado en un local con una temperatura ambiente de veintitrés más menos dos grados centígrados ( $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ).

#### 4.7.- Tiempos de secado

01.- Los tiempos de secado se determinarán conforme a la Norma UNE 48301.

02.- Seco al tacto: Será como máximo de noventa (90) minutos.

03.- Seco total: Será como máximo de siete (7) horas.

04.- Intervalo mínimo para repintar: Podrá recubrirse consigo misma o con pinturas epoxi o poliuretano, entre las dieciocho (18) horas y los treinta (30) días, excepto para casos de inmersión, en los cuales el repintado deberá realizarse antes de las treinta y seis (36) horas.

#### 4.8.- Condiciones ambientales de aplicación

01.- La pintura permitirá su aplicación y curado a temperatura ambiental entre doce grados centígrados ( $12^{\circ}\text{C}$ ) y treinta y cinco grados centígrados ( $35^{\circ}\text{C}$ ) y humedad relativa inferior al ochenta y cinco por ciento (85 %).

### 5.- CARACTERÍSTICAS DE LA PELÍCULA SECA

#### 5.1.- Aspecto

01.- La imprimación, aplicada por cualquiera de los métodos indicados en el Apartado 6, formará una película lisa y homogénea, sin ampollas, cráteres ni otros defectos de superficie. Si se aplica como en el Apartado 6.1, se tolerarán ligeras marcas de brocha.

#### 5.2.- Resistencia a la niebla salina

01.- Preparar tres (3) probetas, según los Apartados 7.1. y 7.2. Secar al aire durante catorce (14) días. Proteger los bordes y el reverso. Hacer una incisión en forma de aspa, hasta llegar al metal base y someterlas al ensayo de niebla salina conforme a la Norma UNE-EN ISO 9227, debiendo superar el período de quinientas (500) horas, sin presentar levantamientos, ampollas ni signos de corrosión más allá de dos milímetros (2 mm) en dirección perpendicular al corte. En caso de fallo de una sola probeta, se repetirá el ensayo.

### 5.3.- Ensayo de adherencia a tracción

01.- Solo para imprimaciones TIPO 1. Preparar tres (3) probetas, según los Apartados 7.1. y 7.2., pero de 6 mm de grueso. Dejar secar al aire durante catorce (14) días. Sobre cada una de las probetas se pegarán dos sufrideras. Se realiza el ensayo de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 4624. Sometidas a tracción con el dinamómetro que se emplee, la media aritmética de los resultados no será inferior a tres megapascales (3 MPa).

### 5.4.- Resistencia a los disolventes

01.- Preparar (3) tres probetas, según los Apartados 7.1. y 7.2. Dejar secar al aire durante catorce (14) días. El ensayo debe efectuarse de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 2812-1, por inmersión durante dos (2) horas, a  $(23\pm 2)^\circ\text{C}$ , en una mezcla con el 60% de xileno y el 40% de metoxi-propanol. No deben producirse levantamientos, ampollas, arrugas ni otros defectos superficiales, haciendo la observación después de un periodo de recuperación de diez (10) minutos. En el caso de fallo de una sola probeta, debe repetirse el ensayo.

## 6.- MÉTODOS DE APLICACIÓN

### 6.1.- Aplicación a brocha

01.- La imprimación anticorrosiva epoxi, libre de plomo y cromatos, podrá aplicarse a brocha, con facilidad, sin descuelgues, ni goteo en una superficie vertical, con un espesor de película húmeda tal que se consiga un espesor de sesenta micrómetros ( $60\ \mu\text{m}$ ) más menos cinco micrómetros ( $\pm 5\ \mu\text{m}$ ) de película seca.

### 6.2.- Aplicación por pulverización aerográfica

01.- La pintura diluida, siguiendo las instrucciones facilitadas por el fabricante, se aplicará satisfactoriamente por pulverización, con el rendimiento apropiado para conseguir espesores de película seca de sesenta micrómetros ( $60\ \mu\text{m}$ ) más menos cinco micrómetros ( $\pm 5\ \mu\text{m}$ ), sobre una probeta, preparada según el Apartado 7, mantenida en posición vertical, sin mostrar tendencia a descolgarse ni cualquier otro defecto.

### 6.3.- Aplicación con equipo de proyección sin aire

01.- La imprimación anticorrosiva epoxi, libre de plomo y cromatos, diluida si fuese necesario, siguiendo las instrucciones del fabricante, podrá aplicarse con equipo de proyección sin aire, con el rendimiento apropiado para conseguir un espesor de sesenta micrómetros ( $60\ \mu\text{m}$ ) más menos cinco micrómetros ( $\pm 5\ \mu\text{m}$ ), sobre una probeta preparada según el Apartado 7 mantenida en posición vertical, sin mostrar tendencia a descolgarse ni cualquier otro defecto.

## 7.- PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS PARA ENSAYO

### 7.1.- Preparación de probetas

01.- Para imprimaciones TIPO 1. Se utilizarán probetas de ensayo de acero al carbono de cien milímetros por doscientos milímetros por tres milímetros (100 mm x 200 mm x 3 mm). Las probetas deberán chorrearse hasta el grado Sa 2½ de la Norma ISO 8501-1. Se obtendrá una rugosidad, Rz, de (25±10) µm, según la Norma UNE-EN ISO 4287. Este estado superficial es equivalente al sector 1 ("fino") de las muestras ISO de comparación táctil-visual de la Norma UNE-EN ISO 8503-1. Las condiciones de secado y de realización de los ensayos serán veintitrés grados centígrados más menos dos grados centígrados y cincuenta más menos cinco por ciento (23°C ± 2°C y (50 ± 5)% de H.R.

## 7.2.- Aplicación de la pintura

01.- Para la realización de los ensayos, la pintura se aplicará con un espesor de película seca de sesenta micrómetros (60 µm) más menos cinco micrómetros (± 5µm).

## 8.- ENVASADO

01.- Los envases vendrán perfectamente identificados, no solo en relación a las precauciones de seguridad, sino en cuanto a la composición, proporción de mezcla, número de lote, fecha de fabricación y caducidad, condiciones de almacenamiento, etc. En general, cumplirán la legislación vigente y las Normas UNE aplicables.

## 9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de las pinturas de imprimaciones epoxi anticorrosivas, libre de plomo y cromatos, para imprimación anticorrosiva de materiales férreos, se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## **ARTÍCULO 27.12.- PINTURAS DE IMPRIMACIÓN SINTÉTICA CON FOSFATO DE ZINC COMO ANTICORROSIVO**

---

### **1.- DEFINICIONES**

01.- Reciben el nombre de pinturas de imprimación sintética con fosfato de zinc como anticorrosivo, aquellas pinturas de un solo componente que se aplican sobre el sustrato, adecuadamente preparado, con el doble fin de anclar el sistema de pintado al mismo y proteger al sustrato de la corrosión.

02.- Hay algunas imprimaciones que no disponen de fosfato de zinc como anticorrosivo, confiando la protección frente a la corrosión al efecto barrera de la pintura, perdiendo estas imprimaciones efectividad de manera importante frente a la corrosión.

03.- La resina más habitual de estas imprimaciones, solo a modo enunciativo y no limitativo son resinas alquídicas cortas y medias de aceite.

04.- Las imprimaciones tienen habitualmente un aspecto mate y excelente adherencia sobre múltiples sustratos, pudiendo estar diseñadas de forma específica para adherencia sobre sustratos complicados como puede ser el acero galvanizado, aluminio y otros.

### **2.- NORMATIVA TÉCNICA**

#### **2.1.- Pliegos de condiciones básicos de referencia**

01.- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3).

#### **2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento**

01.- Véase el Apartado 2.2 del Artículo 27.00.

#### **2.3.- Normas técnicas de referencia**

01.- Norma Tecnológica de la Edificación. Revestimientos de paramentos. Especificación RPP-12.

### **3.- CARACTERÍSTICAS GENERALES**

01.- Las imprimaciones sintéticas secan rápidamente, primero por evaporación del disolvente, sufriendo después un proceso de oxidación mediante el oxígeno del aire hasta su secado total en profundidad. Este proceso se retarda en tiempo frío y húmedo.

02.- Las imprimaciones sintéticas son pinturas de aspecto mate habitualmente, con muy buena adherencia sobre múltiples sustratos y una eficaz protección frente a la corrosión.

### **4.- COMPOSICIÓN**

01.- Las imprimaciones sintéticas contendrán mezclas de disolventes permitidos por la legislación vigente y necesariamente contendrá fosfato de zinc como anticorrosivo como mínimo en un 3% en peso.

## 5.- EMPLEO

01.- Generalmente estas pinturas se usan como imprimación de acero o hierro.

02.- En algunos casos, y siempre consultando con el fabricante, pueden usarse sobre otros sustratos como acero galvanizado y sustratos no féreos.

## 6.- CARACTERÍSTICAS DE LA PINTURA LÍQUIDA

### 6.1.- Características cuantitativas

01.- La pintura líquida cumplirá las características cuantitativas que se indican en el CUADRO 27.12.1.

CUADRO 27.12.1

Características	Norma de ensayo	Límites	
		Mínimo	Máximo
Consistencia krebs-stormer Unidades krebs	UNE 48076	70	90
Finura de molienda, en $\mu\text{m}$	UNE EN ISO 8781-2	---	30
Materia no volátil en peso	UNE-EN-ISO 3251	45	60

### 6.2.- Conservación en envase lleno

01.- La imprimación sintética en envase lleno y recientemente abierto será fácilmente homogeneizable, por agitación con una espátula apropiada. Después de agitado no presentará coágulos, pieles ni depósitos duros, ni tampoco se observará flotación de pigmentos, de acuerdo con la Norma UNE 48083.

### 6.3.- Estabilidad en envase lleno

01.- La imprimación no aumentará su consistencia, en más de 10 unidades Krebs, al cabo de 6 meses de permanecer almacenado en envase herméticamente cerrado a temperatura ambiente, así como tampoco se formarán pieles, geles ni depósitos duros. El esmalte será fácilmente homogeneizable por agitación con una espátula apropiada.

02.- Esta determinación se realizará según la Norma UNE 48083.

### 6.4.- Estabilidad en envase parcialmente lleno

01.- No se formarán pieles al cabo de 48 horas. Transcurridos 30 días no se formarán geles ni depósitos duros, y la piel superficial que pudiera formarse será continua y fácil de eliminar sin romperse. El esmalte será fácilmente homogeneizable, por agitación con una espátula apropiada.

02.- Esta determinación se realizará según la Norma UNE 48083.

### 6.5.- Tiempo de secado

01.- Los tiempos de secado a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $(50 \pm 5)\%$  de humedad relativa, se determinarán conforme a la Norma UNE 48301.

02.- Seco al tacto: será como máximo de 45 minutos.

03.- Seco duro: será como máximo de 6 horas.

04.- Seco total: será como máximo de 7 días.

05.- Intervalo mínimo para repintar: Podrá repintarse consigo misma o con acabados de forma prolongada.

## 7.- MÉTODOS DE APLICACIÓN

### 7.1.- Aplicación a brocha

01.- La imprimación sintética se aplicará a brocha sin dificultad, poseerá buenas propiedades de nivelación de la superficie y no tendrá tendencia a descolgarse cuando se aplique sobre una superficie vertical de acero, con un rendimiento de 10 m<sup>2</sup>/l, de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 28199.

### 7.2.- Aplicación por pulverización

01.- Después de diluido La imprimación sintética con el disolvente recomendado por el fabricante, se podrá pulverizar satisfactoriamente con pistola, sin que presente tendencia a descolgarse ni cualquier otro defecto.

02.- Esta determinación se realizará según la Norma UNE-EN ISO 28199.

## 8.- CARACTERÍSTICAS DE LA PELÍCULA SECA

### 8.1.- Aspecto

01.- La película seca de imprimación presentará un aspecto uniforme, brillante, exento de granos y de cualquier otra imperfección superficial.

### 8.2.- Flexibilidad. Ensayo de plegado

01.- No se producirá agrietamiento, ni despegue de la película, al doblar la probeta ensayada sobre un mandril de 4 mm de diámetro, de acuerdo con la Norma UNE-EN-ISO 1519.

### 8.3.- Adherencia

01.- Los bordes de las incisiones estarán bien definidos, no formando dientes de sierra. La clasificación será igual o inferior a 1, según la Norma UNE-EN-ISO 2409.

### 8.4.- Resistencia a la niebla salina

01.- La imprimación debe acreditar el ensayo de niebla salina conforme a la Norma UNE-EN ISO 9227, debiendo superar el período de ciento veinte (120) horas, sin presentar levantamientos, ampollas ni signos de corrosión más allá de dos milímetros (2 mm) en dirección perpendicular al corte.

## 9.- IDENTIFICACIÓN DE LOS ENVASES

01.- Los envases vendrán perfectamente identificados no solo en relación a las precauciones de seguridad, sino en cuanto a la composición, proporción de mezcla, número de lote, fecha de fabricación y caducidad, condiciones de almacenamiento, etc. En general, cumplirán la legislación vigente y las Normas UNE aplicables.

## 10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de los esmaltes sintéticos brillantes se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## ARTÍCULO 27.13.- PINTURAS DE ALQUITRÁN-EPOXI

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se definen como pinturas de alquitrán-epoxi las formadas por dos componentes, alquitrán y resinas epoxídicas, que presentan una protección duradera y eficaz para superficies metálicas que han de estar expuestas a ambientes corrosivos.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos de condiciones básicos de referencia

01.- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3).

#### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- Véase el Apartado 2.2 del Artículo 27.00.

02.- Norma INTA 16 44 07. Pintura negra alquitrán epoxi.

### 3.- COMPOSICIÓN

01.- La pintura estará constituida por un sistema de dos componentes, base y catalizador, envasados separadamente.

02.- El componente base, constituido por alquitrán de hulla, resina epoxi, relleno mineral y disolvente, deberá cumplir las exigencias de este Artículo.

03.- El componente catalizador estará constituido por una solución de poliamina, poliamida o por un sistema en concordancia con la formulación establecida para el componente base.

### 4.- CARACTERÍSTICAS DEL COMPONENTE BASE

#### 4.1.- Conservación en el envase

01.- El producto en el envase lleno recientemente abierto no presentará coágulos, pellejos ni depósitos duros, de acuerdo con la Norma UNE 48083.

#### 4.2.- Estabilidad

01.- Después de seis (6) meses de almacenamiento a una temperatura comprendida entre los quince y los veinte grados centígrados (15°C - 20°C) el producto no presentará coágulos ni geles, de acuerdo con la Norma UNE 48083.

#### 4.3.- Temperatura de inflamación

01.- La temperatura de inflamación mínima, de acuerdo con la Norma UNE 48061, será de treinta grados centígrados (30°C).



#### 4.4.- Materia fija

01.- A ciento cinco grados centígrados (105°C) el contenido de materia fija será como mínimo, del ochenta y seis por ciento (86%), de acuerdo con la Norma UNE-EN-ISO 3251.

#### 4.5.- Relación resina epoxi-alquitrán de hulla

01.- La relación resina epoxi: alquitrán de hulla, será de cuarenta a sesenta (40:60).

### 5.- CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA DE PINTURA LÍQUIDA

#### 5.1.- Facilidad de mezclado

01.- Los componentes base y catalizador se mezclarán en las proporciones indicadas por el fabricante sin presentar ningún tipo de incompatibilidad.

#### 5.2.- Estabilidad

01.- La mezcla no tendrá tendencia a gelificarse ni a aumentar su consistencia en un período de tiempo inferior a cuatro horas (4 h) desde su preparación. Asimismo, no presentará ningún tipo de incompatibilidad cuando cien gramos (100 g) de la misma sean diluidos con diez mililitros (10 ml) de una mezcla en partes iguales de xileno y secbutanol, de acuerdo con la Norma UNE 48083.

#### 5.3.- Propiedades de aplicación a brocha

01.- La pintura no mostrará tendencia a descolgarse al ser aplicada sobre una superficie vertical de acero con un rendimiento de cuatro a cinco metros cuadrados por kilogramo (4-5 m<sup>2</sup>/kg), de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 28199.

#### 5.4.- Propiedad de repintado

01.- La aplicación de una segunda capa de pintura después de veinticuatro (24) horas, a veinte más menos dos y medio grados centígrados (20°C ± 2,5°C) y sesenta más menos cinco por ciento (60% ± 5%) de humedad relativa, de aplicada la primera, no producirá reblandecimiento ni cualquier otra alteración de la misma.

#### 5.5.- Tiempo de secado

01.- El tiempo máximo de secado, para repintar, será de 18 horas, de acuerdo con la Norma UNE 48301.

### 6.- CARACTERÍSTICAS DE LA PELÍCULA SECA

#### 6.1.- Aspecto

01.- La pintura aplicada como se indica en el punto 5, formará una película seca, uniforme de color, sin imperfecciones de superficie. Solo se admitirá una ligera marca de la brocha.

#### 6.2.- Brillo

01.- Según la Norma UNE-EN ISO 2813, será como mínimo del cuarenta por ciento (40%), medido a sesenta grados (60°).

### 6.3.- Flexibilidad

01.- Ensayo de plegado: En una probeta preparada como se indica a continuación, la película no presentará grietas ni se desprenderá de su soporte metálico al realizar el ensayo con mandril de seis milímetros (6 mm). Esta probeta será de acero de cien por cincuenta por un milímetro (100 mm x 50 mm x 1 mm), con su superficie desengrasada y lijada. Después se aplicarán tres (3) capas de la pintura de ensayo, con veinticuatro (24) horas de intervalo, dejando secar a veintitrés más menos dos grados centígrados ( $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) y cincuenta más menos cinco por ciento ( $50\% \pm 5\%$ ) de humedad relativa, de forma que el espesor total del recubrimiento sea de 300 micras, como mínimo, y dejar transcurrir 10 días antes de realizar el ensayo, de acuerdo con la Norma UNE-EN-ISO 1519.

02.- Ensayo de embutición. En una probeta de al menos 70 mm de longitud y anchura y espesor entre tres décimas de milímetro (0,3 mm) y un milímetro con veinticinco décimas (1,25 mm), se aplicará la pintura de ensayo según el procedimiento anterior. No se presentará cuarteamiento ni se desprenderá de su soporte metálico al realizar el ensayo con seis milímetros (6 mm) de profundidad, de acuerdo con la Norma UNE-EN-ISO 1520.

### 6.4.- Espesor de la película seca

01.- El espesor de la película preparada, sobre una probeta de acero de ciento cincuenta por setenta y cinco milímetros (150 mm x 75 mm), con su superficie desengrasada y lijada, aplicando una capa de la pintura de ensayo con un rendimiento de cuatro a cinco metros cuadrados por kilogramo (4-5 m<sup>2</sup>/kg) y dejando secar a veintitrés más menos dos grados centígrados ( $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) de temperatura y cincuenta más menos cinco por ciento ( $50 \pm 5\%$ ) de humedad relativa, durante veinticuatro (24) horas, será como mínimo de cien micras (100  $\mu$ ), realizando la medición de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 2808

### 6.5.- Resistencia al calor

01.- La película no mostrará tendencia a descolgarse ni reblandecerse después de veinticuatro (24) horas en estufa a doscientos más menos cinco por ciento ( $200^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ), mantenida en posición vertical durante el ensayo y aplicada sobre una probeta de acero de ciento cincuenta por setenta y cinco por un milímetro (150 mm x 75 mm x 1 mm), con su superficie desengrasada y lijada, preparada aplicando tres (3) capas de la pintura de ensayo, con veinticuatro (24) horas de intervalo, dejando secar a veintitrés más menos dos grados centígrados ( $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) y cincuenta más menos cinco por ciento ( $50 \pm 5\%$ ) de humedad relativa, de forma que el espesor total de recubrimiento sea de trescientas micras (300  $\mu$ ), como mínimo, y dejando transcurrir diez (10) días antes de realizar el ensayo.

### 6.6.- Resistencia a la inmersión

01.- En una probeta preparada como se indicó en el Apartado 6.5, en la que los bordes han sido protegidos por inmersión en parafina fundida, la película no presentará ampollas ni cualquier otro defecto en la superficie, admitiéndose solamente un ligero cambio de color después de siete (7) días de inmersión en los siguientes reactivos:

- Agua destilada.
- Solución acuosa de cloruro sódico al tres y medio por ciento (3,5%).
- Ácido sulfúrico al diez por ciento (10%).
- Ácido clorhídrico al diez por ciento (10%).
- Hidróxido sódico al veinte por ciento (20%).

02.- En una probeta preparada como se indicó en el Apartado 6.5 se producirá solamente un ligero ataque superficial de la película y un moderado reblandecimiento después de una hora de inmersión en metilisobutilcetona.

03.- En una probeta preparada como se indicó en el Apartado 6.5 se producirá solamente un ligero ataque superficial en la película y un moderado reblandecimiento, después de siete (7) días de inmersión, en una mezcla de treinta por ciento (30%) isooctano y setenta por ciento (70%) de tolueno.

04.- Estas determinaciones se realizarán de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 2812-1.

#### **6.7.- Resistencia a la humedad en condiciones de condensación**

01.- En dos probetas preparadas como se indicó en el Apartado 6.5, la película no presentará ampollas ni cualquier otra alteración de la superficie, después de doscientas cincuenta (250) horas de exposición, de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 6270.

#### **6.8.- Resistencia al anhídrido sulfuroso**

01.- En dos (2) probetas preparadas como se indicó en el Apartado 6.5 y en la que los bordes han sido protegidos por inmersión en parafina fundida, la película no presentará más alteración que un ataque superficial y un eventual cambio de color, sin que el soporte metálico presente signos de corrosión, cuando es sometida a cinco (5) ciclos en "condiciones de intensa corrosión", de acuerdo con la Norma INTA 16 06 09.

#### **6.9.- Resistencia a la niebla salina**

01.- En dos (2) probetas preparadas como se indicó en el Apartado 6.5 y cuyos bordes han sido protegidos por inmersión en parafina fundida, la película no presentará ampollas, ni la corrosión se extenderá a más de dos milímetros (2 mm) de las líneas marcadas en forma de aspa con un punzón afilado, de forma que quede al descubierto la superficie del soporte metálico después de doscientas cincuenta (250) horas, de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 9227.

#### **6.10.- Resistencia al envejecimiento artificial acelerado. Ciclos alternos de luz ultravioleta y condensación**

01.- En dos (2) probetas preparadas como se indicó en el Apartado 6.5 la película no presentará más alteración que un ligero ataque superficial y un eventual cambio de color, después de quinientas (500) horas de ensayo, de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 16474.

### **7.- ENVASADO**

01.- Los envases vendrán perfectamente identificados, no solo en relación a las precauciones de seguridad, sino en cuanto a la composición, proporción de la mezcla, número de lote, fecha de fabricación y caducidad, condiciones de almacenamiento, etc. En general, cumplirán lo legislación vigente y las Normas UNE e INTA aplicables.

### **8.- MEDICIÓN Y ABONO**

01.- La medición y abono de las pinturas de alquitrán-epoxi se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## ARTÍCULO 27.14.- IMPRIMACIÓN EPOXI RICA EN ZINC

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se definen como imprimaciones epoxi ricas en zinc, adecuadas para la protección del acero estructural, las que cumplen las condiciones exigidas en el presente Artículo.

02.- Estas imprimaciones se utilizan para superficies de acero al carbono, preparadas mediante chorreado abrasivo hasta un grado mínimo Sa 2<sup>1/2</sup>, conforme a la Norma ISO 8501.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas básicas de referencia

01.- Norma UNE 48277. Pinturas y barnices. Imprimación epoxi rica en zinc.

#### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- Véase el Apartado 2.2 del Artículo 27.00.

### 3.- COMPOSICIÓN

#### 3.1.- Generalidades

01.- La imprimación anticorrosiva epoxi rica en zinc estará constituida por dos componentes envasados por separado.

02.- El pigmento estará constituido, básicamente, por polvo de zinc, pudiendo contener cierta cantidad de extendedores adecuados.

03.- La película seca final tendrá un mínimo del 80%, en peso de zinc metálico.

#### 3.2.- Composición del componente base

01.- El componente base estará constituido por una solución de resinas epoxídicas en la que estarán dispersados los pigmentos y aditivos necesarios, de acuerdo con la composición del endurecedor, de tal modo que la mezcla pueda cumplir los requisitos establecidos en este Artículo.

02.- El vehículo fijo estará constituido, fundamentalmente, por resinas epoxídicas.

03.- Con fines de identificación, se incluirá el espectrograma en el infrarrojo del vehículo fijo, según la Norma UNE 48236.

04.- La materia volátil estará constituida por una mezcla adecuada de disolventes admitidos por la legislación vigente.

05.- La conservación en el envase se comprobará en base a la Norma UNE 48083.

06.- El componente base se podrá fácilmente homogeneizar en envase lleno y recientemente abierto. No presentará coágulos, pellejos ni depósitos duros o no redispersables, realizándose el ensayo después de permanecer el envase cerrado, en reposo, durante un tiempo mínimo de catorce (14) días.

07.- La vida de almacenamiento, en envase sin abrir, a una temperatura comprendida entre cinco y treinta y cinco grados centígrados (5°C-35°C) no debe ser inferior a seis (6) meses, conservándose, al cabo de ese plazo todas las propiedades.

### 3.3.- Composición del componente endurecedor

01.- El componente endurecedor estará constituido por poliamidas, poliaminas o aductos de las mismas con resinas epoxídicas, pigmentadas o no, de acuerdo con la composición del componente base, de tal manera que la mezcla pueda cumplir los requisitos de este Artículo.

02.- A efectos de identificación, se obtendrá un espectro infrarrojo del vehículo fijo extraído, según la Norma UNE 48236.

03.- La materia volátil estará constituida por una mezcla adecuada de disolventes admitidos por la legislación vigente.

04.- La conservación en el envase se comprobará en base a la Norma UNE 48083.

05.- El componente endurecedor en envase lleno y recién abierto, será fácilmente homogeneizable. No presentará coágulos, pellejos ni depósitos duros o no redispersables, realizándose el ensayo después de permanecer el envase cerrado, en reposo, durante un tiempo mínimo de catorce (14) días.

06.- La vida de almacenamiento, en envase sin abrir, a una temperatura entre cinco y treinta y cinco grados centígrados (5°C y 35°C) no será inferior a seis (6) meses, conservándose, al cabo de ese plazo todas sus propiedades.

## 4.- CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA LÍQUIDA

### 4.1.- Generalidades

01.- La proporción de los dos componentes en la mezcla queda a libre elección del fabricante, pero debe definirse en partes enteras en volumen y determinarse su equivalencia en peso.

02.- Una vez perfectamente homogeneizados los dos componentes, base y endurecedor por separado, se mezclan entre sí, de lo que resultará una pintura homogénea, sin coágulos ni grumos.

### 4.2.- Viscosidad

01.- La viscosidad de la mezcla de los dos componentes se determina dentro de los quince (15) minutos siguientes a la obtención de dicha mezcla, con fines de identificación. Según la Norma UNE 48076.

### 4.3.- Densidad

01.- La densidad a veintitrés más menos dos grados centígrados (23°C ± 2°C) debe ser como mínimo de dos con tres gramos por mililitro (2,3 g/ml), conforme a la Norma UNE-EN ISO 2811-1.

### 4.4.- Materia no volátil en peso

01.- La materia no volátil, en peso, se determina con fines de identificación y para el cálculo de otras características exigidas en este Artículo, conforme a la Norma UNE-EN-ISO 3251.

#### 4.5.- Materia fija en volumen

01.- El contenido en materia fija en volumen de la pintura, preparada ya la mezcla de sus dos componentes, debe ser, como mínimo, del cincuenta por ciento (50%), cuando se determina de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 3233.

#### 4.6.- Vida útil de la mezcla

01.- En un plazo de cuatro horas (4 h), como mínimo, a partir de la obtención de la mezcla, y manteniendo esta en un local a una temperatura ambiente de veintitrés más menos dos grados centígrados ( $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ), la pintura seguirá siendo fácilmente aplicable a brocha y pistola "airless".

#### 4.7.- Tiempos de secado

01.- Los tiempos de secado se determinarán conforme a la Norma UNE 48031.

02.- Seco al tacto: Máximo cuarenta y cinco (45) minutos.

03.- Seco total: Máximo de ocho (8) horas.

04.- Tiempo mínimo para repintar: La pintura debe poder recubrirse consigo misma o con otras pinturas compatibles, a las dieciséis (16) horas, o antes, a partir de su aplicación.

05.- Tiempo máximo para repintar: La pintura debe poder recubrirse consigo misma o con otras pinturas compatibles, a los treinta y un (31) días, o después, a partir de su aplicación.

06.- Intervalo de repintabilidad: Como se deduce de los dos Apartados anteriores, la imprimación epoxi rica en zinc no debe presentar problema de repintabilidad, consigo misma o con otras pinturas compatibles, al menos, en el intervalo comprendido entre las dieciséis (16) horas y los treinta y un (31) días a partir de su aplicación.

#### 4.8.- Condiciones ambientales de aplicación

01.- La pintura debe permitir su aplicación y curado a temperaturas ambientales comprendidas entre doce y treinta y cinco grados centígrados ( $12^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$ ) y a una humedad relativa inferior al ochenta y cinco por ciento (85%).

### 5.- MÉTODOS DE APLICACIÓN

#### 5.1.- Aplicación a brocha

01.- La imprimación epoxi rica en zinc podrá aplicarse a brocha con facilidad, sin descuelgues, ni goteo, sobre una superficie vertical, con un espesor de película húmeda tal que se consiga un espesor de setenta micrómetros más menos cinco micrómetros ( $70 \mu\text{m} \pm 5 \mu\text{m}$ ) de película seca, en un máximo de dos (2) capas.

#### 5.2.- Aplicación con equipo de pulverización sin aire (airless)

01.- La imprimación epoxi rica en zinc, preparada siguiendo las instrucciones del fabricante, podrá aplicarse con equipo de pulverización sin aire (airless), con el rendimiento apropiado para conseguir un espesor de

película seca de setenta micrómetros más menos cinco micrómetros ( $70 \mu\text{m} \pm 5 \mu\text{m}$ ), en una sola capa, sobre una superficie vertical y sin mostrar tendencia a descolgarse ni ningún otro defecto.

## 6.- CARACTERÍSTICAS DE LA PELÍCULA SECA

### 6.1.- Aspecto

01.- La imprimación epoxi rica en zinc, aplicada por cualquiera de los métodos indicados en el Apartado 5, formará una película seca, lisa y homogénea, sin ampollas, cráteres ni otros defectos de superficie. Si dicha imprimación se aplica a brocha (véase Apartado 5.1.), se admitirán ligeras marcas de brocha.

### 6.2.- Resistencia a la niebla salina

01.- Se preparan dos probetas, según los Apartados 7.1. y 7.2. Se dejan secar al aire durante catorce (14) días. Se protegen los bordes y el reverso. Se practica una incisión en forma de aspa, hasta llegar al metal base y se someten dichas probetas al ensayo de niebla salina conforme a la Norma UNE-EN ISO 9227. No debe aparecer ampollamiento, ni signos de corrosión ni óxido, antes de un período de mil (1.000) horas, más allá de un milímetro (1 mm) en dirección perpendicular al corte. En caso de fallo de una sola probeta, se debe repetir el ensayo íntegro.

### 6.3.- Ensayo de adherencia a tracción

01.- Se preparan (2) dos probetas según los Apartados 7.1. y 7.2. Se dejan secar al aire durante catorce (14) días. Sobre cada una de las probetas se colocan dos sufrideras. Después de cuarenta y ocho (48) horas dichas probetas se someten a tracción con el dinamómetro que se emplee. La media aritmética de los resultados no debe ser inferior a tres megapascales (3 MPa), y ningún valor individual debe ser inferior a dos con cinco megapascales (2,5 MPa). Se realiza el ensayo de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 4624.

### 6.4.- Plazo máximo de repintado

01.- Se preparan dos probetas, de acuerdo con 7.1. y 7.2. Se dejan secar durante treinta y un (31) días. Se aplica sobre ellas una nueva capa de la misma pintura, con el mismo espesor de película seca. Se deja secar durante catorce (14) días. Sobre cada una de las probetas se colocan dos (2) sufrideras. Después de cuarenta y ocho (48) horas se someten a tracción con el mismo dinamómetro que se haya empleado en el ensayo de adherencia a tracción. La media aritmética de los resultados no debe ser inferior a dos con cinco megapascales (2,5 MPa), y ningún valor individual debe ser inferior a dos megapascales (2 MPa).

### 6.5.- Dureza de película

01.- Dos probetas de vidrio de cien por ciento cincuenta por cinco milímetros (100 mm x 150 mm x 5 mm) se cubren con pintura epoxi rica en zinc, con aplicador, de tal modo que el espesor de película seca sea de setenta micrómetros más menos cinco micrómetros ( $70 \mu\text{m} \pm 5 \mu\text{m}$ ). Se dejan secar al aire durante catorce (14) días. Ensayadas con el péndulo Persoz ambas probetas deben alcanzar un valor mínimo de cien (100 s). En caso de fallo de una sola probeta, se debe repetir el ensayo íntegro. El ensayo se lleva a cabo de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 1522.

### 6.6.- Resistencia a los disolventes

01.- Se preparan (3) tres probetas, como se indica en el Apartado anterior. Se dejan secar al aire durante 14 (catorce) días. Se introducen, durante dos (2) horas, en una mezcla de disolventes: Sesenta por ciento (60%) xileno / cuarenta por ciento (40%) metoxipropanol. No se deben producir desprendimientos, ampollas,

arrugas, ni otros defectos superficiales. En caso de fallo de una sola probeta, se debe repetir el ensayo íntegro.

## 7.- PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS PARA ENSAYO

### 7.1.- Preparación de probetas (véase la Norma UNE-EN ISO 1514)

01.- Se utilizarán probetas de ensayo de acero al carbono de cien por doscientos por trescientos milímetros (100 mm x 200 mm x 3 mm), que se chorrean hasta el grado Sa 2 $\frac{1}{2}$ , de la Norma ISO 8501-1. Se obtendrá una rugosidad, Rz, de (25 $\pm$ 10)  $\mu$ m, según la Norma UNE-EN ISO 4287.

02.- Este estado superficial es equivalente al sector 1 ("Fino") de las muestras ISO de comparación táctil-visual, de acuerdo con la Norma UNE-EN-ISO 8503-2.

### 7.2.- Aplicación de la pintura

01.- Para la realización de los ensayos, la pintura se aplica, con un espesor de película seca de setenta micrómetros más menos cinco micrómetros (70  $\mu$ m  $\pm$  5  $\mu$ m), en una capa.

02.- Las condiciones de secado de las probetas son veintitrés más menos dos grados centígrados (23  $\pm$  2 °C) y cincuenta más menos cinco por ciento (50  $\pm$  5%) de humedad relativa.

## 8.- ENVASADO

01.- Los envases vendrán perfectamente identificados, no solo en relación a las precauciones de seguridad, sino en cuanto a la composición, proporción de mezcla, número de lote, fecha de fabricación y caducidad, condiciones de almacenamiento, etc. En general, cumplirán la legislación vigente y las Normas UNE aplicables.

## 9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de las pinturas de imprimación epoxi rica en zinc, para imprimación anticorrosiva de materiales féreos, se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.



## **ARTÍCULO 27.15.- PINTURA EPOXI MODIFICADA DE ALUMINIO Y ALTO ESPESOR**

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se define como pintura epoxi modificada de aluminio y alto espesor, adecuada para realizar pintados de mantenimiento industrial, las que cumplen las condiciones exigidas en el presente Artículo.

02.- Esta pintura está prevista para su empleo como capa de imprimación sobre superficies de acero al carbono, preparadas manual o mecánicamente, incluso sobre pinturas viejas bien adheridas, previas pruebas de compatibilidad "in situ", según la Norma UNE 48256.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas básicas de referencia

01.- Norma UNE 48261. Pinturas y barnices. Pintura epoxi modificada de aluminio y alto espesor.

#### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- Véase el Apartado 2.2 del Artículo 27.00.

### 3.- COMPOSICIÓN

01.- La pintura epoxi modificada de aluminio y alto espesor, estará constituida por dos componentes, envasados por separado.

02.- El pigmento estará constituido, básicamente, por purpurina de aluminio "no leafing" y extendedores adecuados, pudiendo estar dispersado en uno u otro componente.

03.- La película seca final contendrá un mínimo del nueve por ciento (9 %) en peso de aluminio metal. El cumplimiento de este requisito será certificado por el fabricante.

### 4.- CARACTERÍSTICAS DEL COMPONENTE BASE

#### 4.1.- Composición

01.- El componente base estará constituido por una solución de resinas, pigmentadas o no, de acuerdo con la composición del componente endurecedor, de tal modo que la mezcla pueda cumplir los requisitos establecidos en este Artículo.

#### 4.2.- Tipo de vehículo

01.- El vehículo fijo estará constituido, fundamentalmente por resinas epoxídicas modificadas con otras, no saponificables, que favorezcan la humectación y adherencia al soporte.

02.- A efectos de identificación, se obtendrá un espectro infrarrojo del vehículo fijo extraído, según la Norma UNE 48236.

03.- El vehículo volátil estará constituido por una mezcla adecuada de disolventes admitidos por la legislación vigente.

04.- La adición de disolventes enérgicos se limitará a la menor proporción posible para disminuir los riesgos de incompatibilidad con pinturas viejas existentes.

#### 4.3.- Conservación en el envase

01.- La conservación en el envase se comprobará en base a la Norma UNE 48083.

02.- El componente base, en envase lleno y recién abierto, será fácilmente homogeneizable por agitación manual, no presentará coágulos, pellejos, ni depósitos duros o no redispersables, realizándose el ensayo después de permanecer el envase cerrado, en reposo, durante un tiempo mínimo de catorce (14) días.

03.- La vida de almacenamiento, en envase sin abrir, a una temperatura entre cinco y treinta y cinco grados centígrados (5°C y 35°C), no será inferior a doce (12) meses, conservándose, al cabo de ese plazo, todas las propiedades.

### 5.- CARACTERÍSTICAS DEL COMPONENTE ENDURECEDOR

#### 5.1.- Composición

01.- El componente endurecedor estará constituido por una solución pigmentada o no, de acuerdo con la composición del componente base, de tal modo que la mezcla pueda cumplir los requisitos establecido en este Artículo.

02.- A efectos de identificación, se obtendrá un espectro infrarrojo del vehículo fijo extraído, según la Norma UNE 48236.

#### 5.2.- Materia volátil

01.- El vehículo volátil estará constituido por una mezcla adecuada de disolventes admitidos por la legislación vigente.

02.- La adición de disolventes enérgicos se limitará a la menor proporción posible para disminuir los riesgos de incompatibilidad con pinturas viejas existentes.

#### 5.3- Conservación en el envase

01.- La conservación en el envase se comprobará en base a la Norma UNE 48083.

02.- El componente endurecedor, en envase lleno y recién abierto, será fácilmente homogeneizable por agitación manual, no presentará coágulos, pellejos, ni depósitos duros o no redispersables, realizándose el ensayo después de permanecer el envase cerrado, en reposo, durante un tiempo mínimo de catorce (14) días.

03.- La vida de almacenamiento, en envase sin abrir, a una temperatura entre cinco y treinta y cinco grados centígrados (5°C - 35°C), no será inferior a doce (12) meses, conservándose al cabo de ese plazo, todas las propiedades.

### 6.- CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA LÍQUIDA

#### 6.1.- Proporción de la mezcla

01.- La proporción de mezcla queda a libre elección del fabricante, pero habrá de definirse en partes enteras en volumen y determinar su equivalencia en peso.

#### 6.2.- Homogeneización

01.- Una vez perfectamente homogeneizados los dos componentes, base y endurecedor por separado, podrán mezclarse por agitación manual, resultando una pintura homogénea, sin coágulos ni grumos.

#### 6.3.- Viscosidad aparente

01.- La viscosidad aparente se determinará, con fines de identificación, una vez transcurridos quince (15) minutos desde la preparación de la mezcla, conforme a la Norma UNE 48076.

02.- La mezcla de los dos componentes, presentará un carácter ligeramente tixotrópico que permita su correcta aplicación por los métodos descritos en los Apartados 7.1 y 7.2.

#### 6.4.- Densidad

01.- La densidad a veintitrés grados centígrados más menos cinco décimas de grado ( $23^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ), estará comprendida entre uno con quince gramos por mililitro (1,15 g/ml) y uno con cuarenta y cinco gramos por mililitro (1,45 g/ml), cuando se determina conforme a la Norma UNE-EN ISO 2811-1.

#### 6.5.- Materia no volátil en peso

01.- La materia no volátil en peso se determinará, solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE-EN-ISO 3251.

#### 6.6.- Materia no volátil en volumen

01.- El contenido de materia no volátil en volumen de la pintura será, como mínimo, del setenta y cinco por ciento (75%), cuando se determina de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 3233.

#### 6.7.- Vida útil de la mezcla

01.- En un plazo de dos (2) horas, como mínimo, desde la realización de la mezcla, la pintura seguirá presentando fácil brochabilidad y correcta extensibilidad.

02.- Para comprobar esta característica en laboratorio, podrá procederse como sigue:

- Se estabilizarán los componentes a treinta grados centígrados ( $30^{\circ}\text{C}$ ) y con esa temperatura, se preparará un litro de mezcla, en envase de boca ancha.
- Se medirá la temperatura, en el centro del producto, a intervalos no superiores a quince (15) minutos.
- Cuando la mezcla alcance su máxima temperatura y comience a descender, se anotará el tiempo total transcurrido desde el comienzo del ensayo, debiendo no ser inferior a dos (2) horas.

#### 6.8.- Tiempos de secado

01.- Cuanto se ensaya conforme a la Norma UNE 48301 a veintitrés más menos dos grados ( $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) de temperatura, cincuenta más menos cinco por ciento ( $50\% \pm 5\%$ ) de humedad relativa y ciento veinticinco micrómetros más menos el diez por ciento ( $125 \mu\text{m} \pm 10\%$ ) de espesor de película seca, el tiempo de seco total debe ser de veinticuatro (24) horas, como máximo.

02.- El intervalo mínimo para repintar consigo misma, o con pinturas epoxi o poliuretano, será entre veinticuatro (24) horas y las dos (2) semanas. Es decir, podrá aplicarse la siguiente capa sin necesidad de esperar más de veinticuatro (24) horas y hasta dos (2) semanas después de la aplicación de la primera.

#### 6.9.- Condiciones ambientales de aplicación

01.- La pintura permitirá su aplicación y curado, al menos, a temperatura ambiental comprendida entre doce y treinta y cinco grados centígrados (12°C - 35°C) y una humedad relativa inferior al ochenta por ciento (80%).

### 7.- MÉTODOS DE APLICACIÓN

#### 7.1.- Aplicación a brocha

01.- La pintura epoxi modificada de aluminio y alto espesor, podrá aplicarse a brocha, con facilidad, sin descuelgues, ni goteo, en una superficie vertical, con un espesor de película húmeda tal que, con un máximo de dos capas, se consiga un espesor uniforme de película seca de ciento veinticinco micrómetros más menos un diez por ciento (125  $\mu\text{m} \pm 10\%$ ).

#### 7.2.- Aplicación con equipo de proyección sin aire

01.- La pintura epoxi modificada de aluminio y alto espesor, podrá aplicarse con equipo de proyección sin aire (air-less), con un espesor de película húmeda tal que, en una sola capa se consiga un espesor de película seca de ciento veinticinco micrómetros más menos un diez por ciento (125  $\mu\text{m} \pm 10\%$ ), permitiéndose la dilución recomendada por el fabricante.

### 8.- PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS PARA ENSAYO

01.- Para la realización de los ensayos de laboratorio, debe partirse de probetas que se aproximen, en sus características, a las circunstancias reales en que se considera aplicable la pintura.

#### 8.1.- Acero al carbono oxidado

01.- Se partirá de probetas de acero laminado en caliente, de ciento cincuenta por setenta y cinco por cuatro milímetros (150 mm x 75 mm x 4 mm) de espesor preparadas como sigue:

- Se chorrea su superficie hasta un grado de limpieza no inferior al Sa 2½ de la Norma UNE-EN ISO 8501-1, para obtener una rugosidad,  $R_z$ , de cincuenta más menos diez micrómetros ( $50 \pm 10 \mu\text{m}$ ), según UNE-EN ISO 4287. Este estado superficial es equivalente al sector 2 de las muestras de comparación táctil-visual de la Norma UNE-EN ISO 8503-1.
- Se exponen las probetas a la intemperie, durante el tiempo necesario para obtener un grado de oxidación equivalente al grado C de oxidación de la Norma UNE-EN ISO 8501-1.
- Las probetas oxidadas se lavarán con agua dulce y se raspará su superficie, manual o mecánicamente, con intensidad, para obtener una superficie exenta de óxido no adherido, grasas, aceites o materias extrañas, cuyo aspecto sea similar al C St 2 de la Norma UNE-EN ISO 8501-1.

#### 8.2.- Acero galvanizado envejecido

01.- Las probetas de acero galvanizado en caliente, estarán uniformemente envejecidas, sin corrosión profunda, pero habiendo perdido el brillo característico inicial, pudiendo presentar productos de corrosión del zinc, eliminables por cepillado y lavado.

02.- Se cepillará enérgicamente la superficie con cepillo de cerdas vegetales o sintéticas y agua dulce limpia, para eliminar los productos solubles de corrosión del zinc y los insolubles que no estén firmemente adheridos.

03.- A continuación, se aclarará con agua dulce y limpia para arrastrar los residuos, y se dejará secar, antes de aplicar la pintura epoxi modificada de aluminio y alto espesor.

### 8.3.- Aplicación de la pintura

01.- La pintura epoxi modificada de aluminio y alto espesor, se aplicará a brocha, uniformemente, con un espesor de película húmeda tal que, con un máximo de dos (2) capas, se consiga un espesor uniforme de película seca de ciento veinticinco micrómetros más menos un diez por ciento ( $125 \mu\text{m} \pm 10\%$ ).

## 9.- CARACTERÍSTICAS DE LA PELÍCULA SECA

### 9.1.- Aspecto

01.- El aspecto será uniforme, homogéneo, sin descuelgues, cráteres ni ampollas. Si se aplica a brocha, se aceptarán ligeras huellas del brocheo.

### 9.2.- Resistencia a la inmersión en agua destilada

01.- Se realiza el ensayo de acuerdo con la Norma UNE-EN-ISO 2812-2.

02.- Se prepararán (3) tres probetas de acero al carbono oxidado, pintadas a brocha, como se indica en los Apartados 8.1 y 8.2, y se dejarán secar al aire, a veintitrés más menos dos grados centígrados ( $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) y humedad relativa del cincuenta más menos cinco por ciento ( $50 \pm 5\%$ ) durante siete (7) días, al término de los cuales se protegerán los bordes y el reverso adecuadamente.

03.- Las probetas se introducirán en agua destilada, a veintitrés más menos dos grados centígrados ( $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) durante siete (7) días. Se examinarán inmediatamente después de sacarlas del baño, no debiendo mostrar desprendimientos, levantamientos ni ampollas, y solo se permitirá un ligero cambio de color. En caso de fallo de una sola probeta, se repetirá el ensayo.

### 9.3.- Resistencia a la niebla salina

01.- Tres probetas preparadas como se indica en el Apartado 9.2, a las que se ha practicado una incisión en forma de aspa, hasta llegar al metal base, se someterán al ensayo de niebla salina conforme a la Norma UNE-EN ISO 9227, debiendo superar el período de quinientas (500) horas, sin presentar levantamientos, ampollas ni signos de corrosión más allá de dos milímetros (2 mm) en dirección perpendicular al corte. En caso de fallo de una sola probeta, se repetirá el ensayo.

### 9.4.- Resistencia a la humedad

01.- Tres (3) probetas preparadas como se indica en el Apartado 9.2, se someterán al ensayo de la cámara humidostática conforme a la Norma UNE-EN ISO 6270-1, no debiendo presentar ampollamiento, levantamiento de la película ni otros defectos superficiales, al cabo de mil (1.000) horas de exposición. En caso de fallo de una sola probeta, se repetirá el ensayo.

### 9.5.- Dureza de película

01.- Dos probetas de vidrio de cien por ciento cincuenta por cinco milímetros (100 mm x 150 mm x 5 mm) se cubrirán con pintura epoxi modificada de aluminio y alto espesor, con aplicador, de tal modo que el

espesor de película seca sea de ciento veinticinco micrómetros más menos un diez por ciento ( $125 \mu\text{m} \pm 10\%$ ). Las probetas se dejarán secar al aire, a veintitrés más menos dos grados centígrados ( $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ) y al cincuenta más menos cinco por ciento ( $50 \pm 5\%$ ) de humedad relativa durante catorce (14) días. Ensayadas con el péndulo de Persoz conforme a la Norma UNE-EN ISO 1522, ambas probetas deben alcanzar un valor mínimo de cien segundos (100 s). En el caso de fallo de una sola probeta, se repetirá el ensayo.

#### 9.6.- Ensayo de adherencia a tracción

01.- Se prepararán (3) tres probetas de acero galvanizado en caliente envejecido, pintadas a brocha, como se indica en los Apartados 8.2 y 8.3 con un espesor de película seca de ciento veinticinco micrómetros más menos un diez por ciento ( $125 \mu\text{m} \pm 10\%$ ), y se dejarán secar al aire a veintitrés más menos dos grados centígrados ( $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ) y cincuenta más menos cinco por ciento ( $50 \pm 5\%$ ) de humedad relativa durante siete (7) días.

02.- Se prepararán otras tres (3) probetas de acero al carbono oxidado como se indica en el Apartado 8.2.

03.- Sobre cada una de las seis probetas se pegará una sufridera. Se realiza el ensayo conforme a la Norma UNE-EN 4624. Sometidas a tracción con el dinamómetro que se emplee, la media aritmética de los resultados de las tres probetas correspondientes a cada sustrato debe superar el valor de dos coma cinco megapascales (2,5 MPa).

#### 10.- ENVASADO

01.- Los envases vendrán perfectamente identificados, no solo en relación a las precauciones de seguridad, sino en cuanto a la composición, proporción de mezcla, número de lote, fecha de fabricación y caducidad, condiciones de almacenamiento, etc. En general, cumplirán la legislación vigente y las Normas UNE aplicables.

#### 11.- IDENTIFICACIÓN DE LA PINTURA

01.- Al ser este un Artículo basado, principalmente, en requisitos de comportamiento y no de composición, es necesario que el fabricante adjunte una hoja de características técnicas en la que, al menos, se detallen los siguientes datos:

- Descripción genérica de resinas y pigmentos y contenido en aluminio metal en la película seca.
- Materia no volátil, en peso

#### 12.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de las pinturas epoxi modificadas de aluminio y alto espesor, se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## Sección 2.<sup>a</sup>

### PINTURAS DE ACABADO QUE NECESITAN IMPRIMACIÓN

#### ARTÍCULO 27.21.- PINTURAS MARTELÉS

##### 1.- DEFINICIONES

01.- Bajo la denominación de pintura martelé se conoce un tipo de pintura de aluminio non-leafing (no flota hacia la superficie), que, por acción de una silicona adecuada, al ser aplicada presenta un aspecto característico llamado martelé. Este aspecto consiste en un dibujo irregular que recuerda el obtenido al martillar un recipiente de latón o cobre para darle forma de donde deriva su nombre.

02.- Este tipo de pinturas están previstas como revestimiento en elementos interiores donde se precise un aspecto metálico, lavable y resistente al roce. Es aplicable sobre hierro y acero (RPP-37) y sobre galvanizados y metales no féreos (RPP-38) sobre los que previamente se haya aplicado una imprimación anticorrosiva adecuada.

##### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

###### 2.1.- Normas técnicas de referencia

01.- Norma Tecnológica de la Edificación. Revestimientos de paramentos. Especificación RPP-13.

###### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- Véase el Apartado 2.2 del Artículo 27.00.

##### 3.- COMPOSICIÓN

01.- El ligante que entra en su composición puede ser, entre otros, de los siguientes tipos:

- Alquídico-estirenado.
- Clorocaucho.
- Celulósico.
- Poliuretano, etc.

##### 4.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

01.- Estas pinturas proporcionan un aspecto brillante con reflejo metálico, acabado con ligero relieve, coloración diversa y buena resistencia al roce y al lavado.

02.- Las propiedades de estas pinturas dependen, fundamentalmente, del tipo de ligante que entre en su composición, es decir, serán las de un esmalte sintético, las de una laca, las de un poliuretano, etc.

##### 5.- LIMITACIONES DE EMPLEO

01.- Al ser aplicada esta pintura sobre chapa de hierro o acero, debe tenerse cuidado de que los cráteres del dibujo formado no lleguen a dejar al descubierto la imprimación aplicada.

02.- En superficies verticales hay que tener mucho cuidado con los "descuelgues" que puedan producirse, para evitarlos conviene que el diluyente empleado sea de evaporación rápida.

03.- Un grave inconveniente que presenta el uso de martelés es la alteración que puede producir la silicona que contienen pinturas de otra naturaleza que se encuentren próximas al lugar donde se pinte el martelé. Simplemente, por no limpiar a fondo una espátula que haya estado en contacto con el martelé y con ella agitar una pintura sintética, por ejemplo, al aplicar esta pueden aparecer cráteres y otros defectos de superficie. Si se pinta a pistola hay que tener cuidado con que las gotas de la pulverización no lleguen a contaminar las pinturas que se encuentren próximas.

## 6.- EMPLEO

01.- Fundamentalmente se usan como pinturas decorativas de aspecto muy agradable y que, al mismo tiempo, por su condición y relieve disimulan defectos de la superficie a pintar. Se usan para pintar ascensores y sus puertas, cajas y armarios metálicos de aparatos eléctricos, de gas, agua, etc.

02.- Presentan por lo general un color gris metálico que puede modificarse con pigmentos semitransparentes para dar diversos colores (ver Norma UNE 48103).

03.- Pueden aplicarse a brocha, aunque se recomienda su aplicación a pistola aerográfica, con un rendimiento y tiempo de secado no menores del especificado por el fabricante en su ficha técnica.

## 7.- CARACTERÍSTICAS DE LA PINTURA LÍQUIDA

### 7.1.- Densidad

01.- La densidad a veintitrés más menos dos grados centígrados ( $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) se determinará, solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE-EN ISO 2811.

### 7.2.- Materia no volátil en peso

01.- La materia no volátil en peso se determinará, solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE-EN-ISO 3251.

### 7.3.- Tiempos de secado

01.- La determinación de los tiempos de secado a veintitrés más menos dos grados centígrados ( $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) cincuenta más menos cinco por ciento ( $50 \pm 5\%$ ) de HR se realizará, solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE 48031.

## 8.- ENVASADO

01.- Los envases vendrán perfectamente identificados, no solo en relación a las precauciones de seguridad, sino en cuanto a la composición, proporción de mezcla, número de lote, fecha de fabricación y caducidad, condiciones de almacenamiento, etc. En general, cumplirán la legislación vigente y las Normas UNE aplicables.

## 9.- MEDICIÓN Y ABONO



01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

## ARTÍCULO 27.22.- PINTURAS AL CLOROCAUCHO

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se definen como pinturas al clorocaucho, aquellas formadas por resinas clorocaucho al que se le han incorporado plastificantes y estabilizadores con objeto de darle flexibilidad, adherencia y durabilidad.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos de condiciones básicos de referencia

01.- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3).

#### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- Véase el Apartado 2.2 del Artículo 27.00.

### 3.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

01.- Este tipo de pinturas dan películas de brillo, mate, satinado o semibrillante, muy impermeables y con buena adherencia a toda clase de superficies, incluso las alcalinas como el hormigón, sin que sea precisa la neutralización previa.

### 4.- COMPOSICIÓN Y EMPLEO DEL VEHÍCULO

01.- Salvo especificación en contrario de este PCTG (Partes tercera, cuarta y quinta) o del P.C.T.P., se empleará cualquiera de las composiciones indicadas en el CUADRO 27.22.1.

CUADRO 27.22.1

Componentes	Vehículo fijo % en peso			
	A	B	C	D
Clorocaucho	50-60	45-60	20-35	5-50
Parafinas o bifenilos clorados	40-50	0-25	---	---
Resinas alcídicas medias o largas en aceite	---	20-30	65-80	0-25
Otros polímeros, resinas y plastificantes	---	---	---	0-95
TOTALES	100	100	100	100

02.- En condiciones ambientales corrosivas extremadamente severas, y cuando se precise un máximo de resistencia química, se utilizará el vehículo tipo A.

03.- En pinturas de albañilería, hormigones y superficies de tipo alcalino, en ambientes muy corrosivos, con agua y agentes químicos, se utilizará el vehículo tipo B.

### 5.- LIMITACIONES DE EMPLEO

01.- Secan solo por evaporación del disolvente, sin oxidación posterior, por lo que no resisten las salpicaduras o derrames de los disolventes.



02.- Aunque resisten muy bien el ataque de la sosa, de los ácidos etc., se reblandecen por contacto con los aceites vegetales y grasas, por lo que no se recomienda su uso en los locales donde éstos se manejen.

03.- Son sensibles al calor, termoplásticas, e incluso se descomponen perdiendo cualidades si se usan de modo continuado a temperaturas por encima de los sesenta y cinco o setenta grados centígrados (65°C o 70°C). En este caso, se recomienda el caucho ciclizado que resiste hasta los ciento veinte grados centígrados (120°C) en régimen de uso continuo.

## 6.- EMPLEO

01.- Resultan adecuadas para el pintado de superficies de hormigón o metálicas: acero, depósitos de cemento que han de contener líquidos ligeramente alcalinos o ácidos, depósitos de agua, estructuras sometidas a fuertes humedades (sótanos), piscinas, tapas y arquetas de riego, pintado de fábricas en las que haya ambiente químico agresivo, suelos de cemento, etc.

02.- Este tipo de pinturas es apreciado especialmente por su excelente resistencia al agua y a los agentes químicos.

03.- Como secan muy rápidamente, no penetran fácilmente en las superficies porosas, por lo que el hierro debe estar casi totalmente libre de óxido antes de aplicar una imprimación antioxidante a base de clorocaucho

04.- Por el contenido en cloro ofrecen alta resistencia al crecimiento de los mohos y hongos.

05.- El tipo de clorocaucho con resina alcídica, que presenta mejor brillo, pero menor resistencia química, es recomendable para el pintado de maquinaria, cajas de distribución eléctrica y otros utensilios similares.

06.- Estos tipos de pinturas se aplican, en general, a brocha, rodillo o pistola aerográfica, con disolventes adecuados que evitan el problema de la formación de hilos. Asimismo, existen tipos especiales para aplicación a pistola sin aire (airless) entre los que destacan los llamados de "capa gruesa".

07.- La aplicación se llevará a cabo con el rendimiento y/o espesor y el tiempo de secado especificado por el fabricante en su ficha técnica.

08.- Estas pinturas se emplean para el pintado de los soportes de luminarias de alumbrado exterior. El Artículo 43.46 define las condiciones específicas complementarias de las pinturas a emplear en estos elementos, tanto para la imprimación como para el acabado.

## 7.- CARACTERÍSTICAS DE LA PINTURA LÍQUIDA

### 7.1.- Densidad

01.- La densidad a veintitrés más menos dos grados centígrados (23°C ± 2°C) se determinará, solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE EN ISO 2811.

### 7.2.- Materia no volátil en peso

01.- La materia no volátil en peso se determinará, solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE-EN-ISO 3251.

### 7.3.- Tiempos de secado

01.- La determinación de los tiempos de secado a veintitrés más menos dos grados centígrados ( $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) cincuenta más menos cinco por ciento ( $50 \pm 5\%$ ) de HR se realizará, solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE 48301.

#### 8.- ENVASADO

01.- Los envases vendrán perfectamente identificados, no solo en relación a las precauciones de seguridad, sino en cuanto a la composición, proporción de mezcla, número de lote, fecha de fabricación y caducidad, condiciones de almacenamiento, etc. En general, cumplirán la legislación vigente y las Normas UNE aplicables.

#### 9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de las pinturas al clorocaucho se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## ARTÍCULO 27.23.- PINTURAS DE ACABADO BRILLANTE A BASE DE RESINA EPOXI DE ALTO CONTENIDO EN SÓLIDOS

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se define como pintura de acabado brillante, a base de resina epoxi de alto contenido en sólidos, a un recubrimiento a base de resinas epoxi, formado por dos componentes que se mezclan en el momento que se vaya a aplicar.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos de condiciones básicos de referencia

01.- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3).

#### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- Véase el Apartado 2.2 del Artículo 27.00.

### 3.- COMPOSICIÓN

01.- Los materiales que constituyen este recubrimiento deberán suministrarse en forma de los dos componentes:

- Componente resinoso (a base de resina epoxi).
- Agente de curado.

02.- No se permitirán los agentes de curado a base de poliamina volátil.

### 4.- EMPLEO

01.- Puede ser utilizado sobre superficies metálicas, hormigón y madera.

### 5.- CARACTERÍSTICAS DE LA PINTURA LIQUIDA

#### 5.1.- Características cuantitativas

01.- Después de preparar la pintura por mezcla de los dos componentes que la forman, esta deberá cumplir las características que se indican en el CUADRO 27.24.1

CUADRO 27.24.1

Características	Mínimo	Máximo
Tiempo de secado al tacto, horas	---	4
Curado completo, días	---	7
Finura de molienda, en micras	40	---
Materia volátil, % en peso	---	15

02.- Estas determinaciones se realizarán según las Normas UNE 48301, UNE EN ISO 1524 y UNE-EN-ISO 3251.

#### **5.2.- Propiedades de preparación y aplicación de la pintura**

01.- Después de mezclar los dos componentes de forma adecuada y dejarlos en reposo, la mezcla deberá poderse aplicar a brocha o a rodillo fácilmente, según recomiende el fabricante.

02.- La proporción de ambos componentes en la mezcla quedará a elección del fabricante, pero vendrá definida en partes enteras en volumen, dándose también su equivalencia en peso.

#### **5.3.- Conservación en envase lleno**

01.- Almacenados los dos componentes, por separado, durante seis (6) meses en los envases originales sin abrir, a una temperatura comprendida entre cuatro y veintisiete grados centígrados (4°C a 27°C), y mezclados como se indicó anteriormente, la pintura deberá cumplir los requerimientos especificados.

#### **5.4.- Vida de mezcla**

01.- Vertida la pintura sobre un rodillo de pintor y mantenida a una temperatura comprendida entre quince y veinticuatro grados centígrados (15°C a 24°C), deberá conservar sus propiedades de aplicación por lo menos durante cuarenta y cinco minutos (45 min).

#### **5.5.- Resistencia al descuelgue**

01.- Aplicada la pintura con un espesor de película húmeda de ciento cuarenta micras (140 µm) sobre una superficie vertical, no se observará tendencia a descolgar o a fluir.

#### **5.6.- Aplicabilidad y aspecto**

01.- Cuando se aplique una mano de pintura con un rendimiento entre siete y ocho metros cuadrados por litro (7 a 8 m<sup>2</sup>/l), deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- El material deberá poderse aplicar con facilidad y producir una película libre de descuelgues, pequeñas ampollas o "piel de naranja".
- El material tendrá un secado satisfactorio, y permitirá ser recubierto dieciocho horas (18 h) después de su aplicación. No se observarán levantamientos, arrugas, falta de uniformidad ni ningún otro defecto.

### **6.- CARACTERÍSTICAS DE LA PELÍCULA SECA DE PINTURA**

#### **6.1.- Brillo especular**

01.- El brillo especular a sesenta grados (60°), sin corrección por reflexión difusa, de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 2813, tendrá un valor mínimo de setenta y cinco por ciento (75%).

#### **6.2.- Dureza**

01.- El valor mínimo de la dureza según la Norma UNE-EN ISO 1522, será de como mínimo de cien segundos Persoz (100 s).

#### **6.3.- Poder cubriente**

01.- Cuando se utilicen colores blancos y claros, aplicada una mano de pintura con un extendedor de película Doctor Blade, de forma que se obtenga un espesor de la película seca de ciento veinticinco más menos doce micras ( $125 \pm 12 \mu\text{m}$ ), sobre un fondo de contraste de cuadros blancos y negros, este quedará completamente cubierto, de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 6504

#### 6.4.- Resistencia a los ácidos

01.- Examinada la probeta inmediatamente después de sacada del recipiente con una solución de ácido sulfúrico al cinco por ciento (5%), a temperatura ambiente, donde ha permanecido sumergida durante setenta y dos horas (72 h), no se observarán ampollas, reblandecimiento, arrugamiento o pérdida de adherencia. El examen de la probeta se realizará con una lente de diez (10) aumentos. No se tendrá en cuenta la pérdida de color o de brillo. Esta determinación se realizará según la Norma UNE-EN-ISO 2812-1.

#### 6.5.- Resistencia a los álcalis

01.- Examinada la probeta inmediatamente después de sacada del recipiente con solución de hidróxido sódico al veinte por ciento, a temperatura ambiente, donde ha permanecido sumergida durante setenta y dos horas, no se observarán ampollas, reblandecimiento, arrugamiento o pérdida de adherencia. No se tendrá en cuenta un ligero cambio en el tono de color.

02.- Esta determinación se realizará según la Norma UNE-EN-ISO 2812-1.

#### 6.6.- Ensayo de envejecimiento artificial acelerado

01.- Dos probetas preparadas como se describe en el párrafo posterior, se someten a la acción del envejecimiento producido en el interior de una cámara de ultravioleta-condensación, de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 16474. Después de un tiempo de permanencia en la cámara de 500 horas, durante el que las probetas están sometidas a ciclos consistentes en 4 horas de exposición a la radiación UV, seguidas de 4 horas de condensación y con temperaturas de panel negro de  $60^{\circ}\text{C}$  y  $50^{\circ}\text{C}$ , respectivamente, empleando lámparas UV-B, no se deben producir alteraciones de brillo superiores a un 10% del valor inicial, ni variaciones de color ( $\Delta E^*$ ) superiores a 2 unidades, de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 11664, para el color blanco. Para otros colores, se permitirá una variación de color ( $\Delta E^*$ ) de hasta 6 unidades.

02.- Se prepararán dos probetas de aluminio o aleación de aluminio de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 1514, y se aplican dos capas de la pintura epoxi a ensayar, con un intervalo de aplicación entre capas de 24 horas, para obtener un espesor de película seca de  $40 \pm 5 \mu\text{m}$  por capa. Se deja secar durante 14 días al aire, a  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $50 \pm 5\%$  de humedad relativa, antes del ensayo.

### 7.- ENVASADO

01.- Los envases vendrán perfectamente identificados, no solo en relación a las precauciones de seguridad, sino en cuanto a la composición, proporción de mezcla, número de lote, fecha de fabricación y caducidad, condiciones de almacenamiento, etc. En general, cumplirán la legislación vigente y las Normas UNE aplicables.

### 8.- IDENTIFICACIÓN DE LA PINTURA

01.- El fabricante adjuntará, con cada partida que se suministre a la obra, una Hoja de características técnicas en la que, al menos, se detallen los siguientes datos:

- Descripción genérica de resinas y pigmentos.

- Materia no volátil, en peso.
- Rendimiento teórico para 125  $\mu\text{m}$  de película seca.
- Tiempo y condiciones de almacenamiento.
- Proporción de los dos componentes en la mezcla, en volumen y en peso.
- Diluyentes para aplicación aerográfica y airless.
- Punto de inflamación de cada componente y de los diluyentes.
- Densidad a 23°C.
- Tiempo de vida útil a 23°C.
- Intervalo de temperaturas de aplicación y curado.
- Humedad relativa máxima para aplicación y curado total.
- Tiempo de secado total a 23°C, 50% de H.R. y 40  $\mu\text{m}$  de película seca.
- Relación de contraste para un espesor de película seca de 125  $\mu\text{m}$ .
- Color, de acuerdo con la Norma UNE 48103-94 u otra Norma acordada.
- Intervalos de repintado de la pintura consigo misma a distintas temperaturas.
- Disolvente de limpieza de útiles.
- Hojas de seguridad.

## 9.- RECEPCIÓN Y CONTROL

01.- Una vez que la pintura llegue a obra y previo al inicio de su aplicación, se comprobará que cumple los requisitos indicados en los Apartados 5 y 6 del presente Artículo.

02.- En el caso de que la pintura tenga sello o marca de calidad oficialmente reconocido, la dirección de la obra podrá eximir al material de los ensayos de recepción.

03.- Se realizará el Control de la pintura, al menos una vez, durante la aplicación de la misma, comprobando los aspectos reseñados en el presente Artículo.

## 10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de las pinturas a base de resinas epoxi se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.



## ARTÍCULO 27.24.- ESMALTES SINTÉTICOS

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Reciben el nombre de esmaltes sintéticos las pinturas que están compuestas de resinas sintéticas obtenidas por la combinación química de aceites secantes o semisecantes, con resinas sintéticas duras disueltas en disolventes de hidrocarburos del tipo "white spirit" o aguarrás y pigmentos adecuados.

02.- Los esmaltes sintéticos se diferencian de los esmaltes grasos en que aquellos están basados en una reacción química entre los aceites y las resinas mientras que los esmaltes grasos son una simple mezcla de aceite y resina. Actualmente los esmaltes grasos están en desuso.

03.- La familia de resinas duras más utilizada desde hace bastantes años y muy apreciada por su versatilidad y calidad de los productos que proporciona, son las conocidas con el nombre genérico de resinas alcídicas, también llamadas alquídicas y a veces gliceroftálicas. Se sintetizan por la acción de un alcohol (la glicerina, por ejemplo) y un ácido polivalente (el ftálico, por ejemplo), de donde deriva su nombre.

04.- Las resinas alcídicas poseen por sí solas gran dureza, excelente brillo y adherencia y bastante buena resistencia a los agentes químicos y a la intemperie. Al combinarse químicamente con los aceites, adquieren flexibilidad y brochabilidad, en mayor o menor grado según su contenido de aceite.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos de condiciones básicos de referencia

01.- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3).

#### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- Véase el Apartado 2.2 del Artículo 27.00.

#### 2.3.- Normas técnicas de referencia

01.- Norma Tecnológica de la Edificación. Revestimientos de paramentos. Especificación RPP-12.

### 3.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

01.- Los esmaltes sintéticos secan rápidamente, primero por evaporación del disolvente, sufriendo después un proceso de oxidación mediante el oxígeno del aire hasta su secado total en profundidad. Este proceso se retarda en tiempo frío y húmedo.

02.- Los esmaltes sintéticos son pinturas de aspecto mate, satinado o brillante, acabado liso, con buena resistencia al roce, al lavado y a la intemperie, con buena retención de brillo.

### 4.- COMPOSICIÓN

01.- El esmalte sintético no contendrá bencol, derivados clorados ni cualquier otro disolvente de reconocida toxicidad.

## 5.- EMPLEO

01.- Generalmente estas pinturas se usan como esmaltes de acabado para interiores y exteriores.

02.- Si el esmalte sintético se ha de usar sobre yeso y cemento, se aplicará una mano de imprimación selladora a brocha o rodillo (RPP-33).

03.- Si el esmalte sintético se ha de usar sobre madera, se dará una mano de imprimación a brocha o pistola impregnado la superficie del soporte (RPP-34).

04.- Si su uso es sobre hierro o acero, se aplicará una mano de imprimación anticorrosiva a brocha o pistola (RPP-35).

05.- Si su uso es sobre galvanizado y metales no férreos, se aplicará una mano de imprimación adecuada (RPP-36).

## 6.- CARACTERÍSTICAS DE LA PINTURA LÍQUIDA

### 6.1.- Características cuantitativas

01.- La pintura líquida cumplirá las características cuantitativas que se indican en el CUADRO 27.24.1.

CUADRO 27.24.1

Características	Norma de ensayo	Límites	
		Mínimo	Máximo
Contenido de agua en % en peso	UNE 48170-62	---	1,0
Partículas gruesas y pieles	UNE 48104-62	---	0,5
Consistencia krebs-stormer	UNE 48076-92	100	175
Gramos Unidades krebs		61	77
Finura de molienda, en $\mu\text{m}$	UNE 48174-61	---	15
Contenido en ligante	UNE 48238-82	30	40
Materia no volátil	UNE-EN-ISO 3251-96	45	60

### 6.2.- Conservación en envase lleno

01.- El esmalte sintético en envase lleno y recientemente abierto será fácilmente homogeneizable, por agitación con una espátula apropiada. Después de agitado no presentará coágulos, pieles ni depósitos duros, ni tampoco se observará flotación de pigmentos, de acuerdo con la Norma UNE 48083-92.

### 6.3.- Estabilidad en envase lleno

01.- El esmalte no aumentará su consistencia, en más de 10 unidades Krebs, al cabo de 6 meses de permanecer almacenado en envase herméticamente cerrado a temperatura ambiente, así como tampoco se formarán pieles, geles ni depósitos duros. El esmalte será fácilmente homogeneizable por agitación con una espátula apropiada.

02.- Esta determinación se realizará según la Norma UNE 48083.

### 6.4.- Estabilidad en envase parcialmente lleno

01.- No se formarán pieles al cabo de 48 horas. Transcurridos 30 días no se formarán geles ni depósitos duros, y la piel superficial que pudiera formarse será continua y fácil de eliminar sin romperse. El esmalte será fácilmente homogeneizable, por agitación con una espátula apropiada.

02.- Esta determinación se realizará según la Norma UNE 48083.

#### 6.5.- Tiempo de secado

01.- Los tiempos de secado a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $(50 \pm 5)\%$  de humedad relativa, se determinarán conforme a la Norma UNE 48301.

02.- Seco al tacto: será como máximo de 2 horas.

03.- Seco duro: será como máximo de 8 horas.

04.- Seco total: será como máximo de 48 horas.

05.- Intervalo mínimo para repintar: Podrá recubrirse consigo misma, a las 24 horas de ser aplicada, no produciéndose ninguna irregularidad en la película seca de esmalte.

### 7.- MÉTODOS DE APLICACIÓN

#### 7.1.- Aplicación a brocha

01.- El esmalte sintético se aplicará a brocha sin dificultad, poseerá buenas propiedades de nivelación de la superficie y no tendrá tendencia a descolgarse cuando se aplique sobre una superficie vertical de acero, con un rendimiento de  $10 \text{ m}^2/\text{l}$ , de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 28199.

#### 7.2.- Aplicación por pulverización

01.- Después de diluido el esmalte sintético con el disolvente recomendado por el fabricante, en la proporción de un volumen de disolvente por 8 volúmenes de esmalte, se podrá pulverizar satisfactoriamente con pistola, sin que presente tendencia a descolgarse ni cualquier otro defecto.

02.- Esta determinación se realizará según la Norma UNE-EN ISO 28199.

### 8.- CARACTERÍSTICAS DE LA PELÍCULA SECA

#### 8.1.- Aspecto

01.- La película seca de esmalte presentará un aspecto uniforme, brillante, exento de granos y de cualquier otra imperfección superficial.

#### 8.2.- Color y Factor de luminancia

01.- Igualará, por comparación, al color indicado en la Norma UNE 48103.

02.- La medida del factor de luminancia y las coordenadas cromáticas se llevará a cabo conforme a la Norma UNE-EN ISO 11664.

#### 8.3.- Brillo especular

01.- El brillo especular a 60°, tendrá las siguientes categorías:

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| – Pintura mate:          | hasta 10                 |
| – Pintura semimate:      | superior a 10 y hasta 35 |
| – Pintura semibrillante: | superior a 35 y hasta 60 |
| – Pintura brillante:     | superior a 60 y hasta 80 |
| – Pintura alto brillo:   | superior a 80            |

02.- Esta determinación se realizará según la Norma UNE-EN ISO 2813.

#### 8.4.- Flexibilidad. Ensayo de plegado

01.- No se producirá agrietamiento, ni despegue de la película, al doblar la probeta ensayada sobre un mandril de 4 mm de diámetro, de acuerdo con la Norma UNE-EN-ISO 1519.

#### 8.5.- Adherencia

01.- Los bordes de las incisiones estarán bien definidos, no formando dientes de sierra. La clasificación será igual o inferior a 1, según la Norma UNE-EN-ISO 2409.

#### 8.6.- Resistencia al envejecimiento artificial acelerado

01.- Después de 500 horas de tratamiento en cámara de envejecimiento artificial acelerado, no se producirá caleo, ni pérdida de brillo mayor al 30%, ni cambio de color superior a 4 unidades en la variación del factor de luminancia. Por excepción, los esmaltes amarillos podrán presentar una variación del factor de luminancia de 8 unidades.

02.- Estas determinaciones se realizarán de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 16474.

### 9.- IDENTIFICACIÓN DE LOS ENVASES

01.- Los envases vendrán perfectamente identificados, no solo en relación a las precauciones de seguridad, sino en cuanto a la composición, proporción de mezcla, número de lote, fecha de fabricación y caducidad, condiciones de almacenamiento, etc. En general, cumplirán la legislación vigente y las Normas UNE aplicables.

### 10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de los esmaltes sintéticos brillantes se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## **ARTÍCULO 27.25.- PINTURAS DE POLIURETANO ALIFÁTICO DE ACABADO BRILLANTE DE DOS COMPONENTES**

---

### **1.- DEFINICIONES**

01.- Se definen como pinturas de poliuretano alifático de acabado brillante de dos componentes, con alto brillo inicial, retención de brillo y color frente a exposición atmosférica y resistencia a los ambientes industriales y marinos, las que cumplen las condiciones exigidas en el presente Artículo.

### **2.- NORMATIVA TÉCNICA**

#### **2.1.- Normas básicas de referencia**

01.- Norma UNE 48274. Pinturas y barnices. Pinturas de poliuretano alifático de acabado brillante de dos componentes.

#### **2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento**

01.- Véase el Apartado 2.2 del Artículo 27.00.

### **3.- COMPOSICIÓN**

01.- La pintura estará constituida por dos componentes, envasados por separado.

02.- La proporción de ambos componentes en la mezcla quedará a elección del fabricante, pero vendrá definida en partes enteras en volumen, dándose también su equivalencia en peso.

### **4.- EMPLEO**

01.- Esta pintura podrá ser usada como capa de acabado sobre imprimaciones y capas de fondo epoxi o poliuretano, es decir, cuando se aplican dos o más manos de poliuretano.

### **5.- CARACTERÍSTICAS DEL COMPONENTE BASE**

#### **5.1.- Composición**

01.- El componente base estará constituido por una solución de resinas hidroxiladas, pigmentada según el color, y de acuerdo con la composición del endurecedor, de tal modo que la mezcla pueda cumplir los requisitos establecidos en este Artículo.

#### **5.2.- Pigmentos**

01.- Los pigmentos serán sólidos a la luz y con una resistencia química tal que la pintura pueda cumplir los requisitos exigidos en este Artículo.

### 5.3.- Tipo de vehículo

01.- El vehículo fijo estará constituido por resinas hidroxiladas.

02.- Con fines de identificación, se incluirá el espectrograma en el infrarrojo del vehículo fijo, de acuerdo con la Norma UNE 48236.

03.- El vehículo volátil estará constituido por una mezcla adecuada de disolventes admitidos por la legislación vigente.

### 5.4.- Conservación en el envase

01.- El componente base, en su envase original recién abierto, se podrá homogeneizar fácilmente por agitación manual, no presentará coágulos, pellejos, ni depósitos duros o no redispersables, realizándose el ensayo después de permanecer el envase cerrado, en reposo, durante un tiempo mínimo de 14 días.

02.- La conservación en el envase se comprobará en base a la Norma UNE 48083.

03.- La vida de almacenamiento, en envase original, en las condiciones de suministro y a una temperatura comprendida entre 5°C y 35°C, no debe ser inferior a 12 meses.

## 6.- CARACTERÍSTICAS DEL COMPONENTE ENDURECEDOR.

### 6.1.- Composición

01.- El componente endurecedor estará constituido por una solución de poliisocianato alifático, de tal modo que, mezclado con el componente base, cumpla los requisitos establecidos en este Artículo.

02.- Con fines de identificación, se incluirá el espectrograma en el infrarrojo, de acuerdo con la Norma UNE 48236.

### 6.2.- Disolventes

01.- El vehículo volátil estará constituido por una mezcla adecuada de disolventes admitidos por la legislación vigente.

### 6.3.- Conservación en el envase

01.- La conservación en el envase se comprobará en base a la Norma UNE 48083.

02.- El componente endurecedor, en su envase original recién abierto, no presentará coágulos, turbidez ni gelificación, realizando el ensayo después de permanecer el envase cerrado, en reposo, durante un tiempo mínimo de 14 días.

03.- La vida de almacenamiento, en envase original, en las condiciones de suministro y a una temperatura comprendida entre 5°C y 35°C, no debe ser inferior a los 4 meses.

## 7.- CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA LÍQUIDA

### 7.1.- Proporción de la mezcla

01.- La proporción de los dos componentes en la mezcla queda a libre elección del fabricante, pero debe definirse en partes enteras en volumen y determinar su equivalencia en peso.

#### **7.2.- Homogeneización**

01.- Una vez perfectamente homogeneizados los dos componentes, base y endurecedor, por separado, podrán mezclarse por agitación manual, resultando una pintura homogénea, sin coágulos, grumos ni depósitos duros.

#### **7.3.- Viscosidad aparente**

01.- Se determina la viscosidad, a  $23^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  de temperatura, de un litro de mezcla de los dos componentes antes de los 15 minutos siguientes a la obtención de la misma, sirviendo dicha viscosidad como identificación de la pintura. Se determina conforme a la Norma UNE 48076.

#### **7.4.- Densidad**

01.- Se determina la densidad a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , con fines de identificación conforme a la Norma UNE EN ISO 2811.

#### **7.5.- Materia no volátil en peso**

01.- La materia no volátil en peso se determinará, a efectos de identificación, y para la determinación de la materia no volátil en volumen, conforme a la Norma UNE-EN-ISO 3251.

#### **7.6.- Materia no volátil en volumen**

01.- El contenido de materia no volátil en volumen de la pintura debe ser, como mínimo, del 45%, cuando se determina de acuerdo con la Norma UNE EN ISO 3233.

#### **7.7.- Vida útil de la mezcla**

01.- Al cabo de 4 horas, como mínimo, de haber preparado un litro de mezcla de los dos componentes, y contenida ésta en un envase cerrado, a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , la viscosidad de la mezcla medida de acuerdo con la Norma 48076, no debe alcanzar el doble del valor encontrado al realizar el ensayo de acuerdo con el Apartado 6.3.

#### **7.8.- Tiempos de secado**

01.- Los tiempos de secado se determinarán conforme a la Norma UNE 48301, a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  de temperatura,  $50 \pm 5\%$  de humedad relativa y  $40 \pm 5 \mu\text{m}$  de película seca.

02.- Seco al tacto: Máximo de 4 horas.

03.- Seco total: Máximo de 24 horas.

04.- Intervalo mínimo para repintar: la pintura debe poder recubrirse consigo misma, o con otras pinturas compatibles, a las 24 horas, o antes, a partir de su aplicación.

05.- Intervalo máximo para repintar: la pintura debe poder recubrirse consigo misma, o con otras pinturas compatibles, a los 3 días, o después, a partir de su aplicación.

06.- Intervalo de repintabilidad: Como se deduce de los Apartados anteriores, la pintura de poliuretano alifático de acabado brillante no debe presentar problema de repintabilidad, consigo misma o con otras

pinturas compatibles, al menos, en el intervalo comprendido entre las 24 horas y los 3 días a partir de su aplicación.

#### 7.9.- Condiciones ambientales de aplicación

01.- La pintura debe permitir su aplicación y curado, en, al menos, el intervalo de temperaturas ambientales entre 5°C y 40°C y humedad relativa inferior a 85%.

### 8.- CARACTERÍSTICAS DE LA PELÍCULA SECA

#### 8.1.- Aspecto

01.- El aspecto será uniforme, homogéneo, sin descuelgues, cráteres ni ampollas.

#### 8.2.- Brillo. Cabezal de 60°

01.- El brillo de una película aplicada sobre una probeta de vidrio preparada como se indica a continuación, será como mínimo, del 90%, con el cabezal 60°/60°.

02.- La preparación de la probeta se realiza de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 2813. Se aplica, con la ayuda de un extendedor, una capa de pintura para conseguir un espesor de película húmeda de 100 µm, dejando secar al aire a 23°C ± 2°C y 50 ± 5% de humedad relativa, durante 14 días.

#### 8.3.- Flexibilidad. Ensayo de plegado

01.- El ensayo de flexibilidad se realiza, según Norma UNE-EN-ISO 1519, empleando el mandril de 3 mm, sobre una probeta preparada como se indica a continuación. Observada con una lente de 10 aumentos, la probeta no presentará grietas o despegue del sustrato.

02.- En una probeta de acero laminado en frío de 150 mm x 75 mm x 0,5 mm, lijada de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 1514, se aplica una capa de pintura de poliuretano para conseguir un espesor de película seca de 40 ± 5 µm, dejando secar al aire durante 14 días a 23 ± 2°C y 50 ± 5% de humedad relativa, antes del ensayo.

#### 8.4.- Flexibilidad. Ensayo de Embutición

01.- Al realizar el ensayo de embutición, según Norma UNE-EN-ISO 1520, con una profundidad de 6,0 mm sobre la película de poliuretano, aplicada sobre una probeta preparada como se indicó en el Apartado 8.3, no se debe apreciar cuarteamiento ni despegue de la película al hacer la observación con una lente de 10 aumentos.

#### 8.5.- Ensayo de envejecimiento artificial acelerado

01.- Dos probetas preparadas, como se describe en el párrafo posterior, se someten a la acción del envejecimiento producido en el interior de una cámara de ultravioleta-condensación, de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 16474. Después de un tiempo de permanencia en la cámara de 500 horas, durante el que las probetas están sometidas a ciclos consistentes en 4 horas de exposición a la radiación UV, seguidas de 4 horas de condensación y con temperaturas de panel negro de 60°C y 50°C, respectivamente, empleando lámparas UV-B, no se deben producir alteraciones de brillo superiores a un 10% del valor inicial, ni variaciones de color ( $\Delta E^*_{ab}$ ) superiores a 0,5 unidades, de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 11664-4, para el color blanco. Para otros colores, se permitirá una variación de color ( $\Delta E^*_{ab}$ ) de hasta 4 unidades.



02.- Se prepararán dos probetas de aluminio o aleación de aluminio de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 1514, y se aplican dos capas de la pintura de poliuretano a ensayar, con un intervalo de aplicación entre capas de 24 horas, para obtener un espesor de película seca de  $40 \pm 5 \mu\text{m}$  por capa. Se deja secar durante 14 días al aire, a  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  y  $50 \pm 5\%$  de humedad relativa, antes del ensayo.

#### 8.6.- Ensayo de inmersión en agua destilada

01.- Después de 7 días de inmersión en agua destilada a  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ , una película de pintura de poliuretano aplicada sobre dos probetas preparadas de acuerdo con el párrafo posterior, con bordes y dorsos protegidos, y examinada después de ser sacada del líquido y secada con papel absorbente, no debe presentar formación de ampollas. Solo se permitirá una variación de color ( $\Delta E^*$ ) inferior a una unidad, y el brillo  $60^\circ/60^\circ$ , según Norma UNE-EN ISO 2813, debe ser, como mínimo, el 90% del valor inicial, al realizar las medidas al cabo de 2 horas después de salir del baño. En caso de fallo de una probeta, se debe repetir el ensayo.

02.- Se preparan probetas de acero laminado en frío, de 75 mm x 150 mm x 0,5 mm, lijadas y desengrasadas de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 1514, se aplica por pulverización una capa de imprimación epoxi anticorrosiva libre de plomo y cromatos, conforme con la Norma UNE 48271, para obtener un espesor de película seca de  $60 \pm 5 \mu\text{m}$ , y se deja secar al aire durante 24 horas a  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  y  $50 \pm 5\%$  de humedad relativa. Se aplican a continuación dos capas de la pintura de poliuretano a ensayar, con un intervalo de aplicación entre capas de 24 horas, para obtener un espesor de película seca de  $40 \pm 5 \mu\text{m}$  por capa. Se deja secar al aire a  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  y  $50 \pm 5\%$  de humedad relativa, durante 14 días, antes del ensayo.

#### 8.7.- Ensayo de inmersión en isooctano/tolueno 30/70

01.- Después de 8 horas de inmersión en una mezcla del 30% de isooctano y el 70% de tolueno, a ( $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ), tres probetas preparadas de acuerdo con el Apartado 8.6, con los bordes previamente protegidos, y examinadas después de ser sacadas del líquido y secadas con papel absorbente, no debe presentar formación de ampollas. Solo se permitirá una variación de color ( $\Delta E^*$ ) inferior a una unidad, y el brillo  $60^\circ/60^\circ$ , según Norma UNE-EN ISO 2813, debe ser, como mínimo, del 80%, al realizar las medidas al cabo de 10 minutos después de salir del baño. En caso de fallo de una probeta, se debe repetir el ensayo.

#### 8.8.- Resistencia a ácidos y álcalis

##### 8.8.1.- Ensayo de inmersión en ácido sulfúrico

01.- Tres probetas preparadas de acuerdo con el Apartado 8.6, con los bordes y dorsos protegidos, se someten a 2 horas de inmersión en ácido sulfúrico al 40%, a una temperatura  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ . Examinadas inmediatamente después de ser sacadas del líquido, una vez lavadas con agua dulce y secadas con papel absorbente, no deben presentar formación de ampollas ni ningún otro defecto de superficie. Solo se permitirá una variación de color ( $\Delta E^*$ ) inferior a 2 unidades, y el brillo  $60^\circ/60^\circ$ , según Norma UNE-EN ISO 2813, debe ser, como mínimo, el 80%, al realizar las medidas al cabo de 2 horas después de salir del baño. En caso de fallo de una probeta, se debe repetir el ensayo íntegro.

##### 8.8.2.- Ensayo de inmersión en hidróxido potásico

01 Procediendo según se indica en el Apartado 8.8.1, y en las mismas condiciones, se ensayan y examinan dos probetas sometidas a una inmersión en hidróxido potásico al 25%, debiendo reunir los mismos requisitos especificados en el Apartado 8.8.1.

#### 8.9.- Dureza Persoz

01.- La dureza de una película de poliuretano, aplicada sobre una probeta de vidrio preparada de acuerdo con 8.2, debe ser como mínimo, de 240 segundos Persoz.

### 8.10.- Ensayo de adherencia a tracción

01.- Preparadas tres probetas, como se indica a continuación se pegan dos sufrideras en cada probeta, se deja curar el adhesivo durante 48 horas y se someten dichas probetas a tracción con el dinamómetro que se emplee, de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 4624. La media aritmética de los resultados no será inferior a 3 MPa. En el resultado se indica cómo se ha producido la rotura.

02.- Sobre cuatro probetas de acero al carbono, de 150 mm x 75 mm x 4 mm, chorreadas hasta el grado Sa 2 $\frac{1}{2}$ , de acuerdo con la Norma ISO 8501-1, para obtener una rugosidad de 40  $\mu$ m a 50  $\mu$ m, se aplica una capa de imprimación epoxi anticorrosiva libre de plomo u cromatos, con forme con la Norma UNE 48271, con un espesor de película seca de 60  $\pm$  5  $\mu$ m. Se deja secar al aire a 23  $\pm$  2°C y 50  $\pm$  5% de humedad relativa durante 24 horas. Se aplica una capa de pintura de poliuretano con 40  $\pm$  5  $\mu$ m de película seca en las mismas condiciones anteriores. Se deja secar 14 días al aire antes de realizar el ensayo.

### 8.11.- Repintabilidad

01.- Se preparan tres probetas como se indica en 8.10, pero en este caso la capa de pintura de poliuretano se deja secar al aire solo durante 72 horas. Se aplica entonces una segunda capa del mismo producto y se deja secar el conjunto durante 14 días en las mismas condiciones ambientales. Se realizará el ensayo de adherencia a tracción como se describe en 8.10. La media aritmética de los valores obtenidos será superior a 3 MPa.

### 8.12.- Determinación de la relación de contraste

01.- Sobre la cartulina de contraste blanco-negro, se aplica una capa de pintura húmeda de 100  $\mu$ m, con ayuda de un extendedor, dejando secar al aire, a 23  $\pm$  2°C y 50  $\pm$  5% de humedad relativa, durante 14 días. El ensayo se realiza según lo especificado en la Norma UNE-EN ISO 6504.

02.- La relación de contraste no debe ser inferior a 0,96.

03.- Para los colores amarillos, naranjas y rojos, se aplican dos capas.

04.- El fabricante debe incluir la relación de contraste, siempre superior a los valores anteriores, con fines de identificación.

## 9.- MÉTODOS DE APLICACIÓN

### 9.1.- Tiempo de inducción

01.- Una vez mezclados y homogeneizados los dos componentes, el producto se dejará reposar el tiempo recomendado por el fabricante antes de su aplicación.

### 9.2.- Aplicación a brocha

01.- La pintura, mezclada y sin adición de disolvente, podrá aplicarse a brocha, con facilidad, sin descuelgues, ni goteos, sobre una superficie vertical, consiguiendo un espesor de película seca de 40  $\pm$  5  $\mu$ m lisa y brillante, sin poros ni otros defectos de superficie.

### 9.3.- Aplicación por pulverización aerográfica

01.- La pintura podrá aplicarse con pistola aerográfica, añadiendo, como máximo, un 20% del tipo de diluyente recomendado por el fabricante, pudiéndose conseguir sobre una superficie vertical, sin descuelgues ni goteos, una película seca de  $40 \pm 5 \mu\text{m}$ , lisa, brillante y sin defectos.

#### 9.4.- Aplicación por pulverización "airless"

01.- La pintura podrá aplicarse mediante pulverización sin aire (airless), añadiendo, como máximo, un 5% del tipo de diluyente recomendado por el fabricante, pudiéndose conseguir sobre una superficie vertical, sin descuelgues ni goteos, una película seca de  $40 \pm 5 \mu\text{m}$ , lisa, brillante y sin defectos.

#### 10.- IDENTIFICACIÓN DE LOS ENVASES

01.- Los envases vendrán perfectamente identificados, no solo en relación con las precauciones de seguridad, sino en cuanto a la composición, proporción de mezcla, número de lote, fecha de fabricación y caducidad, condiciones de almacenamiento, etc. En general, cumplirán la legislación vigente y las Normas UNE aplicables.

#### 11.- IDENTIFICACIÓN DE LA PINTURA

01.- El fabricante adjuntará, con cada partida que se suministre a la obra, una Hoja de características técnicas en la que, al menos, se detallen los siguientes datos:

- Descripción genérica de resinas y pigmentos.
- Materia no volátil, en peso.
- Materia no volátil, en volumen.
- Rendimiento teórico para  $40 \mu\text{m}$  de película seca.
- Tiempo y condiciones de almacenamiento.
- Proporción de los dos componentes en la mezcla, en volumen y en peso.
- Diluyentes para aplicación aerográfica y airless.
- Punto de inflamación de cada componente y de los diluyentes.
- Densidad a  $23^\circ\text{C}$ .
- Tiempo de vida útil a  $23^\circ\text{C}$ .
- Viscosidad aparente a  $23^\circ\text{C}$ .
- Intervalo de temperaturas de aplicación y curado.
- Humedad relativa máxima para aplicación y curado total.
- Tiempo de secado total a  $23^\circ\text{C}$ , 50% de H.R. y  $40 \mu\text{m}$  de película seca.
- Relación de contraste para un espesor de película seca de  $40 \mu\text{m}$ .
- Color, de acuerdo con la Norma UNE 48103 u otra Norma acordada.
- Intervalos de repintado de la pintura consigo misma a distintas temperaturas.
- Disolvente de limpieza de útiles.
- Hojas de seguridad.

#### 12.- RECEPCIÓN Y CONTROL

01.- Una vez que la pintura llegue a obra y previo al inicio de su aplicación, se comprobará que la pintura cumple los requisitos indicados en los Apartados 5, 6, 7 y 8 del presente Artículo.

02.- En el caso de que la pintura tenga sello o marca de calidad oficialmente reconocido, la dirección de la obra podrá eximir al material de los ensayos de recepción.

03.- Se realizará el Control de la pintura, al menos una vez, durante la aplicación de la misma, comprobando los aspectos reseñados en el presente Artículo.

### 13.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que forme parte.

### Sección 3.<sup>a</sup>

## PINTURAS DE ACABADO SIN NECESIDAD DE IMPRIMACIÓN

### ARTÍCULO 27.31.- PINTURAS AL TEMPLE

#### 1.- DEFINICIONES

01.- Recibe el nombre de pintura al temple, una disolución en agua de colas celulósicas o amiláceas con pigmentos a base de sulfato cálcico o carbonato cálcico.

#### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

##### 2.1.- Normas técnicas de referencia

01.- Norma Tecnológica de la Edificación. Revestimientos de paramentos. Especificación RPP-5.

##### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- Véase el Apartado 2.2 del Artículo 27.00.

#### 3.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

01.- Las pinturas al temple son pinturas de aspecto mate, acabado liso, rugoso o goteado con coloraciones generalmente pálidas, porosas y permeables, con poca resistencia al roce, al agua y poca dureza.

02.- Las pinturas al temple presentan la ventaja de un bajo coste de la materia prima, aunque tienen el inconveniente posterior de que al repintar hay que eliminar las capas anteriores para evitar pérdidas de adherencia.

03.- El temple se suministrará en forma de polvo o pasta de color blanco, pudiendo colorearse con pigmentos a base de tierras, previamente diluidas en agua.

04.- El material que se suministre en forma de pasta deberá venir movido y batido de manera que al extenderse no presente grumos, así como neutralizado el exceso de alcalinidad.

05.- El ajuste de color se realizará en el momento de su aplicación, añadiendo agua hasta conseguir la consistencia adecuada al trabajo a realizar.

#### 4.- EMPLEO

01.- Las pinturas al temple están indicadas para superficies interiores de yeso, cemento o ladrillo que no hayan de sufrir mucho frote ni estén expuestas a frecuentes condensaciones de agua, por su propensión a la formación de manchas de moho. (RPP-18, RPP-19 y RPP-20).

02.- Por su forma de aplicación, la pintura al temple se ajustará a alguno de los tipos siguientes:

- Temple liso. Es el aplicado a brocha o rodillo de lana o proyectado a pistola.
- Temple picado. Es el aplicado con un rodillo de esponja de tal modo que deja un relieve o granulado más acusado.

- Temple gotelé. Es el aplicado por simple proyección de gotas con máquinas adecuadas, consiguiéndose unos relieves especiales.
- Temple gotelé aplastado. Se consigue esta aplicación planchando después las gotas proyectadas con una espátula de plástico.
- Otros tipos de temple. Pertenecen a esta categoría los "rayados", "arpilleras", etc.

## 5.- CARACTERÍSTICAS DE LA PINTURA LÍQUIDA

### 5.1.- Densidad

01.- La densidad a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , se determinará solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE-EN ISO 2811.

### 5.2.- Materia no volátil en peso

01.- La materia no volátil en peso se determinará, solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE-EN-ISO 3251.

### 5.3.- Tiempos de secado

01.- La determinación de los tiempos de secado a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $(50 \pm 5)\%$  de humedad relativa se realizará, solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE 48301.

## 6.- ENVASADO

01.- Los envases vendrán perfectamente identificados, no solo en relación a las precauciones de seguridad, sino en cuanto a la composición, número de lote, fecha de fabricación y caducidad, condiciones de almacenamiento, etc. En general, cumplirán la legislación vigente y las Normas UNE aplicables.

## 7.- IDENTIFICACIÓN DE LA PINTURA

01.- El fabricante adjuntará, con cada partida que se suministre a la obra, una Hoja de características técnicas en la que, al menos, se detallen los siguientes datos:

- Descripción genérica de resinas y pigmentos
- Materia no volátil, en peso
- Tiempo y condiciones de almacenamiento
- Densidad a  $23^{\circ}\text{C}$
- Tiempo de secado total a  $23^{\circ}\text{C}$ , 50% de H.R. y  $40 \mu\text{m}$  de película seca
- Disolvente de limpieza de útiles

## 8.- RECEPCIÓN Y CONTROL

01.- Una vez que la pintura llegue a obra y previo al inicio de su aplicación, se comprobará que cumple los requisitos indicados en el Apartado 5 del presente Artículo.

02.- En el caso de que la pintura tenga sello o marca de calidad oficialmente reconocido, la Dirección de la obra podrá eximir al material de los ensayos de recepción.

03.- Se realizará el Control de la pintura, al menos una vez, durante la aplicación de la misma, comprobando los aspectos reseñados en el presente Artículo.

#### 9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que forme parte.

## ARTÍCULO 27.32.- PINTURAS PLÁSTICAS

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Reciben el nombre de pinturas plásticas las pinturas al agua con ligante formado por resinas vinílicas o acrílicas emulsionadas y pigmentos resistentes a la alcalinidad.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas técnicas de referencia

01.- Norma Tecnológica de la Edificación. Revestimientos de paramentos. Especificación RPP-9.

#### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- Véase el Apartado 2.2 del Artículo 27.00.

### 3.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

01.- Estas pinturas pueden presentar aspecto mate o satinado, acabado liso, rugoso o goteado, admitiendo toda gama de colores, con buena resistencia al roce y al lavado.

02.- El tipo de resina elegido condiciona su resistencia a la intemperie y a la alcalinidad de los soportes y su contenido en resina influye en su adherencia y en su resistencia al lavado y al frote.

03.- El secado es rápido en general, pero por realizarse por simple evaporación del agua, se retrasa en tiempo húmedo y frío.

### 4.- LIMITACIONES DE EMPLEO

01.- Las bajas temperaturas afectan perjudicialmente a las propiedades de la película pues no solamente por debajo de cero grados centígrados (0°C) se hace imposible su aplicación por posible congelación del agua, sino que por encima de dicha temperatura existe una temperatura mínima, comprendida entre cinco grados centígrados (5°C) y diez grados centígrados (10°C), por debajo de la cual las pequeñas gotas emulsionadas de resina plástica se tornan duras y pierden su elasticidad y capacidad de fundirse unas con otras por lo que la película resultante es deleznable y poco resistente al agua y al frote.

02.- El valor de esta temperatura debe ser indicado por el fabricante.

03.- La circunstancia expuesta en el párrafo 01 de este Apartado debe tenerse muy en cuenta sobre todo en los trabajos de invierno en zonas no muy frías, pues en ellas las paredes exteriores encaradas al Norte pueden conservar la baja temperatura de la noche durante muchas horas del día, a pesar de que en las otras fachadas un buen día soleado haga olvidar el frío nocturno.

### 5.- EMPLEO

01.- Estas pinturas pueden emplearse, tanto en interiores como en exteriores, sobre soportes de ladrillo, yeso, cemento y sus derivados (RPP-24, RPP-25 y RPP-26).



02.- Los tipos a base de acetato de polivinilo puro son válidos para superficies no alcalinas, pues son sensibles a la saponificación.

03.- Sobre superficies de hormigón y similares, especialmente al exterior, se recomiendan las pinturas basadas en resinas acrílicas puras o en copolímeros especiales.

## 6.- CARACTERÍSTICAS DE LA PINTURA LÍQUIDA

### 6.1.- Densidad

01.- La densidad a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  se determinará, solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE-EN ISO 2811.

### 6.2.- Materia no volátil en peso

01.- La materia no volátil en peso se determinará, solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE-EN-ISO 3251.

### 6.3.- Tiempos de secado

01.- La determinación de los tiempos de secado a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $(50 \pm 5)\%$  de humedad relativa se realizará, solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE 48301.

## 7.- ENVASADO

01.- Los envases vendrán perfectamente identificados, no solo en relación a las precauciones de seguridad, sino en cuanto a la composición, número de lote, fecha de fabricación y caducidad, condiciones de almacenamiento, etc. En general, cumplirán la legislación vigente y las Normas UNE aplicables.

## 8.- IDENTIFICACIÓN DE LA PINTURA

01.- El fabricante adjuntará, con cada partida que se suministre a la obra, una Hoja de características técnicas en la que, al menos, se detallen los siguientes datos:

- Descripción genérica de resinas y pigmentos
- Materia no volátil, en peso
- Tiempo y condiciones de almacenamiento
- Densidad a  $23^{\circ}\text{C}$
- Intervalo de temperaturas de aplicación y curado
- Humedad relativa máxima para aplicación y curado total
- Tiempo de secado total a  $23^{\circ}\text{C}$ , 50% de H.R. y  $40\ \mu\text{m}$  de película seca
- Color, de acuerdo con la Norma UNE 48103 u otra Norma acordada
- Disolvente de limpieza de útiles
- Hojas de seguridad

## 9.- RECEPCIÓN Y CONTROL

01.- Una vez que la pintura llegue a obra y previo al inicio de su aplicación, se comprobará que cumple los requisitos indicados en el Apartado 6 del presente Artículo.

02.- En el caso de que la pintura tenga Sello o Marca de calidad oficialmente reconocido, la Dirección de la obra podrá eximir al material de los ensayos de recepción.

03.- Se realizará el Control de la pintura, al menos una vez, durante la aplicación de la misma, comprobando los aspectos reseñados en el presente Artículo.

#### 10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## ARTÍCULO 27.33.- PINTURAS A LA CAL

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Recibe el nombre de pintura a la cal, una disolución en agua cuyo ligante y pigmento es el hidróxido cálcico o cal apagada.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas técnicas de referencia

01.- Norma Tecnológica de la Edificación. Revestimientos de paramentos. Especificación RPP-6.

#### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- Véase el Apartado 2.2 del Artículo 27.00.

### 3.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

01.- La pintura a la cal es una pintura de aspecto mate, acabado liso, blanca o con coloración generalmente muy pálida, porosa y absorbente, con buen comportamiento a la intemperie, endureciendo con la humedad y el tiempo y buenas propiedades microbicidas.

02.- Presentan buena adherencia sobre morteros de cemento y de cal, piedra y ladrillos muy porosos.

03.- Las pinturas a la cal tienen una gran resistencia a las inclemencias del tiempo; la lluvia favorece, incluso, la carbonatación y la pintura va adquiriendo más dureza. Precisamente, para captar mejor esa humedad ambiental se añade alumbre y sal gorda en las lechadas que se van a dar como última mano.

04.- La calidad de la lechada de cal apagada mejora cuanto más tiempo se guarde en forma de pasta, después de apagada.

### 4.- LIMITACIONES DE EMPLEO

01.- No se pueden aplicar sobre yeso, madera o metal.

02.- Aunque el costo de la materia prima no es elevado, la elaboración de la misma requiere un empleo de mano de obra considerable.

03.- Por su causticidad, debe emplearse con precaución, protegiendo especialmente los ojos.

04.- Su repintado presenta el problema de que como hay que aplicar capas bastante abundantes, en seguida se alcanza un grosor que sobrepasa el nivel tolerado por la poca flexibilidad de este producto, por lo que hay que eliminar las capas anteriores para evitar cuarteamientos y escamas.

### 5.- EMPLEO

01.- La pintura a la cal es aplicable sobre ladrillo y cemento (RPP-21), aplicando una mano de fondo con pintura a la cal diluida, aplicada a brocha de encalar, rodillo o procedimientos neumáticos, hasta la

impregnación de los poros de la superficie del soporte. Pasado el tiempo de secado se procederá a la aplicación de dos manos de acabado aplicadas a brocha, rodillo o procedimientos neumáticos.

02.- La cal aérea se suministrará en terrones o envasada; la cal hidráulica en polvo.

03.- La mezcla con agua se hará de forma que la masa obtenida se pueda mover o batir fácilmente, quedando una mezcla porosa y absorbente con buena adherencia que pueda extenderse en capas delgadas sin mostrar grumos.

04.- Formará, después de su aplicación y secado, una película opaca, uniforme, libre de partículas y vetas de color.

05.- En usos al exterior se podrá aumentar su poder ligante, así como su adherencia, mediante silicato sódico o aceites tratados, así como sal gorda y alumbre.

06.- Podrá colorearse ligeramente con pigmentos resistentes a la alcalinidad, diluidos previamente con agua.

## 6.- CARACTERÍSTICAS DE LA PINTURA LÍQUIDA

### 6.1.- Densidad

01.- La densidad a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  se determinará, solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE-EN ISO 2811.

### 6.2.- Materia no volátil en peso

01.- La materia no volátil en peso se determinará, solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE-EN-ISO 3251.

### 6.3.- Tiempos de secado

01.- La determinación de los tiempos de secado a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $(50 \pm 5)\%$  de humedad relativa se realizará, solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE 48301.

## 7.- ENVASADO

01.- Los envases vendrán perfectamente identificados, no solo en relación a las precauciones de seguridad, sino en cuanto a la composición, proporción de mezcla de agua, número de lote, fecha de fabricación y caducidad, condiciones de almacenamiento, etc. En general, cumplirán la legislación vigente y las Normas UNE aplicables.

## 8.- IDENTIFICACIÓN DE LA PINTURA

01.- El fabricante adjuntará, con cada partida que se suministre a la obra, una Hoja de características técnicas en la que, al menos, se detallen los siguientes datos:

- Descripción genérica de resinas y pigmentos
- Proporción de agua en la mezcla, en volumen y/o en peso
- Materia no volátil, en peso
- Tiempo y condiciones de almacenamiento

- Densidad a 23°C
- Intervalo de temperaturas de aplicación y curado
- Humedad relativa máxima para aplicación y curado total
- Tiempo de secado total a 23°C, 50% de H.R. y 40 µm de película seca
- Disolvente de limpieza de útiles
- Hojas de seguridad

#### 9.- RECEPCIÓN Y CONTROL

01.- Una vez que la pintura llegue a obra y previo al inicio de su aplicación, se comprobará que cumple los requisitos indicados en los Apartados 4, 5, 6 y 8 del presente Artículo.

02.- En el caso de que la pintura tenga Sello o Marca de calidad oficialmente reconocido, la Dirección de la obra podrá eximir al material de los ensayos de recepción.

03.- Se realizará el Control de la pintura, al menos una vez, durante la aplicación de la misma, comprobando los aspectos reseñados en el presente Artículo.

#### 10.-- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que forme parte.

## ARTÍCULO 27.34.- PINTURAS AL CEMENTO

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Recibe el nombre de pintura al cemento, una disolución en agua de cemento blanco tratado y pigmentos resistentes a la alcalinidad.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas técnicas de referencia

01.- Norma Tecnológica de la Edificación. Revestimientos de paramentos. Especificación RPP-8.

#### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- Véase el Apartado 2.2 del Artículo 27.00.

### 3.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

01.- Pintura de aspecto mate, acabado liso, absorbente, dura y buena resistencia a la intemperie.

02.- El secado y la formación de la capa, se produce por el mismo mecanismo que el fraguado del cemento, por lo que es muy necesaria la constante presencia de humedad durante dicha fase.

03.- Precisan sustratos ásperos y porosos para lograr una buena adherencia.

### 4.- EMPLEO

01.- Se empleará preferentemente en exteriores sobre mortero de cemento y ladrillos porosos (RPP-23).

02.- Se suministrará en estado de polvo para ser mezclado con agua en el momento de su aplicación, con la dosificación indicada por el fabricante para cada uso. Una vez efectuada la mezcla presentan una vida limitada que determinará el fabricante.

03.- Una vez humedecido el soporte se aplicará una mano de fondo con pintura de cemento dada a brocha, rodillo o pistola, impregnando la superficie del soporte, con un rendimiento y proporción de la mezcla no menores de los especificados por el fabricante. A continuación, se aplicará la mano de acabado con pintura de cemento dada a brocha, rodillo o pistola. Una vez terminada la aplicación se humedecerá el soporte de nuevo.

### 5.- CARACTERÍSTICAS DE LA PINTURA LÍQUIDA

#### 5.1.- Densidad

01.- La densidad a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  se determinará, solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE-En ISO 2811.

#### 5.2.- Materia no volátil en peso

01.- La materia no volátil en peso se determinará, solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE-EN-ISO 3251.

### 5.3.- Tiempos de secado

01.- La determinación de los tiempos de secado a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $(50 \pm 5)\%$  de humedad relativa se realizará, solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE 48301.

### 6.- ENVASADO

01.- Los envases vendrán perfectamente identificados, no solo en relación a las precauciones de seguridad, sino en cuanto a la composición, proporción de agua, número de lote, fecha de fabricación y caducidad, condiciones de almacenamiento, etc. En general, cumplirán la legislación vigente y las Normas UNE aplicables.

### 7.- IDENTIFICACIÓN DE LA PINTURA

01.- El fabricante adjuntará, con cada partida que se suministre a la obra, una Hoja de características técnicas en la que, al menos, se detallen los siguientes datos:

- Descripción genérica de resinas y pigmentos
- Materia no volátil, en peso
- Tiempo y condiciones de almacenamiento
- Dosificación de agua
- Densidad a  $23^{\circ}\text{C}$
- Tiempo de vida útil a  $23^{\circ}\text{C}$
- Intervalo de temperaturas de aplicación y curado
- Humedad relativa máxima para aplicación y curado total
- Tiempo de secado total a  $23^{\circ}\text{C}$ , 50% de H.R. y  $40\ \mu\text{m}$  de película seca
- Color, de acuerdo con la Norma UNE 48103 u otra Norma acordada
- Disolvente de limpieza de útiles
- Hojas de seguridad

### 8.- RECEPCIÓN Y CONTROL

01.- Una vez que la pintura llegue a obra y previo al inicio de su aplicación, se comprobará que cumple los requisitos indicados en el Apartado 5 del presente Artículo.

02.- En el caso de que la pintura tenga Sello o Marca de calidad oficialmente reconocido, la Dirección de la obra podrá eximir al material de los ensayos de recepción.

03.- Se realizará el Control de la pintura, al menos una vez, durante la aplicación de la misma, comprobando los aspectos reseñados en el presente Artículo.

### 9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que forme parte.

## ARTÍCULO 27.35.- PINTURAS AL SILICATO

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Recibe el nombre de pintura al silicato una disolución acuosa de silicato de sosa o potasa con pigmentos minerales resistentes a la alcalinidad.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas técnicas de referencia

01.- Norma Tecnológica de la Edificación. Revestimientos de paramentos. Especificación RPP-7.

#### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- Véase el Apartado 2.2 del Artículo 27.00.

### 3.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

01.- Son pinturas de aspecto mate, acabado liso, con coloración generalmente pálida, algo absorbentes, duras y con gran resistencia a la intemperie.

02.- Estas pinturas son, asimismo, muy resistentes a la alcalinidad propia del cemento por lo que se utilizan preferentemente para el pintado de paramentos exteriores, sobre enfoscados y hormigones porosos que precisen buena resistencia a la humedad y a la intemperie.

### 4.- LIMITACIONES DE EMPLEO

01.- Su costo es relativamente bajo en cuanto a material, pero igual que ocurre con las pinturas a la cal, su manipulación y aplicación exige una mano de obra muy experta lo que encarece sensiblemente el acabado.

02.- Por su acabado, completamente mate y algo absorbente, no se utilizan normalmente en interiores, pues cuesta mucho eliminar las manchas por lavado.

03.- No se emplea nunca sobre paredes de yeso.

04.- Presenta muchas dificultades la obtención de tonos fuertes lo que recomienda limitar su uso a tonos pastel.

### 5.- EMPLEO

01.- Se utilizan principalmente en exteriores sobre ladrillo y cemento (RPP-22), y sobre mortero, revoco de cal, piedra, etc. Se aplicará una primera mano de fondo con pintura al silicato a brocha, rodillo o pistola con un rendimiento no menor del especificado por el fabricante. Pasado el tiempo de secado, se aplicará una segunda mano a brocha, rodillo o pistola.

02.- Se transportarán y almacenarán por separado el ligante y el pigmento.



03.- Estas pinturas tienen una gran adherencia al cristal (al silicato de sosa se le llama también vidrio soluble) por lo que cuando se pinta una fachada hay que tener la precaución de proteger todos los vidrios y la carpintería.

04.- Por su alta alcalinidad debe protegerse la epidermis, y especialmente los ojos de los operarios, contra posibles salpicaduras.

05.- La preparación de la mezcla se realizará en el momento de la aplicación, procurando que la cantidad de mezcla sea la prevista para el trabajo.

## 6.- CARACTERÍSTICAS DE LA PINTURA LÍQUIDA

### 6.1.- Densidad

01.- La densidad a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  se determinará, solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE-EN ISO 2811.

### 6.2.- Materia no volátil en peso

01.- La materia no volátil en peso se determinará, solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE-EN-ISO 3251.

### 6.3.- Tiempos de secado

01.- La determinación de los tiempos de secado a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $(50 \pm 5)\%$  de humedad relativa se realizará, solo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE 48301.

## 7.- ENVASADO

01.- Los envases vendrán perfectamente identificados, no solo en relación a las precauciones de seguridad, sino en cuanto a la composición, proporción de mezcla, número de lote, fecha de fabricación y caducidad, condiciones de almacenamiento, etc. En general, cumplirán la legislación vigente y las Normas UNE aplicables.

## 8.- IDENTIFICACIÓN DE LA PINTURA

01.- El fabricante adjuntará, con cada partida que se suministre a la obra, una Hoja de características técnicas en la que, al menos, se detallen los siguientes datos:

- Descripción genérica de resinas y pigmentos
- Materia no volátil, en peso
- Rendimiento teórico
- Tiempo y condiciones de almacenamiento
- Densidad a  $23^{\circ}\text{C}$
- Tiempo de vida útil a  $23^{\circ}\text{C}$
- Intervalo de temperaturas de aplicación y curado
- Humedad relativa máxima para aplicación y curado total
- Tiempo de secado total a  $23^{\circ}\text{C}$ , 50% de H.R. y  $40\ \mu\text{m}$  de película seca
- Color, de acuerdo con la Norma UNE 48103 u otra Norma acordada
- Intervalos de repintado de la pintura consigo misma a distintas temperaturas

- Disolvente de limpieza de útiles
- Hojas de seguridad

#### 9.- RECEPCIÓN Y CONTROL

01.- Una vez que la pintura llegue a obra y previo al inicio de su aplicación, se comprobará que cumple los requisitos indicados en el Apartado 6 del presente Artículo.

02.- En el caso de que la pintura tenga sello o marca de calidad oficialmente reconocido, la Dirección de la obra podrá eximir al material de los ensayos de recepción.

03.- Se realizará el Control de la pintura, al menos una vez, durante la aplicación de la misma, comprobando los aspectos reseñados en el presente Artículo.

#### 10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

## ARTÍCULO 27.36.- BARNICES (PCTG99)

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Recibe el nombre de barniz hidrófugo de silicona, un barniz a base de disoluciones en disolventes de resinas de siliconas en una proporción entre el dos por ciento (2%) y el seis por ciento (6%).

02.- Recibe el nombre de barniz graso, un barniz compuesto de aceites secantes mezclados con resinas duras, naturales o sintéticas y disolventes de hidrocarburos del tipo "white spirit" o aguarrás.

03.- Recibe el nombre de barniz sintético, un barniz compuesto de resinas sintéticas obtenidas por la combinación química de aceites secantes o semisecantes, con resinas sintéticas duras disueltas en disolventes de hidrocarburos del tipo "white spirit" o aguarrás.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas técnicas de referencia

01.- Norma Tecnológica de la Edificación. Revestimientos de paramentos. Especificaciones RPP-15, RPP-16 y RPP-17.

#### 2.2.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- Véase el Apartado 2.2 del Artículo 27.00.

### 3.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

01.- Los barnices hidrófugos de silicona presentan un aspecto brillante, acabado liso y transparente, con gran resistencia al agua.

02.- Los barnices grasos presentan un aspecto mate, satinado o brillante, acabado liso y transparente, con buena resistencia al roce, al lavado y con poca retención del brillo a la intemperie.

03.- Los barnices sintéticos presentan un aspecto mate satinado o brillante, acabado liso y transparente con buena resistencia al roce, al lavado y a la intemperie y con buena retención del brillo.

### 4.- EMPLEO

01.- Los barnices hidrófugos de silicona se utilizan sobre ladrillo y cemento, previa limpieza del soporte y en particular de los álcalis mediante cepillos y elementos adecuados. A continuación se procederá a la aplicación del barniz hidrófugo de silicona a brocha o pistola, en el número de manos señalados por el fabricante, procurando la impregnación de los poros de la superficie del soporte (RPP-41).

02.- Los barnices grasos y sintéticos, se aplican sobre madera, previa limpieza y lijado fino de la misma. Se aplicará una mano de fondo con barniz diluido, mezclado con productos de conservación de la madera si se requiere, dada a brocha o pistola de manera que queden impregnados los poros. Pasado el tiempo de secado de la mano de fondo, se realizará un lijado fino del soporte aplicándose a continuación dos manos de barniz a brocha, respetando el tiempo de secado entre capas (RPP-42 y RPP-43).

## 5.- CARACTERÍSTICAS DEL BARNIZ LÍQUIDO

### 5.1.- Densidad

01.- La densidad a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , se determinará sólo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE 48098-92.

### 5.2.- Materia no volátil en peso

01.- La materia no volátil en peso, se determinará sólo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE-EN-ISO 3251-96.

### 5.3.- Tiempos de secado

01.- La determinación de los tiempos de secado a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $(50 \pm 5)\%$  de humedad relativa, se realizará sólo a efectos de identificación, conforme a la Norma UNE 48086-64.

## 6.- ENVASADO

01.- Los envases vendrán perfectamente identificados no sólo en relación a las precauciones de seguridad, sino en cuanto a la composición, número de lote, fecha de fabricación y caducidad, condiciones de almacenamiento, etc. En general, cumplirán la legislación vigente y las Normas UNE aplicables.

## 7.- IDENTIFICACIÓN DEL BARNIZ

01.- El fabricante adjuntará, con cada partida que se suministre a la obra, una Hoja de características técnicas en la que, al menos, se detallen los siguientes datos:

- Descripción genérica de resinas y pigmentos
- Aspecto de la película seca (brillante, satinado o mate)
- Capacidad del envase en litros y en kilogramos
- Rendimiento teórico en metros cuadrados por litro (m<sup>2</sup>/l)
- Tiempo y condiciones de almacenamiento
- Diluyentes para aplicación aerográfica y airless
- Materia no volátil, en peso
- Densidad a 23°C
- Intervalo de temperaturas de aplicación y curado
- Humedad relativa máxima para aplicación y curado total
- Tiempo de secado total a 23°C y 50% de H.R.
- Intervalos de repintado del barniz consigo mismo a distintas temperaturas
- Disolvente de limpieza de útiles
- Hojas de seguridad

## 8.- RECEPCIÓN Y CONTROL

01.- Una vez que el barniz llegue a obra y previo al inicio de su aplicación, se comprobará que cumple los requisitos indicados en el Apartado 5 del presente artículo.

02.- En el caso de que el barniz tenga sello o marca de calidad oficialmente reconocido, el Director de la obra podrá eximir al material de los ensayos de recepción.

03.- Se realizará el Control del barniz, al menos una vez, durante la aplicación del mismo, comprobando los aspectos reseñados en el presente artículo.

## 9.- MEDICIÓN Y ABONO

01. La medición y abono de este material se realizará según lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

## Sección 4.<sup>a</sup>

### OTROS TRATAMIENTOS DE PROTECCIÓN SUPERFICIAL

#### ARTÍCULO 27.41.- HIDROFUGANTES

##### 1.- DEFINICIONES

01.- Hidrofugantes, o hidrófugos de superficie, son productos líquidos que, aplicados en capa delgada sobre paramentos de fábricas de hormigón, de mortero, de piedra o de otros materiales obturan los poros superficiales y los protegen contra la succión capilar haciéndolos resistentes a la humedad exterior.

##### 2.- CLASIFICACIÓN

01.- Los hidrofugantes se clasifican en los siguientes grupos:

- Pinturas de siliconas
- Jabones minerales (estearatos, oleatos, lauratos de calcio, magnesio o aluminio)
- Aceites pesados minerales
- Aceites vegetales (aceite de linaza normalmente)

##### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las pinturas de silicona deben ser de resinas de siliconas y no otras pinturas a las que se les haya añadido una pequeña cantidad de aceite de silicona.

02.- Los jabones aluminosos son en general superiores a los de calcio y los estearatos son preferibles a los oleatos.

03.- En el caso del tratamiento con aceite de linaza, conviene preparar una disolución que contenga un cincuenta por ciento (50%) de esencia de trementina y aplicarla a sesenta grados centígrados (60°C) u ochenta grados centígrados (80°C) sobre la superficie seca del paramento.

04.- En la elección del producto hidrofugante se tendrá en cuenta la posible necesidad de transpiración de los paramentos tratados.

05.- En tratamientos de protección del hormigón se deberán emplear productos con marcado CE conforme a la UNE EN 1504-2.

##### 4.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de estos materiales se realizará según lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

## ARTÍCULO 27.42.- IMPERMEABILIZANTES

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Impermeabilizantes son productos, líquidos o viscosos que, aplicados en capa delgada sobre paramentos de fábricas de hormigón, de mortero, de piedra o de otros materiales evitan la filtración del agua a través de la lámina que forman.

### 2.- CLASIFICACIÓN

01.- Los impermeabilizantes se clasifican en los siguientes grupos:

- Silicatos y fluosilicatos en disolución acuosa que al secarse forman una película dura e insoluble (silicato potásico o sódico, fluosilicatos de magnesio, de aluminio, de cinc o de plomo). Su aplicación se denomina silicatización y fluatación, respectivamente.
- Parafinas y ceras.
- Pinturas bituminosas.
- Pinturas impermeables basadas en copolímeros acrílicos en base agua.

### 3.- SILICATIZACIÓN

01.- Se ejecutará con silicato de potasa de treinta y cinco grados (35º) de concentración, mezclado con vez y media su volumen de agua, y aplicado en cantidad variable según la naturaleza y grado de porosidad del soporte. Como tipo para porosidad y grano medio se empleará un kilogramo y medio por metro cuadrado de superficie.

02.- La aplicación se ejecutará por medio de brochas nuevas de crin, en dos o tres capas. Entre la aplicación de una y otra mano se dejarán transcurrir como mínimo veinticuatro horas (24 h).

03.- Si se trata de obra nueva, la aplicación del silicato podrá hacerse directamente; cuando se trate de obra antigua se prepararán antes los paramentos, limpiándolos perfectamente y llegándose, si fuese necesario, a relabrarlos hasta llegar al vivo del soporte y facilitar la penetración del silicato.

04.- Queda prohibido el empleo de silicato de sosa, para evitar la formación de eflorescencias en los paramentos.

### 4.- FLUATACIÓN

01.- Se ejecutará con fluosilicatos incoloros, tales como los de cinc, magnesia, etc., si el soporte debe quedar en su tono natural.

02.- Para obtener coloraciones diversas se emplearán los fluosilicatos de cobre, plomo, etc., según el tono a obtener.

03.- Para endurecimientos corrientes se empleará preferentemente el fluosilicato de cinc o de magnesia.

04.- Para endurecimientos grandes, en los que se consigue una mayor impermeabilización, se empleará el fluosilicato de alúmina.

05.- La aplicación se hará por los mismos procedimientos del tipo anterior y guardándose idénticos intervalos entre una y otra aplicación.

06.- No se aplicará ninguna capa hasta que la anteriormente aplicada esté completamente seca.

07.- Según la naturaleza del soporte y lo dispuesto en el PCTP, o, en su caso, por la Dirección de Obra, el número de manos de aplicación podrá variar entre una y tres capas.

08.- Veinticuatro horas (24 h) después de la última capa, las superficies deben lavarse con gran cantidad de agua para eliminar todo indicio de fluosilicato no fijado y evitar así las manchas superficiales.

## 5.- PARAFINAS Y CERAS

01.- Pueden utilizarse los siguientes procedimientos para impermeabilizar los paramentos con parafinas y ceras:

- 1º Enlucido de mezcla de esencia de petróleo y cera, en la proporción de un litro de esencia por cada setenta y cinco gramos (75 g) de cera blanca. Se empleará fundiendo previamente la cera y vertiendo sobre ella la esencia de petróleo al empezar a enfriarse, calentándose después la mezcla al baño maría, hasta liquidarla, inmediatamente antes de su empleo.
- 2º Previa autorización de la Dirección de Obra podrán, asimismo, enlucirse los paramentos con parafina y cera fundida.
- 3º Con la misma autorización podrá aplicarse sobre los paramentos, bien secos, parafina disuelta en benzol.

## 6.- PINTURAS BITUMINOSAS

01.- Están constituidas a base de brea de alquitrán de hulla, de asfaltos, o de betunes asfálticos.

02.- La brea de alquitrán de hulla debe aplicarse sobre una imprimación de creosota, en las condiciones que se exigen en la Norma UNE 104203.

03.- Cuando se utilicen asfaltos o betunes asfálticos serán del tipo G-1 o G-2, según vayan a utilizarse bajo o sobre el nivel del terreno. Cada uno de dichos tipos cumplirá las condiciones que se le exigen en la Norma UNE 104202.

## 7.- PINTURAS IMPERMEABLES BASADAS EN COPOLÍMEROS ACRÍLICOS EN BASE AGUA

01.- En Obra nueva (hormigón) se dejará fraguar completamente el hormigón.

Eliminar lechada de fraguado, sales solubles, polvo, grasa y otros contaminantes mediante procedimientos mecánicos o manuales.

Aplicar previamente una capa de emulsión selladora que dejaremos secar 2-4 horas a 20°C.

02.- En obras de restauración y mantenimiento:

Eliminar impermeabilizaciones viejas en mal estado, suciedad, polvo, etc.

Aplicar previamente una capa de barniz de anclaje que dejaremos secar 6-8 horas a 20°C.

Aplicar dos o más capas de pintura impermeable en base a copolímeros acrílicos dejando secar mínimo 12 horas entre capas.



## 8.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de estos materiales se realizará según lo indicado en la unidad de obra de que formen parte.

## ARTÍCULO 27.43.- PINTURA PROTECTORA ANTICARBONATACIÓN

---

### 1.- DEFINICIÓN

01.- La carbonatación es el proceso químico por el que se transforma hidróxido de calcio del hormigón en carbono cálcico, en presencia de dióxido de carbono. Este fenómeno reduce el pH del hormigón, haciendo que las armaduras pierdan su protección. La zona carbonatada progresa desde la superficie hacia el interior de los elementos de hormigón.

02.- La misión de un tratamiento anticarbonatación es retrasar este proceso.

03.- La pintura, una vez curada, constituirá un revestimiento flexible que cumplirá las siguientes funciones:

- Protección contra la penetración, control de la humedad e impermeabilidad ante el agua de lluvia (pero permeable al vapor de agua permitiendo respirar al soporte) de los paramentos de hormigón, ya sean estos horizontales o verticales. En cuanto al coeficiente de difusión del vapor del agua ( $\mu\text{H}_2\text{O}$ ), se requerirá que el espesor de aire equivalente sea inferior a 5 m.
- Anticarbonatación del hormigón (alta resistencia a la difusión del  $\text{CO}_2$ ), reduciendo la velocidad de carbonatación y previniendo, por tanto, la corrosión de las armaduras por procesos de carbonatación. En cuanto al coeficiente de difusión de dióxido de carbono ( $\mu\text{CO}_2$ ), se exigirá un espesor de capa de aire equivalente  $> 50$  m.
- Puente de fisuras (con aberturas hasta el orden de 0.5 mm).
- Acabado estético, eliminando manchas e igualando tonalidades del hormigón. Será resistente a los rayos UV, asegurando así gran estabilidad del color.
- Alta resistencia a los álcalis y a la alcalinidad del cemento.

04.- Las pinturas anticarbonatación se componen de resinas acrílicas en disolución.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos de Condiciones e Instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

#### 2.2.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- EN 1504-2. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 2: Sistemas de protección de superficie.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- La pintura anticarbonatación cumplirá lo establecido para los sistemas de protección contra la penetración en la Norma EN 1504-2.

02.- La adherencia al mortero y hormigones será superior a 25 kg/cm<sup>2</sup>.

03.- La pintura anticarbonatación será resistente al envejecimiento, con capacidad para no modificar sus propiedades por la incidencia a los rayos UV ni por encontrarse en un medio alcalino.

04.- Deberá ser impermeable al agua de lluvia, pero permitiendo el paso de vapor de agua.

05.- La temperatura y humedad de aplicación será acorde a la situación que se prevea durante la ejecución.

06.- En el Proyecto se deberá establecer el color de la pintura anticarbonatación. En cualquier caso, la Dirección de Obra deberá aceptar el producto empleado.

El color se definirá en el Proyecto de acuerdo con la Norma UNE 48103 u otra Norma acordada.

07.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 1504-2, para los requisitos siguientes:

- Retracción lineal (cuando proceda)
- Coeficiente de dilatación térmica (cuando proceda)
- Corte por enrejado (cuando proceda)
- Permeabilidad al CO<sub>2</sub>
- Permeabilidad al vapor de agua
- Absorción capilar y permeabilidad al agua
- Compatibilidad térmica (cuando proceda)
- Resistencia al choque térmico (cuando proceda)
- Resistencia química (cuando proceda)
- Resistencia a la fisuración (cuando proceda)
- Adhesión mediante el ensayo de arrancamiento
- Reacción al fuego
- Resistencia al derrape (cuando proceda)
- Envejecimiento artificial (cuando proceda)
- Comportamiento antiestático (cuando proceda)
- Adhesión en hormigón húmedo (cuando proceda)
- Sustancias peligrosas

#### 4.- RECEPCIÓN

01.- Las pinturas anticarbonatación deberán contar con Marcado CE y deberán cumplir los requisitos establecidos en la Norma EN 1504-2.

02.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al Marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y en este PCTG.

05.- En el Proyecto se podrán especificar controles adicionales que se deberán realizar a la recepción del producto.

06.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

07.- La Dirección de Obra podrá encargar ensayos adicionales, que serán conformes a los indicados en la Norma EN 1504-2.

#### 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que forma parte.

## ARTÍCULO 27.44.- PINTURAS INTUMESCENTES Y ABLATIVAS

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se denomina pintura intumescente a aquella que actúa de forma reactiva ante el fuego, creando una capa térmicamente aislante, consistente en una masa carbonosa expandida.

Se diferencia de las protecciones pasivas, que actúan mediante el grosor aplicado con un aislamiento permanente.

Las pinturas intumescente se pueden aplicar en superficies de acero, hormigón, madera, plásticos, etc.

02.- Se denomina pintura ablativa a las que se encuentran dentro del ámbito de las intumescentes, que crean un elevado aislamiento térmico por deshidratación y de laminación progresiva de la masa carbonosa que se forma cuando se produce un incremento significativo de la temperatura.

Las principales aplicaciones de las pinturas ablativas son las estructuras de hormigón armado y los cables.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos de Condiciones e Instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

02.- Instrucción de Acero Estructural vigente.

03.- Código Técnico de la Edificación.

#### 2.2.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 1363. Ensayos de resistencia al fuego. Todas las partes

02.- UNE-EN 1992-1-2. Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-2: Reglas generales. Proyecto de estructuras frente al fuego.

03.- UNE-EN 1993-1-2. Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-2: Reglas generales. Proyecto de estructuras sometidas al fuego.

04.- UNE-EN 1994-1-2. Eurocódigo 4: Proyecto de estructuras mixtas de acero y hormigón. Parte 1-2: Reglas generales. Proyecto de estructuras sometidas al fuego.

05.- UNE-EN 1995-1-2. Eurocódigo 5: Proyecto de estructuras de madera. Parte 1-2: Reglas generales. Proyecto de estructuras sometidas al fuego.

06.- UNE-EN 13381. Métodos de ensayo para determinar la contribución a la resistencia al fuego de los elementos estructurales. Todas las partes.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- El producto empleado será adecuado para el tipo de material a proteger.

02.- Se aplicarán mediante máquina de pulverización tipo "airless", rodillo o brocha, siguiendo las indicaciones del fabricante.

03.- Las superficies sobre la que se aplique serán firmes, limpias y secas.

04.- El aplicador de la pintura emitirá un certificado sobre la correcta ejecución de la protección.

05.- Se establecerá un programa de inspección y mantenimiento del producto, según las indicaciones del fabricante.

06.- Cuando se aplique sobre superficies donde existan pinturas, imprimaciones u otros tratamientos previos, se realizarán los ensayos previos que garanticen la compatibilidad y la adhesión en caso de incendio.

07.- En el Proyecto se establecerá el color de la pintura, en el caso de que sea de acabado. Antes de la aplicación, la Dirección de Obra deberá comprobar que se corresponde con el color establecido. Para ello se podrá hacer una prueba en una zona no visible.

El color se definirá en el Proyecto de acuerdo con la Norma UNE 48103 u otra Norma acordada.

#### 4.- RECEPCIÓN

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- La Dirección de Obra podrá encargar ensayos para verificar la efectividad de la protección en las condiciones en que se prevea la aplicación.

03.- Se emplearán preferentemente pinturas intumescentes o ablativas que cuenten con marcado CE.

04.- Aunque las pinturas ablativas o intumescentes no cuentan con una Norma Armonizada, el fabricante puede tramitar una Evaluación Técnica Europea (ETE), elaborada por un Organismo de Evaluación Técnica (OET) y se aprueba en el contexto de la EOTA (European Organisation for Technical Assessment). La ETE hace posible la Declaración de Prestaciones y el marcado CE de los productos no cubiertos o no totalmente cubiertos por una especificación técnica armonizada.

05.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

06.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto y este PCTG.

07.- En el Proyecto se podrán especificar controles adicionales que se deberán realizar a la recepción del producto.

08.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

## 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que forma parte.

## Sección 5.<sup>a</sup>

### PINTURAS MONOCAPA IMPRIMACIÓN Y ACABADO

---

#### ARTÍCULO 27.51.- PINTURA MONOCAPA SINTÉTICA

---

##### 1.- DEFINICIONES

01.- Las pinturas monocapa son pinturas que, en un solo producto, y con la aplicación de una sola mano, desarrollan las funciones de protección frente a la corrosión de una imprimación y las funciones estéticas y de conservación del color de un esmalte. Aportando un importante ahorro en mano de obra.

02.- Son también comúnmente conocidas como pinturas imprimación acabado.

03.- En el caso del monocapa sintético, la pintura es de un solo componente.

##### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

###### 2.1.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- Véase el Apartado 2.2 del Artículo 27.00.

##### 3.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

01.- El monocapa debe contener un agente anticorrosivo que debe estar claramente especificado en las fichas técnicas del fabricante.

02.- Los monocapa sintéticos son pinturas de aspecto mate, satinado o brillante, acabado liso, con buena resistencia al roce, al lavado y a la intemperie, con buena retención de brillo.

03.- Se aplicarán siempre sin necesidad de imprimación previa.

##### 4.- EMPLEO

01.- Como esmalte antioxidante de aplicación directa sobre superficies de acero (estructuras, maquinaria, perfiles, puertas, barandillas, verjas, ventanas, etc.) donde se requiere buen poder anticorrosivo.

02.- La aplicación puede ser mediante pistola aplicadora, brocha o rodillo, siempre atendiendo a las instrucciones del fabricante.

##### 5.- CARACTERÍSTICAS DE LA PINTURA LÍQUIDA

###### 5.1.- Conservación en envase lleno

01.- El monocapa sintético en envase lleno y recientemente abierto será fácilmente homogeneizable, por agitación con una espátula apropiada. Después de agitado no presentará coágulos, pieles ni depósitos duros, ni tampoco se observará flotación de pigmentos, de acuerdo con la Norma UNE 48083-92.



## 5.2.- Estabilidad en envase lleno

01.- El monocapa sintético no aumentará su consistencia, en más de 10 unidades Krebs, al cabo de 6 meses de permanecer almacenado en envase herméticamente cerrado a temperatura ambiente, así como tampoco se formarán pieles, geles ni depósitos duros. El esmalte será fácilmente homogeneizable por agitación con una espátula apropiada.

02.- Esta determinación se realizará según la Norma UNE 48083.

## 5.3.- Estabilidad en envase parcialmente lleno

01.- No se formarán pieles al cabo de 48 horas. Transcurridos 30 días no se formarán geles ni depósitos duros, y la piel superficial que pudiera formarse será continua y fácil de eliminar sin romperse. El esmalte será fácilmente homogeneizable, por agitación con una espátula apropiada.

02.- Esta determinación se realizará según la Norma UNE 48083.

## 5.4.- Tiempo de secado

01.- Los tiempos de secado a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $(50 \pm 5)\%$  de humedad relativa, se determinarán conforme a la Norma UNE 48301.

02.- Seco al tacto: será como máximo de 2 horas.

03.- Seco duro: será como máximo de 6 horas.

04.- Intervalo mínimo para repintar: Podrá recubrirse consigo misma, a las 18 horas de ser aplicada, no produciéndose ninguna irregularidad en la película seca de esmalte.

## 6.- MÉTODOS DE APLICACIÓN

### 6.1.- Aplicación a brocha

01.- El monocapa sintético se aplicará a brocha sin dificultad, poseerá buenas propiedades de nivelación de la superficie y no tendrá tendencia a descolgarse cuando se aplique sobre una superficie vertical de acero, con un rendimiento de  $10 \text{ m}^2/\text{l}$  a 40 micras de espesor, de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 28199.

### 6.2.- Aplicación por pulverización

01.- Después de diluido el esmalte sintético con el disolvente recomendado por el fabricante, en la proporción recomendada por el fabricante, se podrá pulverizar satisfactoriamente con pistola, sin que presente tendencia a descolgarse ni cualquier otro defecto.

02.- Esta determinación se realizará según la Norma UNE-EN ISO 28199.

## 7.- CARACTERÍSTICAS DE LA PELÍCULA SECA

### 7.1.- Aspecto

01.- La película seca del monocapa presentará un aspecto uniforme, brillante, exento de granos y de cualquier otra imperfección superficial.

## 7.2.- Brillo especular

01.- El brillo especular a 60°, tendrá las siguientes categorías:

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| – Pintura mate:          | hasta 10                 |
| – Pintura semimate:      | superior a 10 y hasta 50 |
| – Pintura semibrillante: | superior a 50 y hasta 80 |
| – Pintura brillante:     | superior a 80            |

02.- Esta determinación se realizará según la Norma UNE-EN ISO 2813.

## 7.3.- Flexibilidad. Ensayo de plegado

01.- No se producirá agrietamiento, ni despegue de la película, al doblar la probeta ensayada sobre un mandril de 4 mm de diámetro, de acuerdo con la Norma UNE-EN-ISO 1519.

## 7.4.- Adherencia

01.- Los bordes de las incisiones estarán bien definidos, no formando dientes de sierra. La clasificación será igual o inferior a 1, según la Norma UNE-EN-ISO 2409.

## 7.6.- Resistencia al envejecimiento artificial acelerado

01.- Después de 500 horas de tratamiento en cámara de envejecimiento artificial acelerado, no se producirá caleo, ni pérdida de brillo mayor al 30%, ni cambio de color superior a 4 unidades en la variación del factor de luminancia. Por excepción, los esmaltes amarillos podrán presentar una variación del factor de luminancia de 8 unidades.

02.- Estas determinaciones se realizarán de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 16474.

## 7.7.- Resistencia a la niebla salina

01.- El monocapa sintético debe acreditar el ensayo de niebla salina conforme a la Norma UNE-EN ISO 9227, debiendo superar el período de trescientas (300) horas, sin presentar levantamientos, ampollas ni signos de corrosión más allá de dos milímetros (2 mm) en dirección perpendicular al corte.

## 8.- IDENTIFICACIÓN DE LOS ENVASES

01.- Los envases vendrán perfectamente identificados, no solo en relación a las precauciones de seguridad, sino en cuanto a la composición, proporción de mezcla, número de lote, fecha de fabricación y caducidad, condiciones de almacenamiento, etc. En general, cumplirán la legislación vigente y las Normas UNE aplicables.

## 9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de los esmaltes sintéticos brillantes se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## ARTÍCULO 27.52.- PINTURA MONOCAPA DE POLIURETANO

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Las pinturas monocapa son pinturas que, en un solo producto, y con la aplicación de una sola mano, desarrollan las funciones de protección frente a la corrosión de una imprimación y las funciones estéticas y de conservación del color de un esmalte. Aportando un importante ahorro en mano de obra.

02.- Son también comúnmente conocidas como pinturas imprimación acabado.

03.- En el caso del monocapa de poliuretano, la pintura es un poliuretano alifático de dos componentes.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas UNE de obligado cumplimiento

01.- Véase el Apartado 2.2 del Artículo 27.00.

### 3.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

01.- El monocapa debe contener un agente anticorrosivo que debe estar claramente especificado en las fichas técnicas del fabricante.

02.- Los monocapa de poliuretano son pinturas de aspecto mate, satinado o brillante, acabado liso, con buena resistencia al roce, al lavado y a la intemperie, con buena retención de brillo.

03.- Se aplicarán siempre sin necesidad de imprimación previa.

### 4.- EMPLEO

01.- Recomendada como imprimación-acabado de acero al carbono, acero galvanizado (banda continua, no inmersión), acero inoxidable, chapa prelacada y todo tipo de superficies en general.

02.- La aplicación puede ser mediante pistola aplicadora, brocha o rodillo, siempre atendiendo a las instrucciones del fabricante.

### 5.- CARACTERÍSTICAS DE LA PINTURA LÍQUIDA

#### 5.1.- Conservación en envase lleno de la base y el endurecedor

01.- El monocapa de poliuretano en envase lleno y recientemente abierto será fácilmente homogeneizable, por agitación con una espátula apropiada. Después de agitado no presentará coágulos, pieles ni depósitos duros, ni tampoco se observará flotación de pigmentos, de acuerdo con la Norma UNE 48083-92.

#### 5.2.- Estabilidad en envase lleno de la base y el endurecedor

01.- El monocapa de poliuretano no aumentará su consistencia, en más de 10 unidades Krebs, al cabo de 6 meses de permanecer almacenado en envase herméticamente cerrado a temperatura ambiente, así como

tampoco se formarán pieles, geles ni depósitos duros. El esmalte será fácilmente homogeneizable por agitación con una espátula apropiada.

02.- Esta determinación se realizará según la Norma UNE 48083.

### 5.3.- Tiempo de secado

01.- Los tiempos de secado a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $(50 \pm 5)\%$  de humedad relativa, se determinarán conforme a la Norma UNE 48301.

02.- Seco al tacto: será como máximo de 30 minutos.

03.- Seco duro: será como máximo de 3 horas.

04.- Intervalo mínimo para repintar: Podrá recubrirse consigo misma, a las 3 horas de ser aplicada, no produciéndose ninguna irregularidad en la película seca de esmalte.

## 6.- MÉTODOS DE APLICACIÓN

### 6.1.- Aplicación a brocha

01.- El monocapa de poliuretano se aplicará a brocha sin dificultad, poseerá buenas propiedades de nivelación de la superficie y no tendrá tendencia a descolgarse cuando se aplique sobre una superficie vertical de acero, con un rendimiento de  $10 \text{ m}^2/\text{l}$  a 50 micras de espesor, de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 28199.

### 6.2.- Aplicación por pulverización

01.- Después de diluido el monocapa de poliuretano con el disolvente recomendado por el fabricante, en la proporción recomendada por el fabricante, se podrá pulverizar satisfactoriamente con pistola, sin que presente tendencia a descolgarse ni cualquier otro defecto.

02.- Esta determinación se realizará según la Norma UNE-EN ISO 28199.

## 7.- CARACTERÍSTICAS DE LA PELÍCULA SECA

### 7.1.- Aspecto

01.- La película seca del monocapa de poliuretano presentará un aspecto uniforme, brillante, exento de granos y de cualquier otra imperfección superficial.

### 7.2.- Brillo especular

01.- El brillo especular a  $60^{\circ}$ , tendrá las siguientes categorías:

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| – Pintura mate:          | hasta 10                 |
| – Pintura semimate:      | superior a 10 y hasta 50 |
| – Pintura semibrillante: | superior a 50 y hasta 80 |
| – Pintura brillante:     | superior a 80            |

02.- Esta determinación se realizará según la Norma UNE-EN ISO 2813.

### 7.3.- Flexibilidad. Ensayo de plegado

01.- No se producirá agrietamiento, ni despegue de la película, al doblar la probeta ensayada sobre un mandril de 4 mm de diámetro, de acuerdo con la Norma UNE-EN-ISO 1519.

### 7.4.- Adherencia

01.- Los bordes de las incisiones estarán bien definidos, no formando dientes de sierra. La clasificación será igual o inferior a 1, según la Norma UNE-EN-ISO 2409.

### 7.6.- Resistencia al envejecimiento artificial acelerado

01.- Después de 500 horas de tratamiento en cámara de envejecimiento artificial acelerado, no se producirá caleo, ni pérdida de brillo mayor al 30%, ni cambio de color superior a 4 unidades en la variación del factor de luminancia. Por excepción, los esmaltes amarillos podrán presentar una variación del factor de luminancia de 8 unidades.

02.- Estas determinaciones se realizarán de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 16474.

### 7.7.- Resistencia a la niebla salina

01.- El monocapa de poliuretano debe acreditar el ensayo de niebla salina conforme a la Norma UNE-EN ISO 9227, debiendo superar el período de quinientas (500) horas, sin presentar levantamientos, ampollas ni signos de corrosión más allá de dos milímetros (2 mm) en dirección perpendicular al corte.

## 8.- IDENTIFICACIÓN DE LOS ENVASES

01.- Los envases vendrán perfectamente identificados, no solo en relación a las precauciones de seguridad, sino en cuanto a la composición, proporción de mezcla, número de lote, fecha de fabricación y caducidad, condiciones de almacenamiento, etc. En general, cumplirán la legislación vigente y las Normas UNE aplicables.

## 9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de los esmaltes sintéticos brillantes se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## Sección 5.<sup>a</sup>

### VARIOS

---

## **ARTÍCULO 27.61.- PINTURAS A EMPLEAR EN SEÑALES VERTICALES DE CIRCULACIÓN**

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se definen como pinturas a emplear en señales de circulación, aquellas pinturas de acabado que cumplen las condiciones exigidas en el presente Artículo.

01.- Se definen como pinturas a emplear en señales verticales de circulación, aquellas pinturas de acabado que cumplen las condiciones exigidas en la normativa preceptiva.

02.- Este Artículo tiene por objeto determinar las características de película seca que debe cumplir la zona no retrorreflectante, pintada, de las señales metálicas verticales de circulación, así como los métodos de ensayo que permitan valorar dichas características.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Norma UNE-EN 12899-1 “Señales verticales fijas de circulación. Parte 1: Señales fijas”.

02.- Véase el Apartado 2.2 del Artículo 27.00.

### 3.- CARACTERÍSTICAS

01.- Serán preceptivas aquellas características indicadas en la norma UNE-EN 12899-1 “Señales verticales fijas de circulación. Parte 1: Señales fijas”.

02.- El reverso de las señales se pintará en color gris.

### 4.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Los métodos de ensayo a los que se deben someter estas pinturas estarán sujetos a las especificaciones contenidas en la norma UNE-EN 12899-1.

### 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## **ARTÍCULO 27.62.- SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL: MATERIALES A EMPLEAR EN MARCAS VIALES**

---

### **1.- DEFINICIONES**

#### **1.1.- Marcas viales**

01.- Corresponden a las definidas en el Artículo 47.12 «SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL: EJECUCIÓN DE MARCAS VIALES».

#### **1.2.- Pinturas**

01.- Producto líquido que contiene sólidos suspendidos en un disolvente orgánico o agua. Puede ser suministrado en forma mono- o multi-componente. Cuando se aplica mediante brocha, rodillo, pulverización o cualquier método apropiado, se forma un film cohesionado a través de un proceso de evaporación de disolvente y/o un proceso químico.

#### **1.3.- Termoplásticos de aplicación en caliente**

01.- Producto de marcado que no contiene disolvente, suministrado en forma de bloque, preformado, granza o polvo. Se calienta hasta estado fundido y entonces se aplica mediante un sistema aplicador adecuado, manual o mecánico. Se forma un film cohesionado por enfriamiento.

#### **1.4.- Plásticos de aplicación en frío**

01.- Producto de marcado suministrado en forma mono- o multi-componente. Los componentes se mezclan en proporciones diferentes dependiendo del tipo de sistema y se aplican mediante procedimiento adecuado. Se forma un film cohesionado sólo a través de un proceso químico.

#### **1.5.- Marcas viales preformadas**

##### **1.5.1.- *Marca vial preformada***

01.- Cinta producida según norma UNE-EN 1790, o marca vial fabricada industrialmente con plástico en frío o termoplástico de señalización vial horizontal (en ambos casos, según norma UNE-EN 1871) en forma de lámina o de rollo, capaz de aplicarse sobre el sustrato mediante adhesivo, imprimación, presión, calor o una combinación de éstos, sin modificar sustancialmente sus características de comportamiento (fotométricas, colorimétricas y de resistencia al deslizamiento) iniciales.

02.- A efectos del presente artículo, la aplicación de marcas viales preformadas se entenderá limitada a la construcción de marcas viales temporales (señalización horizontal de obra: color amarillo) y de símbolos en los que se combinen al menos dos colores: negro, rojo, azul y blanco (señalización permanente).

##### **1.5.2.- *Facilidad de eliminación***

01.- Característica específica de las marcas viales preformadas, empleadas en señalización temporal (de obras), de ser eliminadas a mano (tirando del material) intactas, o en grandes partes, sin dejar restos permanentes que pudieran confundir a los usuarios de la carretera bajo las diferentes condiciones ambientales.

## 1.6.- Materiales de post-mezclado

01.- Microesferas de vidrio, áridos antideslizantes o mezclas de ambos que se aplican durante la construcción de las marcas viales (in situ o en fábrica: preformadas) con el fin de dotarlas de características fotométricas y/o resistencia al deslizamiento.

### 1.6.1.- Microesfera de vidrio

01.- Partícula de vidrio transparente y esférica que, mediante la retroreflexión de los haces de luz incidentes de los faros de un vehículo hacia su conductor dota de visibilidad nocturna a las marcas viales.

### 1.6.2.- Árido antideslizante

01.- Grano duro de origen natural o artificial que proporciona propiedades antideslizantes a las marcas viales.

## 2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Reglamento (UE) 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011.

02.- EOTA/Documento de Evaluación Europeo (DEE) 230011-00-0106 "Road Marking Products"

03.- EOTA/COMMON UNDERSTANDING OF ASSESSMENT PROCEDURE "CUAP 01.06/08 Materiales de Señalización Horizontal".

04.- UNE-EN 1423 «Materiales para señalización vial horizontal. Materiales de post-mezclado. Microesferas de vidrio, áridos antideslizantes y mezclas de ambos».

05.- UNE-EN 1436 «Materiales para señalización vial horizontal. Comportamiento de las marcas viales aplicadas sobre la calzada y métodos de ensayo».

06.- UNE-EN 1790 «Materiales para señalización vial horizontal. Marcas viales prefabricadas».

07.- UNE-EN 1824 «Materiales para señalización vial horizontal. Pruebas de campo».

08.- UNE-EN 1871 «Materiales para señalización vial horizontal. Propiedades físicas».

09.- UNE-EN 1097-6 «Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 6: Determinación de la densidad de partículas y la absorción de agua».

10.- UNE-EN ISO 2811-1 «Pinturas y barnices. Determinación de la densidad. Parte 1: Método del picnómetro».

11.- UNE-EN ISO 2811-2 «Pinturas y barnices. Determinación de la densidad. Parte 2: Método del cuerpo de inmersión (plomada)».

12.- UNE-EN 12802 «Materiales para señalización vial horizontal. Métodos de laboratorio para la identificación».

13.- UNE-EN 13197 «Materiales para señalización vial horizontal. Simulador de desgaste. Mesa giratoria».



### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- El presente artículo especifica las características de los materiales a emplear en la construcción de marcas viales, de uso permanente (colores blanco, amarillo, naranja, rojo, verde y azul) y temporal (color amarillo), sus métodos de ensayo y los requisitos exigidos a cada una de dichas características.

02.- Asimismo, son objeto de este artículo los símbolos multicolor preformados utilizados para conformar marcas viales permanentes.

03.- A efectos de este artículo, se incluyen los siguientes materiales:

- Pinturas
- Termoplásticos de aplicación en caliente
- Plásticos de aplicación en frío
- Marca vial preformada
- Materiales de post-mezclado

04.- No son objeto del presente artículo, las microesferas de vidrio de premezclado ni los captafaros activos y/o retrorreflectantes.

05.- Excepcionalmente, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá solicitar, para las pinturas, termoplásticos de aplicación en caliente, plásticos de aplicación en frío y marcas viales preformadas otros colores diferentes a los correspondientes establecidos, para cada tipo de material, en este artículo. En dichos casos, la definición de las características de los materiales deberá ser consistente con lo especificado al respecto en este artículo y en las correspondientes normas UNE-EN y/o UNE que sean de aplicación.

### 4.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

#### 4.1.- Consideraciones generales

01.- 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, o la disposición vigente que la sustituya, en su caso.

02.- Los productos cubiertos por el DEE 230011-00-0106 "road marking products" se utilizarán preferentemente con marcado CE. En los productos con marcado CE, la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas se asumirá por el fabricante, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. En ese caso el fabricante facilitará la Declaración de Prestaciones, y el producto se acompañará del correspondiente marcado CE junto con sus instrucciones e información de seguridad.

03.- El Contratista deberá comprobar que la información declarada por el Fabricante en los diferentes documentos exigidos para la acreditación de los materiales (apartado 4.4. del presente artículo) permite deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este artículo, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

04.- Asimismo, se dará cumplimiento a 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, así como de suelos contaminados en todas sus disposiciones aplicables.

#### 4.2.- Características físicas de los materiales

4.2.1.- *Características físicas de las pinturas, termoplásticos de aplicación en caliente y plásticos de aplicación en frío*

01.- Al ser ensayados de acuerdo con la norma UNE-EN 1871, las pinturas, los termoplásticos de aplicación en caliente, así como los plásticos de aplicación en frío, cumplirán con los requisitos especificados en la serie de Cuadros 27.62.1 (A), (B), y (C) para cada una de sus características físicas.

CUADRO 27.62.1(A1)

**REQUISITOS PARA LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS PINTURAS EMPLEADAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE MARCAS VIALES DE COLOR BLANCO Y AMARILLO.**

Característica física	Parámetro de medida		Métrica	Prestación exigida
Visibilidad diurna	Factor de Luminancia	color BLANCO	valor del coeficiente $\beta$	$\beta \geq 0,85$
		color AMARILLO		$\beta \geq 0,50$
Color	Coordenadas cromáticas	color BLANCO y AMARILLO	Coordenadas (x,y)	Dentro del correspondiente polígono de color (3)
Poder cubriente	-	color BLANCO	valor en %	$\geq 95\%$
		color AMARILLO		$\geq 90\%$
Estabilidad al almacenamiento	-	color BLANCO y AMARILLO	-	$\geq 4$
Envejecimiento artificial acelerado	Factor de Luminancia	color BLANCO y AMARILLO	Diferencia entre el valor del Factor de Luminancia inicial y después del ciclo de envejecimiento $\Delta\beta$	$\Delta\beta \leq 0,05$
Resistencia al sangrado (1)	-	color BLANCO y AMARILLO	Diferencia entre el valor del Factor de Luminancia inicial y después del ensayo $\Delta\beta$	$\Delta\beta \leq 0,05$ Y, coordenadas cromáticas dentro del correspondiente polígono de color (3)
Resistencia a los álcalis (2)	-	color BLANCO y AMARILLO	-	Pasa
(1) Característica física exigible exclusivamente para aplicaciones directas sobre pavimento bituminoso.				
(2) Característica física exigible exclusivamente para aplicaciones directas sobre pavimento de hormigón.				
(3) Según CUADRO 27.62.2				



CUADRO 27.62.1(A2)

**REQUISITOS PARA LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS PINTURAS EMPLEADAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE MARCAS VIALES DE COLOR NARANJA, ROJO, VERDE Y AZUL.**

Característica de servicio	Prestación exigida	Coordenadas de los vértices del polígono de color			
		1	2	3	4
Visibilidad diurna (Coordenadas cromáticas)	Dentro del polígono de color				
Color NARANJA	x	0,630	0,470	0,460	0,560
	y	0,370	0,390	0,405	0,440
Color ROJO	x	0,650	0,490	0,480	0,620
	y	0,310	0,310	0,340	0,350
Color VERDE	x	0,350	0,290	0,260	0,370
	y	0,380	0,390	0,540	0,520
Color AZUL	x	0,250	0,180	0,130	0,250
	y	0,230	0,165	0,270	0,310

CUADRO 27.62.1(B)

**REQUISITOS PARA LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS TERMOPLÁSTICOS DE APLICACIÓN EN CALIENTE EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE MARCAS VIALES DE COLOR BLANCO Y AMARILLO.**

	Característica física	Parámetro de medida		Métrica	Prestación exigida
Antes de ensayar la "estabilidad al calor"	Visibilidad diurna	Factor de Luminancia	color BLANCO	valor del coeficiente $\beta$	$\beta \geq 0,80$
			color AMARILLO		$\beta \geq 0,40$
	Color	Coordenadas cromáticas	color BLANCO y AMARILLO	coordenadas (x,y)	Dentro del correspondiente polígono de color (2)
	Punto de reblandecimiento	-	color BLANCO y AMARILLO	Temperatura (°C)	$\geq 110$
	Resistencia a los álcalis (1)	-	color BLANCO y AMARILLO	-	Pasa
Envejecimiento artificial acelerado	Factor de Luminancia	color BLANCO y AMARILLO	Diferencia entre el valor del Factor de Luminancia inicial y después del ciclo de envejecimiento $\Delta\beta$	$\Delta\beta \leq 0,05$ Y, coordenadas cromáticas dentro del correspondiente polígono de color (2)	
Después del ensayo de "estabilidad al calor"	Visibilidad diurna	Factor de Luminancia	color BLANCO y AMARILLO	Diferencia entre el valor del Factor de Luminancia inicial y después del ensayo de estabilidad al calor $\Delta\beta$	$\Delta\beta \leq 0,10$
	Color	Coordenadas cromáticas	color BLANCO y AMARILLO	-	Dentro del correspondiente polígono de color (2)
	Punto de reblandecimiento	-	color BLANCO y AMARILLO	Diferencia entre el valor inicial del Punto de Reblandecimiento (°C) y después del ensayo de estabilidad al calor $\Delta SP$	$\Delta SP \pm 10^{\circ}C$
(1) Característica física exigible exclusivamente para aplicaciones directas sobre pavimento de hormigón.					
(2) Según CUADRO 27.62.2					



CUADRO 27.62.1(C)

**REQUISITOS PARA LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS PLÁSTICOS DE APLICACIÓN EN FRÍO EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE MARCAS VIALES DE COLOR BLANCO Y AMARILLO.**

Característica física	Parámetro de medida		Métrica	Prestación exigida
Visibilidad diurna	Factor de Luminancia	color BLANCO	valor del coeficiente $\beta$	$\beta \geq 0,80$
		color AMARILLO		$\beta \geq 0,40$
Color	Coordenadas cromáticas	color BLANCO y AMARILLO	coordenadas (x,y)	Dentro del correspondiente polígono de color (2)
Estabilidad al almacenamiento	-	color BLANCO y AMARILLO	-	$\geq 3$
Envejecimiento artificial acelerado	Factor de Luminancia	color BLANCO y AMARILLO	Diferencia entre el valor del Factor de Luminancia inicial y después del ciclo de envejecimiento $\Delta\beta$	$\Delta\beta \leq 0,05$ Y, coordenadas cromáticas dentro del correspondiente polígono de color (2)
Resistencia a los álcalis (1)	-	color BLANCO y AMARILLO	-	Pasa
(1) Característica física exigible exclusivamente para aplicaciones directas sobre pavimento de hormigón.				
(2) Según CUADRO 27.62.2				

CUADRO 27.62.2

**COORDENADAS CROMÁTICAS DE MARCAS VIALES DE COLOR BLANCO Y AMARILLO.**

Color de la marca vial	Vértices del polígono de color			
	1	2	3	4
Blanco	0,355	0,305	0,285	0,335
	0,355	0,305	0,325	0,375
Amarillo	0,443	0,545	0,465	0,389
	0,399	0,454	0,534	0,431

4.2.2.- Características físicas de las marcas viales preformadas temporales

01.- Al ser ensayadas de acuerdo con la norma UNE-EN 1790, las marcas viales preformadas de empleo temporal (color amarillo) cumplirán con los requisitos especificados en el Cuadro 27.62.3.

CUADRO 27.62.3

**REQUISITOS PARA LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS MARCAS VIALES PREFORMADAS DE EMPLEO TEMPORAL (COLOR AMARILLO).**

Característica de servicio	Parámetro de medida			Métrica	Prestación exigida
Visibilidad nocturna	Coeficiente de Luminancia Retrorreflejada, o Retrorreflexión	En seco (Clase R)	R <sub>L</sub>	mcd·m <sup>-2</sup> ·lux <sup>-1</sup>	R <sub>L</sub> ≥ 200
Visibilidad diurna	Factor de Luminancia	Sobre pavimento bituminoso o de hormigón	β	valor del coeficiente β	β ≥ 0,40
	Coordenadas cromáticas	-	(x,y)	Coordenadas cromáticas	Dentro del correspondiente polígono de color (1)
Envejecimiento artificial acelerado	Factor de Luminancia	-	Δβ	Diferencia entre el valor del Factor de Luminancia inicial y después del ciclo de envejecimiento Δβ	Δβ ≤ 0,10 Y, coordenadas cromáticas dentro del correspondiente polígono de color (1)
Resistencia al deslizamiento	Coeficiente de resistencia al deslizamiento	-	SRT	valor SRT	SRT ≥ 45
Facilidad de eliminación	Al ensayarse de acuerdo con la norma UNE-EN 1824, la marca vial preformada deberá poder eliminarse (a mano: tirando del material) sin dejar restos permanentes que pudieran confundir a los usuarios de la carretera bajo las diferentes condiciones ambientales.				
(1) Según CUADRO 27.62.2					

02.- En función de la naturaleza y duración de las obras, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especificará la necesidad de acreditar, o no, el requisito de "Facilidad de eliminación" para las marcas viales preformadas de uso temporal.

4.2.3.- Características físicas de los símbolos multicolor preformados (combinación de negro, rojo, azul y blanco: al menos, dos colores).



CUADRO 27.62.4 (1)

**REQUISITOS PARA LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS SÍMBOLOS MULTICOLOR PREFORMADOS (COMBINACIÓN DE NEGRO, ROJO, AZUL Y BLANCO: AL MENOS, DOS COLORES).**

Característica de servicio	Parámetro de medida		Métrica	Prestación exigida	
Visibilidad nocturna (UNE-EN 1436)	Coeficiente de Luminancia Retrorreflejada, o Retrorreflexión (valor medio del símbolo)	En seco (Clase R)	R <sub>L</sub>	mcd·m <sup>-2</sup> ·lux <sup>-1</sup>	R <sub>L</sub> ≥ 100
		En seco y con humedad	R <sub>W</sub>	mcd·m <sup>-2</sup> ·lux <sup>-1</sup>	R <sub>L</sub> ≥ 35
		En seco, con humedad y lluvia*	R <sub>R</sub>	mcd·m <sup>-2</sup> ·lux <sup>-1</sup>	R <sub>L</sub> ≥ 35
Visibilidad diurna (UNE-EN 1436)	Coordenadas cromáticas	Blanco	(x,y)	Coordenadas cromáticas	Todos los colores: Dentro del correspondiente polígono de color (1)
		Rojo			
		Azul			
		Negro			
Estabilidad al calor (UNE-EN 1871)	Coordenadas cromáticas	-	(x,y)	Coordenadas cromáticas	Todos los colores: Dentro del correspondiente polígono de color (1)
Envejecimiento artificial acelerado ** (UNE-EN 1790)	Coordenadas cromáticas	-	(x,y)	Coordenadas cromáticas	Todos los colores: Dentro del correspondiente polígono de color (1)
Resistencia al deslizamiento (UNE-EN 1436)	Coeficiente de fricción (Valor medio del símbolo)	-	SRT	valor SRT	SRT ≥ 45

(1) Según CUADRO 27.62.4 (2)  
 \* Exclusivamente para marcas viales Tipo II "P-RR".  
 \*\* Exclusivamente para materiales termoplásticos de aplicación en caliente.

CUADRO 27.62.4 (2)

**COORDENADAS CROMÁTICAS DE LOS SÍMBOLOS MULTICOLOR PREFORMADOS (COLORES NEGRO, ROJO, AZUL Y BLANCO)**

Característica de servicio	Prestación exigida	Coordenadas de los vértices del polígono de color			
		1	2	3	4
Visibilidad diurna (Coordenadas cromáticas)	Dentro del polígono de color				
Color BLANCO	x	0,355	0,305	0,285	0,335
	y	0,355	0,305	0,325	0,375
Color ROJO	x	0,650	0,490	0,480	0,620
	y	0,310	0,310	0,340	0,350
Color AZUL	x	0,250	0,180	0,130	0,250
	y	0,230	0,165	0,270	0,310
Color NEGRO	x	0,355	0,305	0,285	0,335
	y	0,355	0,305	0,325	0,375

#### 4.2.4.- Características físicas de los materiales de post-mezclado

01.- Los materiales de post-mezclado cumplirán los requisitos especificados para las microesferas de vidrio, los áridos antideslizantes y las mezclas de ambos en la norma UNE-EN 1423.

02.- El Pliego de Prescripciones Técnicas particulares podrá especificar la aplicación de tratamientos superficiales para mejorar las propiedades de las microesferas de vidrio de post-mezclado, de acuerdo con la norma UNE-EN 1423.

#### 4.3.- Durabilidad de los requisitos correspondientes al nivel de servicio de las marcas viales

01.- Los materiales empleados en la construcción de marcas viales de empleo permanente (colores blanco y amarillo), o temporal (color amarillo), así como los símbolos multicolor utilizados como señalización horizontal permanente, deberán someterse a un ensayo de durabilidad para evaluar su capacidad de retener las prestaciones exigidas a las marcas viales (Nivel de Servicio mínimo), durante su período de garantía y/o la permanencia del correspondiente contrato de conservación. Dicho ensayo de durabilidad se llevará a cabo de acuerdo con la norma UNE-EN 13197.

Por limitaciones técnicas del equipo (simulador de desgaste) al que se refiere la norma UNE-EN 13197, no es posible realizar el ensayo de durabilidad sobre probetas de hormigón.

02.- Las prestaciones solicitadas a las marcas viales de uso permanente y temporal (señalización de obras), conformadas con los materiales objeto del presente artículo, en el ensayo de durabilidad están definidas en la serie de Cuadros 27.62.5 (A), (B) y (C). Por su parte, en la caracterización del citado ensayo se tendrá en cuenta que: (1) para las marcas viales (longitudinales y no longitudinales) de empleo permanente (color blanco y amarillo), con independencia del material utilizado en su construcción, se exigirá clase de durabilidad P6; (2) para las marcas viales temporales (señalización de obra: color amarillo), conformadas con pinturas se demandará clase de durabilidad P4; (3) para las marcas viales preformadas de empleo temporal (señalización de obra: color amarillo), se exigirá clase de durabilidad P6; y (4) para los símbolos multicolor preformados (combinación de negro, rojo, azul y blanco: al menos, dos colores), se atenderá a la clase de durabilidad P6.



CUADRO 27.62.5(A)

**PRESTACIONES EXIGIDAS A LAS MARCAS VIALES PERMANENTES (COLOR BLANCO Y AMARILLO), CONFORMADAS CON PINTURAS, TERMOPLÁSTICOS DE APLICACIÓN EN CALIENTE Y PLÁSTICOS DE APLICACIÓN EN FRÍO, DURANTE EL ENSAYO DE DURABILIDAD (NORMA UNE-EN 13197: Clase P6).**

Característica de servicio	Parámetro de medida			Métrica	Prestación exigida	
Visibilidad nocturna	Coeficiente de Luminancia Retrorreflejada, o Retrorreflexión	color BLANCO	en seco (Clase R2)	R <sub>L</sub>	mcd·m <sup>-2</sup> ·lux <sup>-1</sup>	R <sub>L</sub> ≥ 100
		color AMARILLO	en seco (Clase R1)	R <sub>L</sub>	mcd·m <sup>-2</sup> ·lux <sup>-1</sup>	R <sub>L</sub> ≥ 80
		color BLANCO y AMARILLO	en seco y con humedad (Clase RW1)	R <sub>L</sub>	mcd·m <sup>-2</sup> ·lux <sup>-1</sup>	R <sub>L</sub> ≥ 25
		color BLANCO y AMARILLO	en seco, con humedad y lluvia (Clase RR1)	R <sub>L</sub>	mcd·m <sup>-2</sup> ·lux <sup>-1</sup>	R <sub>L</sub> ≥ 25
Visibilidad diurna	Coeficiente de Luminancia bajo iluminación difusa	color BLANCO	sobre pavimento bituminoso (Clase Q2)	Q <sub>d</sub>	mcd·m <sup>-2</sup> ·lux <sup>-1</sup>	Q <sub>d</sub> ≥ 100
			sobre pavimento de hormigón (Clase Q3)	Q <sub>d</sub>	mcd·m <sup>-2</sup> ·lux <sup>-1</sup>	Q <sub>d</sub> ≥ 130
		color AMARILLO	sobre pavimento bituminoso o de hormigón (Clase Q1)	Q <sub>d</sub>	mcd·m <sup>-2</sup> ·lux <sup>-1</sup>	Q <sub>d</sub> ≥ 80
	Coordenadas cromáticas	color BLANCO y AMARILLO	-	(x,y)	Coordenadas cromáticas	Dentro del correspondiente polígono de color (1)
Resistencia al deslizamiento	Coeficiente de resistencia al deslizamiento	color BLANCO, AMARILLO, AZUL y VERDE	Clase S1	SRT	Valor SRT	SRT ≥ 45

(1) Según CUADRO 27.62.2



CUADRO 27.62.5(B)

**PRESTACIONES EXIGIDAS A LAS MARCAS VIALES TEMPORALES (COLOR AMARILLO),  
CONFORMADAS CON PINTURAS (Clase P4) Y MARCAS VIALES PREFORMADAS (Clase P6),  
DURANTE EL ENSAYO DE DURABILIDAD (NORMA UNE-EN 13197).**

Característica de servicio	Parámetro de medida			Métrica	Prestación exigida
Visibilidad nocturna	Coeficiente de Luminancia Retrorreflejada, o Retrorreflexión	en seco (Clase R1)	R <sub>L</sub>	mcd·m <sup>-2</sup> ·lux <sup>-1</sup>	R <sub>L</sub> ≥ 80
Visibilidad diurna	Coeficiente de Luminancia bajo iluminación difusa	sobre pavimento bituminoso y de hormigón (Clase Q1)	Q <sub>d</sub>	mcd·m <sup>-2</sup> ·lux <sup>-1</sup>	Q <sub>d</sub> ≥ 80
	Coordenadas cromáticas	-	(x,y)	Coordenadas cromáticas	Dentro del correspondiente polígono de color (1)
Resistencia al deslizamiento	Coeficiente de resistencia al deslizamiento	Clase S1	SRT	Valor SRT	SRT ≥ 45
(1) Según CUADRO 27.62.2					

CUADRO 27.62.5(C)

**PRESTACIONES EXIGIDAS A LOS SÍMBOLOS MULTICOLOR PREFORMADOS (COMBINACIÓN DE NEGRO, ROJO, AZUL Y BLANCO: AL MENOS, DOS COLORES), DURANTE EL ENSAYO DE DURABILIDAD (NORMA UNE-EN 13197: Clase P6).**

Característica de servicio	Parámetro de medida			Métrica	Prestación exigida
Visibilidad nocturna	Coeficiente de Luminancia Retrorreflejada, o Retrorreflexión (valor medio del símbolo)	En seco (Clase R)	R <sub>L</sub>	mcd·m <sup>-2</sup> ·lux <sup>-1</sup>	R <sub>L</sub> ≥ 80
		En seco y con humedad	RW	mcd·m <sup>-2</sup> ·lux <sup>-1</sup>	R <sub>L</sub> ≥ 25
		En seco, con humedad y lluvia*	RR	mcd·m <sup>-2</sup> ·lux <sup>-1</sup>	R <sub>L</sub> ≥ 25
Visibilidad diurna	Coordenadas cromáticas	Blanco	(x,y)	Coordenadas cromáticas	Todos los colores: Dentro del correspondiente polígono de color (1)
		Rojo			
		Azul			
		Negro			
Resistencia al deslizamiento	Coeficiente de fricción (valor medio del símbolo)	-	SRT	valor SRT	SRT ≥ 45
(1) Según CUADRO 27.62.4 (2)					
* Exclusivamente para marcas viales Tipo II "P-RR".					

#### 4.4.- ACREDITACIÓN DE LA CONFORMIDAD E IDENTIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

01.- La acreditación de la conformidad de las prestaciones declaradas para los materiales empleados en la construcción de las marcas viales y su identificación por parte del Fabricante, se realizará de acuerdo con el Cuadro 27.62.6.

02.- Las pinturas, termoplásticos de aplicación en caliente y plásticos de aplicación frío empleados en la construcción de marcas viales permanentes de color blanco, deberán disponer del marcado CE conforme al procedimiento de Evaluación Técnica Europea especificado en el Documento de Evaluación Europeo: DEE 230011-00-0106 "Road Marking Products". En tanto esté en vigor, el marcado CE podrá confirmarse mediante el correspondiente Documento de Idoneidad Técnica obtenido según el CUAP 01.06/08 "Materiales de Señalización Horizontal".

03.- Asimismo, los materiales de post-mezclado dispondrán del marcado CE conforme a lo especificado en el Anexo ZA de la norma UNE-EN 1423.

04.- Por su parte, la identificación de los materiales de señalización horizontal incluirá las características que se detallan en los Cuadros 27.62.7 (A), (B) y (C).

05.- La documentación correspondiente a la acreditación de la conformidad de las prestaciones declaradas, referida en el Cuadro 27.62.6, será facilitada por el Fabricante con cada lote de producto suministrado, en papel o por vía electrónica. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especificará si la citada declaración deberá presentarse en papel. Caso de no especificarlo, se entenderá que el procedimiento a seguir en la presentación de la declaración de prestaciones será por vía electrónica.

06.- En todo caso, será el Fabricante quien asuma la responsabilidad sobre la conformidad de los materiales de señalización horizontal con respecto a las prestaciones declaradas y con relación a la identificación de los mismos.

## CUADRO 27.62.6

**DOCUMENTACIÓN A APORTAR POR EL FABRICANTE PARA IDENTIFICAR LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LAS MARCAS VIALES Y ACREDITAR SU CONFORMIDAD CON RESPECTO A LAS PRESTACIONES DECLARADAS.**

Material de señalización horizontal	Material con "marcado CE" para la construcción de marcas viales permanentes (color blanco)	Material sin "marcado CE" para la construcción de marcas viales permanentes (color amarillo)	Material sin "marcado CE" para la construcción de marcas viales permanentes (color naranja, rojo, verde y azul)	Material sin "marcado CE" para la construcción de marcas viales temporales (señalización de obras: color amarillo)	Material con "marcado CE" empleado en la construcción de marcas viales permanentes y temporales	Material sin "marcado CE" empleado en la construcción de símbolos multicolor permanentes
Pinturas	Declaración de Prestaciones (Cuadros 27.62.1(A1) y 27.62.5(A)), de acuerdo con lo especificado en el Anexo III del Reglamento (UE) N° 305/2011	Certificado emitido por un laboratorio acreditado por ENAC, correspondiente a las características físicas (Cuadro 27.62.1(A1)) y al ensayo de durabilidad (Cuadro 27.62.5(A))	Declaración del Fabricante correspondiente a las características físicas: coordenadas cromáticas (Cuadro 27.62.1(A2))	Certificado emitido por un laboratorio acreditado por ENAC, correspondiente a las características físicas (Cuadro 27.62.1(A1)) y al ensayo de durabilidad (Cuadro 27.62.5(A))	-	-
	Declaración del Fabricante (Cuadro 27.62.7(A)) correspondiente a la Identificación del material, según norma UNE-EN 12802	Declaración del Fabricante (Cuadro 27.62.7(A)) correspondiente a la Identificación del material, según norma UNE-EN 12802	Declaración del Fabricante (Cuadro 27.62.7(A)) correspondiente a la Identificación del material, según norma UNE-EN 12802	Declaración del Fabricante (Cuadro 27.62.7(A)) correspondiente a la Identificación del material, según norma UNE-EN 12802	-	-
Termoplásticos de aplicación en caliente	Declaración de Prestaciones (Cuadros 27.62.1(B) y 27.62.5(A)), de acuerdo con lo especificado en el Anexo III del Reglamento (UE) N° 305/2011	Certificado emitido por un laboratorio acreditado por ENAC, correspondiente a las características físicas (Cuadro 27.62.1(B)) y al ensayo de durabilidad (Cuadro 27.62.5(A))	-	-	-	-
	Declaración del Fabricante (Cuadro 27.62.7(A)) correspondiente a la Identificación del material, según norma UNE-EN 12802	Declaración del Fabricante (Cuadro 27.62.7(A)) correspondiente a la Identificación del material, según norma UNE-EN 12802	-	-	-	-



Plásticos de aplicación en frío	Declaración de Prestaciones (Cuadros 27.62.1(C) y 27.62.5(A)), de acuerdo con lo especificado en el Anexo III del Reglamento (UE) N° 305/2011	Certificado emitido por un laboratorio acreditado por ENAC, correspondiente a las características físicas (Cuadro 27.62.1(C)) y al ensayo de durabilidad (Cuadro 27.62.5(A))	-	-	-	-
	Declaración del Fabricante (Cuadro 27.62.7(A)) correspondiente a la Identificación del material, según norma UNE-EN 12802	Declaración del Fabricante (Cuadro 27.62.7(A)) correspondiente a la Identificación del material, según norma UNE-EN 12802	-	-	-	-
Marcas viales preformadas	-	-	-	Certificado emitido por un laboratorio acreditado por ENAC, correspondiente a las características físicas (Cuadro 27.62.3) y al ensayo de durabilidad (Cuadro 27.62.5(B))	-	Certificado emitido por un laboratorio acreditado por ENAC, correspondiente a las características físicas (Cuadro 27.62.4)) y al ensayo de durabilidad (Cuadro 27.62.5(C))
	-	-	-	Declaración del Fabricante (Cuadro 27.62.7(B)) correspondiente a la Identificación del material, según norma UNE-EN 12802	-	Declaración del Fabricante (Cuadro 27.62.7(B)) correspondiente a la Identificación del material, según norma UNE-EN 12802
Materiales de post-mezclado	-	-	-	-	Declaración de Prestaciones (Anexo ZA de la norma UNE-EN 1423), de acuerdo con lo especificado en el Anexo III del Reglamento (UE) N° 305/2011	-
	-	-	-	-	Declaración del Fabricante (Cuadro 27.62.7(C)) correspondiente a la Identificación del material, según norma UNE-EN 1423	-

ENAC: Entidad Nacional de Acreditación



CUADRO 27.62.7(A)

**CARACTERÍSTICAS DE IDENTIFICACIÓN CORRESPONDIENTES A LAS PINTURAS,  
TERMOPLÁSTICOS DE APLICACIÓN EN CALIENTE Y PLÁSTICOS DE APLICACIÓN EN FRÍO (NORMA  
UNE-EN 12802).**

Característica	Tipo de material		
	Pinturas	Termoplásticos de aplicación en caliente	Plásticos de aplicación en frío
Densidad	X	-	X
Contenido en sólidos	X	-	-
Contenido en disolventes, e identificación	X	-	-
Viscosidad	X	-	-
Contenido en cenizas	X	X	X
Contenido en microesferas de vidrio	X	X	X
Contenido en materiales orgánicos, e identificación	X	-	-
Contenido en materiales inorgánicos, e identificación	X	X	X
Contenido en dióxido de titanio	X	X	X

CUADRO 27.62.7(B)

**CARACTERÍSTICAS DE IDENTIFICACIÓN CORRESPONDIENTES A LAS MARCAS VIALES  
PREFORMADAS Y A LOS SÍMBOLOS MULTICOLOR PREFORMADOS (NORMA UNE-EN 12802).**

Característica	Cintas	Marca vial preformada de termoplástico o de plástico en frío
Contenido en cenizas	X	X
Análisis termogravimétrico (TGA)	X	-
Espectroscopía FT-IR del residuo de TGA	X	-
Espectroscopía FT-IR con reflexión total atenuada de la película de adhesivo	X	-
Dimensiones: sobre una sección transversal de la marca vial, espesor de cada capa; ancho y espesor total de la marca vial; así como, dimensiones y espaciado de los resaltes.	X	-
Características contempladas en el Cuadro 27.62.4		X

CUADRO 27.62.7(C)

**CARACTERÍSTICAS DE IDENTIFICACIÓN CORRESPONDIENTES A LOS MATERIALES DE POST-MEZCLADO (NORMA UNE-EN 1423).**

Característica	Tipo de material de post-mezclado			
	Microesferas de vidrio	Áridos antideslizantes transparentes	Áridos antideslizantes no transparentes	Mezclas de ambos
Granulometría	X	X	X	(1)
Tratamientos superficiales	X	-	-	
Coordenadas cromáticas	-	-	X	
Factor de luminancia	-	-	X	
(1) Las prestaciones de las características de identificación se determinarán por separado, de acuerdo con lo especificado en este Cuadro, para las microesferas de vidrio y los áridos antideslizantes que conformen la mezcla				

## 5. MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de estos materiales se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que formen parte.

## CAPÍTULO 28.- MADERAS

### ARTÍCULO 28.00.- MADERA. CLASIFICACIÓN Y CONDICIONES GENERALES

#### 1.- DEFINICIÓN

01.- Se entenderá por madera el material desprovisto de corteza procedente de árboles sanos, cortados en vida y fuera de savia.

#### 2.- CLASIFICACIÓN

01.- Los productos de madera se clasifican en los siguientes grupos:

- Madera maciza
- Madera encolada:
  - Madera laminada encolada (MLE)
  - Madera maciza encolada (MAE)
  - Madera laminada con empalmes por unión macrodentada
  - Madera laminada encolada en bloque
- Madera microlaminada (LVL)
- Tableros derivados de la madera:
  - Tablero contrachapado
  - Tablero de virutas orientadas (OSB)
  - Tablero de partículas
  - Tablero de fibras, duro
  - Tablero de fibras, semiduro
  - Tablero de fibras, de densidad media (MDF o DM)

02.- De acuerdo con su labra, la madera maciza se clasifica en:

- Maderas sin labrar.  
Recibirán este nombre las presentadas en rollos, postes o trozas.
- Maderas de raja.  
Recibirán este nombre aquellas maderas obtenidas hendiendo los troncos con auxilio de cuñas o por medio de hacha.
- Maderas de rollo o rollizos.  
Recibirán este nombre las maderas simplemente descortezadas con auxilio del hacha o de la azuela.
- Maderas escuadradas en bruto.  
Recibirán este nombre aquellas maderas cuya única labra consiste en presentar sus cantos desbastados.
- Maderas de hilo.  
Recibirán este nombre aquellas maderas que presenten aristas vivas y líneas, obtenidas por corte mediante sierras mecánicas o de brazo, de bastidor vertical u horizontal, ya sean de cinta o circulares.

03.- De acuerdo con su forma y escuadría se distinguen:

- Tabla, pieza con un grosor entre dieciocho (18) y treinta y ocho milímetros (38 mm), una anchura entre cien (100) y doscientos cincuenta milímetros (250 mm) y longitudes superiores a un metro (1 m).
- Tablón, pieza con un grosor entre cincuenta (50) y ciento veinte milímetros (120 mm) o más, una anchura entre ciento cincuenta (150) y doscientos cincuenta milímetros (250 mm) y longitudes superiores a un metro (1 m).



- Viguetas y largueros, piezas con un grosor superior a cuarenta milímetros (40 mm) y una anchura inferior a ciento cincuenta milímetros (150 mm).
- Piecerío, piezas de medidas usuales en mercado.
- Travesía, pieza con un grosor entre ciento veinte (120) y ciento cincuenta milímetros (150 mm), ancho entre ciento ochenta (180) y doscientos ochenta milímetros (280 mm) y longitudes variables según el tipo de vía a la que se acoplen.

04.- Según la forma de ser aserradas se distinguen:

- Madera escuadrada, madera aserrada con caras paralelas entre sí y cantos aserrados totalmente. Los cantos pueden ser perpendiculares o no.
- Madera no escuadrada, madera aserrada con caras paralelas entre sí, pero con cantos no aserrados o aserrados solo parcialmente.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- La madera para entibaciones, apeos, cimbras, andamios, encofrados, demás medios auxiliares y carpintería de armar y de taller, deberá cumplir las condiciones siguientes:

- Proceder de troncos sanos apeados en sazón.
- Haber sido desecada, por medios naturales o artificiales durante el tiempo necesario hasta alcanzar el grado de humedad preciso para las condiciones de uso a que se destine.
- No presentar signo alguno de putrefacción, atronaduras, carcomas o ataque de hongos.
- Estar exenta de grietas, lupias y verrugas, manchas o cualquier otro defecto que perjudique su solidez y resistencia. En particular, contendrá el menor número posible de nudos, los cuales, en todo caso, tendrán un espesor inferior a la séptima parte (1/7) de la menor dimensión de la pieza. La terminología de los defectos y anomalías de las maderas se recoge en las Normas UNE-EN 844-8 y UNE-EN 844-9 (Nudo= anomalía local de la estructura de la madera, producida por una rama de un tronco que va quedando englobada en él mismo, lupia= excrecencia del tronco, de forma globosa y superficie lisa; Verruga= protuberancia leñosa que da lugar a madera de fibras entrelazadas alrededor de pequeños ejes de crecimiento).
- Tener sus fibras rectas y no reviradas o entrelazadas, y paralelas a la mayor dimensión de la pieza.
- Presentar anillos anuales de aproximada regularidad, sin excentricidad de corazón ni entrecorteza.
- Dar sonido claro por percusión.

02.- No se permitirá en ningún caso el empleo de madera sin descortezar, ni siquiera en las entibaciones y apeos.

03.- Las dimensiones y forma de la madera serán, en cada caso, las adecuadas para garantizar la resistencia de los elementos de la construcción en madera; cuando se trate de construcciones de carácter definitivo se ajustarán a las definidas en los Planos o a las aprobadas por la Dirección.

04.- La madera de construcción escuadrada será al hilo, cortada a sierra y de aristas vivas y llenas.

05.- Se cumplirán las disposiciones recogidas en el "Decreto de 15 de junio de 2010 de los Delegados de las Áreas de Gobierno de Medio Ambiente y de Hacienda y Administración Pública del Ayuntamiento de Madrid para la incorporación de criterios medioambientales y sociales en los contratos celebrados por el Ayuntamiento de Madrid, sus Organismos Autónomos y Empresas Públicas en relación con los productos forestales", o disposición que lo sustituya.

06.- Se recomienda la selección de maderas que dispongan de un certificado que garantice la correcta gestión de los bosques de procedencia y su trazabilidad durante los procesos de segunda transformación, y un certificado social o de Comercio Justo si es procedente.

Las fuentes se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- Fuente con certificación creíble: cuando está certificado por FSC, PEFC o un sistema equivalente.
- Fuente en progreso hacia la certificación: participa en un programa de apoyo a la certificación forestal creíble progresando de forma monitoreada hacia la certificación.
- Fuente legal: Cuando tiene un Sistema de Diligencia Debida y cuenta con el Certificado de origen debidamente compulsado por la autoridad competente y el Permiso de exportación. Si procede de zonas de alto riesgo, además dispone de Guía de transporte de productos forestales que identifica cuándo y por quién fue exportada la madera, el Contrato de venta indicando a quién y cuándo fue vendida la madera y demuestra que el exportador era su dueño legal, la documentación aduanera emitida por el país importador que concuerda con los documentos de exportación y el Documento CITIES (país exportador e importador) siempre que la madera figure en la lista de especies CITIES.
- Material reciclado: cuando está fabricado con fibras recicladas posconsumo de madera recuperada
- Material no deseable: cuando no pertenece a ninguno de los anteriores grupos.

#### 4.- ENSAYOS EN PRODUCTOS SIN MARCADO CE

01.- En general, las características a verificar serán las siguientes:

- Peso específico.
- Humedad.
- Higroscopicidad.
- Dureza.
- Contracción (lineal y volumétrica).
- Resistencia a compresión.
- Resistencia a tracción.
- Resistencia a flexión.
- Resistencia a la hienda.

02.- En la preparación de las probetas para los ensayos de determinación de las características físico-mecánicas de la madera se seguirá la Norma UNE 56528.

03.- El ensayo de resistencia a la compresión axial se realizará de acuerdo con la Norma UNE 56535.

04.- El peso específico de la madera se determinará de acuerdo con la Norma UNE 56531.

05.- La higroscopicidad, es decir, la variación del peso específico de la madera cuando su contenido de humedad varía en un uno por ciento (1%), se calculará según lo indicado en la Norma UNE 56532.

06.- El ensayo para determinar la contracción de la madera debido a cambios en su contenido de humedad se realizará de acuerdo con la Norma UNE 56533.

07.- La determinación del contenido de humedad de la madera se realizará bien por desecación en estufa hasta el estado anhidro según la Norma UNE-EN 13183-1, o mediante higrómetro de resistencia según la Norma UNE-EN 13183-2.

08.- La determinación de dureza se realizará de acuerdo con lo prescrito en la Norma UNE 56534.

09.- La resistencia de la madera a la flexión se realizará de acuerdo con la Norma UNE 56537, para el caso de la flexión estática, y según la Norma UNE 56536, para la flexión dinámica o choque.

10.- En la determinación de la resistencia de la madera a la tracción perpendicular a las fibras se seguirá lo indicado en la Norma UNE 56538.

11.- La resistencia de la madera al hendido en dirección paralela a las fibras se determinará según la Norma UNE 56539.

12.- Los resultados de los ensayos descritos en los párrafos anteriores se interpretarán de acuerdo con la Norma UNE 56540.

**Sección 1.<sup>a</sup>****MADERA AUXILIAR DE CONSTRUCCIÓN****ARTÍCULO 28.11 - MADERA PARA ENTIBACIONES Y MEDIOS AUXILIARES****1.- DEFINICIÓN**

01.- Madera para entibaciones y medios auxiliares es la destinada a las entibaciones en obras subterráneas, en zanjas y pozos, en apeos, cimbras, andamios y en cuantos medios auxiliares para la construcción se utilicen en la obra.

**2.- CONDICIONES GENERALES**

01.- Además de lo estipulado en el Artículo 28.00 de este Pliego, la madera para entibaciones y medios auxiliares deberá tener dimensiones suficientes para ofrecer la necesaria resistencia para la seguridad de la obra y de las personas.

02.- La madera para entibaciones y medios auxiliares poseerá una durabilidad natural al menos igual a la que presenta el pino silvestre (*Pinus sylvestris*).

03.- Se emplearán maderas sanas, con exclusión de alteraciones por pudrición, aunque serán admisibles alteraciones de color, como el azulado en las coníferas.

04.- La madera para entibaciones y medios auxiliares deberá estar exenta de fracturas por compresión.

05.- Las tensiones de trabajo máximas admisibles, paralelamente a las fibras, serán las siguientes:

Madera	Tracción (MPa)	Compresión (MPa)	Tangencial (MPa)
Roble y haya .....	10	8	1
Pino .....	10	6	1
Abeto y chopo .....	8	5	0,8

**3.- MEDICIÓN Y ABONO**

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado para la unidad de obra de que forme parte.

## ARTÍCULO 28.12.- MADERA PARA ENCOFRADOS Y CIMBRAS

---

### 1.- DEFINICIÓN

01.- Madera para encofrados y cimbras es la utilizada para la construcción de encofrados en obras de hormigón o de mortero.

### 2.- CARACTERÍSTICAS

#### 2.1.- Características físicas

01.- El contenido de humedad de la madera, determinado según la Norma UNE-EN 13183-1 no excederá del quince por ciento (15%).

02.- El peso específico, determinado según la Norma UNE 56531, estará comprendido entre 400 y 600 kg/m<sup>3</sup>, para madera al 12% de humedad.

03.- La higroscopicidad, calculada según la Norma UNE 56532, será normal ( $h=0,0030 \pm 0,0010$ ) para madera al 12% de humedad.

04.- El coeficiente de contracción volumétrica, determinado según la Norma UNE 56533, estará comprendido entre 0,35 y 0,55 por 100.

#### 2.2.- Características mecánicas

01.- La dureza, determinada según la Norma UNE 56534, no será mayor de 4.

02.- La resistencia a compresión, determinada según la Norma UNE 56535, será:

- Característica o axial  $f_{mk} \geq 300$  Kp/cm<sup>2</sup>.
- Perpendicular a las fibras  $\geq 100$  Kp/cm<sup>2</sup>.

03.- La resistencia a la flexión estática, determinada según la Norma UNE 56537, será:

- Cara radial hacia arriba  $\geq 300$  Kp/cm<sup>2</sup>.
- Cara radial hacia el costado  $\geq 300$  Kp/cm<sup>2</sup>.

04.- Con este mismo ensayo y midiendo la flecha a rotura, se determinará el módulo de elasticidad que no será inferior a noventa mil (90.000) kp/cm<sup>2</sup>.

05.- La resistencia a la tracción, determinada según la Norma UNE 56538, será:

- Paralelo a las fibras  $\geq 300$  kp/cm<sup>2</sup>.
- Perpendicular a las fibras  $\geq 25$  Kp/cm<sup>2</sup>.

06 - La resistencia a la hienda en dirección paralela a las fibras, determinada según la Norma UNE 565398, será superior a quince (15) Kp/cm<sup>2</sup>.

07.- La resistencia a esfuerzo cortante en dirección perpendicular a las fibras, según la Norma UNE 56543, será superior a cincuenta (50) Kp/cm<sup>2</sup>.

08.- Como alternativa, se considerarán aceptables los productos de madera para usos estructurales que tengan marcado CE. La clase resistente mínima exigida será C30.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Además de lo estipulado en el Artículo 28.00 de este Pliego, la madera para encofrados tendrá la suficiente rigidez para soportar sin deformaciones perjudiciales las acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse en la puesta en obra y vibrado del hormigón.

02.- La madera para encofrados será preferiblemente de especies resinosas, y de fibra recta. La madera aserrada se ajustará, como mínimo a las siguientes características:

- Los nudos tendrán una dimensión menor de 1/10 del cando o 1/8 de la cara y serán sanos y adherentes.
- Las fendas y abolladuras tendrán un tamaño máximo de 1/10.
- No se admitirán gemas ni decoloración de la superficie.
- La desviación máxima de la fibra en la sección radial será de 1/16.
- Tendrá un mínimo de 4 anillos por centímetro.

03.- Según sea la calidad exigida a la superficie del hormigón las tablas para el forro o tablero de los encofrados será: a) machihembrada; b) escuadrada con sus aristas vivas y llenas, cepillada y en bruto.

04.- Solo se emplearán tablas de madera cuya naturaleza y calidad o cuyo tratamiento o revestimiento garantice que no se producirán ni alabeos ni hinchamientos que puedan dar lugar a fugas del material fino del hormigón fresco, o a imperfecciones en los paramentos.

05.- Las tablas para forros o tableros de encofrados estarán exentas de sustancias nocivas para el hormigón fresco y endurecido o que manchen o colorean los paramentos.

### 4.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Queda a criterio de la Dirección de Obra la clasificación del material en lotes de control y la decisión sobre los ensayos de recepción a realizar.

02.- En el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinada "Marca de Calidad", concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, será de aplicación lo establecido en el Artículo 15.52.

03.- El empleo de madera con Marcado CE para usos estructurales, implicará la aceptación de los materiales mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto y este PCTG.

### 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo establecido para la unidad de obra de que forme parte.

## Sección 2.<sup>a</sup>

---

### MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE MADERA

---

#### ARTÍCULO 28.21.- MADERA MACIZA PARA CARPINTERÍA DE ARMAR

---

##### 1.- DEFINICIÓN

01.- Madera para carpintería de armar es la utilizada en estructuras de madera con uniones reforzadas con herrajes, tales como cerchas de madera para cubiertas, castilletes y otras estructuras definitivas.

##### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

###### 2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Código Técnico de la Edificación.

###### 2.2.- Normas UNE que implican marcado CE

01.- EN 14081-1. Estructuras de madera. Madera estructural con sección transversal rectangular clasificada por su resistencia. Parte 1: Requisitos generales.

02.- EN 14229. Madera estructural. Postes de madera para líneas aéreas.

03.- EN 15497. Madera maciza estructural con empalmes por unión dentada. Requisitos de prestación y requisitos mínimos de fabricación.

###### 2.3.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 1995. Eurocódigo 5. Proyecto de estructuras de madera. Todas las partes.

##### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Además de lo estipulado en el Artículo 28.00 de este Pliego, la madera para carpintería de armar deberá ser escuadrada y desprovista de nudos.

02.- La humedad de las piezas de madera determinada según la Norma UNE-EN 13183-1 será inferior al quince por ciento (15%).

03.- La madera usada en elementos estructurales interiores poseerá una durabilidad natural o conferida tal que la haga inatacable por los hongos e insectos durante la obra, sin necesidad de mantenimiento.

04.- Las maderas expuestas a la intemperie poseerán una durabilidad natural al menos igual a la que presenta el pino silvestre (*Pinus sylvestris*).

05.- No se usarán en piezas expuestas a la intemperie maderas que sean resistentes a la impregnación y no sean durables o muy durables.

06.- Las piezas de madera estarán exentas de fracturas por compresión.

07.- El PCTP indicará las condiciones de protección ignífuga o antipútrida que cada caso requiera.

08.- Las piezas de madera maciza deben cumplir con la Norma EN 14081-1.

09.- Los productos de madera maciza dispondrán de Marcado CE.

10.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 14081-1, para los requisitos siguientes:

- Resistencia mecánica de la madera según el módulo de elasticidad, resistencia a flexión, a compresión, a tracción y al esfuerzo cortante como:
  - Propiedades de la madera clasificada visualmente
  - Propiedades de la madera clasificada por máquina
- Resistencia al fuego (velocidad de combustión)
- Reacción al fuego
- Durabilidad de todas las características (es decir, resistencia a los organismos biológicos)
- Emisión de sustancias peligrosas

### **3.1.- Madera maciza estructural con empalmes por unión dentada**

01.- Las piezas de madera maciza estructural con empalmes por unión dentada deben cumplir con la Norma EN 15497.

02.- Los productos de madera maciza estructural con empalmes por unión dentada dispondrán de Marcado CE.

03.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 15497, para los requisitos siguientes:

- Módulo de elasticidad, resistencia a flexión, resistencia a compresión, resistencia a tracción y resistencia al esfuerzo cortante mediante:
  - Propiedades de resistencia y de rigidez de la madera
  - Resistencia a flexión de los empalmes por unión dentada como resistencia a flexión de la madera
- Resistencia del encolado
- Resistencia al fuego, mediante:
  - Datos geométricos
  - Velocidad de combustión, mediante:
    - Especie
    - Densidad característica de la madera
  - Reacción al fuego
  - Emisión de formaldehído
  - Emisión de otras sustancias peligrosas
- Durabilidad de la resistencia del encolado
  - Especie
  - Adhesivos
- Durabilidad frente a los ataques biológicos (es decir resistencia a los organismos biológicos)

### **3.2.- Postes de madera para líneas aéreas**

01.- Los postes de madera para líneas aéreas deben cumplir con la Norma EN 14229.

02.- Los postes de madera para líneas aéreas dispondrán de Marcado CE.



03.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 14229, para los requisitos siguientes:

- Resistencia a flexión
- Módulo de elasticidad/resistencia a la compresión
- Emisión de sustancias peligrosas
- Durabilidad (tratado contra agentes xilófagos), como:
  - Retención
  - Clase de penetración
  - Tipo de tratamiento
  - Clase de durabilidad
- Durabilidad (no tratado contra agentes xilófagos), como:
  - Clase de durabilidad natural

#### 4.- ALMACENAMIENTO

01.- Los productos de madera se almacenarán en locales secos y aireados procurando que la higrometría en los mismos sea constante.

02.- Se dispondrán en pilas sobre base plana y rígida, aislados de la humedad del suelo y paredes.

#### 5.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Será obligatorio que la madera para carpintería de armar cuente con marcado CE.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto y este PCTG.

05.- En determinados casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de Obra podrán exigir controles adicionales, que se llevarán a cabo de acuerdo con las Normas UNE correspondientes.

#### 6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado para la unidad de obra de que forme parte.

## **ARTÍCULO 28.22.- MADERA PARA CARPINTERÍA DE TALLER**

---

### **1.- DEFINICIÓN**

01.- Madera para carpintería de taller es la utilizada en la construcción de puertas, mamparas, ventanas, persianas, molduras, tapajuntas, entarimados, peldaños, armarios empotrados y otros elementos de madera empleados en la edificación.

### **2.- NORMATIVA TÉCNICA**

#### **2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria**

01.- Código Técnico de la Edificación.

#### **2.2.- Normas UNE que implican marcado CE**

01.- EN 14342. Suelos de madera y parquet. Características, evaluación de conformidad y marcado.

02.- EN 14915. Frisos y entablados de madera. Características, evaluación de la conformidad y marcado.

03.- EN 13986. Tableros derivados de la madera para utilización en la construcción. Características, evaluación de la conformidad y marcado.

### **3.- CONDICIONES GENERALES**

01.- Además de lo estipulado en el Artículo 28.00 de este Pliego, la madera para carpintería de taller deberá ser escuadrada y estar exenta de alabeos, fendas y acebolladuras.

02.- Cuando la carpintería vaya a ser barnizada, la madera tendrá las fibras con apariencia regular y estará exenta de azulado; cuando vaya a ser pintada se admitirá azulado en un quince por ciento (15%) de la superficie de la cara.

03.- Los nudos serán sanos, no pasantes y con diámetros menores de quince milímetros (15 mm), distando entre sí trescientos milímetros (300 mm) como mínimo.

04.- Se podrán sustituir los nudos no sanos por piezas de madera encoladas, siempre que el nudo no tenga un diámetro mayor que la mitad del ancho de la cara de la pieza.

### **4.- CARACTERÍSTICAS**

#### **4.1.- Madera para revestimientos de suelos**

01.- La madera será frondosa (roble, castaño, eucalipto, haya, ukola, etc.), con una dureza no menor de dos y medio (2,5) ni superior a diez (10), determinada según la Norma UNE 56534.

02.- Podrá emplearse también madera resinosa (pino, abeto, cedro, etc.) con un peso específico no menor de cuatrocientos cincuenta (450) Kg/m<sup>3</sup>, determinada según la Norma UNE 56531.

03.- Tendrá una humedad no superior al once por ciento (11%), ni inferior al siete por ciento (7%), determinada según la Norma UNE-EN 13183-1.

04.- Tendrá un envejecimiento natural de seis (6) meses o habrán sido estabilizadas sus tensiones.

#### 4.2.- Madera para puertas, ventanas, mamparas, etc.

01.- La madera maciza será de peso específico no inferior a cuatrocientos cincuenta (450) kg/m<sup>3</sup>, según la Norma UNE 56 531-77.

02.- Tendrá un contenido de humedad del siete (7) al once por ciento (11%) para elementos de interior y del diez (10) al quince por ciento (15%) para elementos de exterior.

03.- La desviación máxima de las fibras respecto al eje será menor de un dieciseisavo (1/16).

#### 5.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- Cuando el material llegue a obra con Certificado de ensayo en un laboratorio de autocontrol externo, que acredite el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

02.- En todo caso queda a criterio de la Dirección de Obra la clasificación del material en lotes de control y la decisión sobre los ensayos de recepción a realizar.

##### 5.1.- Recepción de productos con marcado CE

01.- En el caso de suelos de madera y parqué, frisos y entablados de madera y tableros derivados de la madera, será obligatorio que cuente con marcado CE, según las Normas EN 14342, EN 14915 y EN 13986, respectivamente.

02.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto y este PCTG.

05.- En determinados casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de Obra podrán exigir controles adicionales, que se llevarán a cabo de acuerdo con las Normas UNE correspondientes.

#### 6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado para la unidad de obra de que forme parte.

## **ARTÍCULO 28.23.- TABLEROS DERIVADOS DE MADERA**

---

### 1.- DEFINICIÓN

01.- Tableros derivados de madera son productos industrializados constituidos por derivados de madera, en los que predominan dos dimensiones sobre la tercera.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Código Técnico de la Edificación

#### 2.2.- Normas UNE que implican marcado CE

01.- EN 13986. Tableros derivados de la madera para utilización en la construcción. Características, evaluación de la conformidad y marcado.

#### 2.3.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 1995. Eurocódigo 5. Proyecto de estructuras de madera. Todas las partes.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Los tableros se clasifican en:

- Tableros de madera maciza (SWP): aquel constituido por piezas de madera encoladas entre sí por sus cantos y, en el caso de los tableros multicapa, por sus caras.
- Tablero de madera microlaminada (LVL): aquel constituido por un conjunto de chapas con las fibras orientadas generalmente en la misma dirección.
- Tablero de virutas orientadas (OSB): aquel constituido por varias capas de virutas de madera de forma y espesor determinados con la adición de un ligante. Las virutas de las capas exteriores están alineadas y dispuestas paralelamente a la longitud o anchura del tablero. Las virutas de la o las capas interiores pueden estar orientadas aleatoriamente o alineadas, generalmente, en dirección perpendicular a la dirección de las virutas de las capas exteriores.
- Tablero de partículas:
  - Aglomeradas con resina: aquel fabricado mediante la aplicación de presión y calor con partículas de madera (astillas, partículas, serrín, virutas y similares) y/u otros materiales lignocelulósicos en forma de partículas (fibras de cáñamo, lino, bagazo y similares) con la adición de un aglomerante.
  - Aglomeradas con cemento: aquel fabricado mediante presión, con madero u otras partículas vegetales aglomeradas con cemento hidráulico, pudiendo contener aditivos.
- Tablero de fibras: aquel fabricado con fibras lignocelulósicas y con la aplicación de calor y/o presión. La cohesión se consigue por afieltrado de las fibras y por sus propiedades adhesivas intrínsecas o por adición a las fibras de un aglomerante sintético. Pueden incluirse otros aditivos.
  - Tablero de fibras duro
  - Tablero de fibras semiduro
  - Tablero de fibras fabricado por proceso seco (MDF o DM)

### 4.- CARACTERÍSTICAS

01.- Los tableros derivados de la madera deben cumplir con la Norma EN 13986.

02.- La madera microlaminada utilizada como tableros debe cumplir la Norma EN 14279.

03.- Los tableros derivados de la madera dispondrán de Marcado CE.

04.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 13986, para los requisitos siguientes:

- Resistencia en tracción, compresión, flexión y cortante (es decir, cortante de cizalladura y cortante de rodadura)
- Rigidez (MDE) en tracción, compresión, flexión y cortante (es decir, cortante de cizalladura y cortante de rodadura)
- Cizalladura por punzonamiento (para forjados y cubiertas) como resistencia a carga puntual y rigidez a carga puntual.
- Resistencia al descuadre (para muros)
- Resistencia al impacto (para forjados, cubiertas y muros)
- Resistencia al impacto (para forjados, cubiertas y muros)
- Reacción al fuego (El tablero derivado de la madera puede tratarse para mejorar sus prestaciones de reacción al fuego).
- Permeabilidad al vapor de agua
- Emisión de formaldehído
- Emisión (contenido) de pentaclorofenol (PCP)
- Aislamiento acústico al ruido aéreo (masa superficial) (únicamente para usos internos o externos sujetos a reglamentos de aislamiento acústico).
- Absorción acústica (únicamente para usos internos sujetos a reglamentos de absorción acústica).
- Conductividad térmica (densidad) (únicamente para usos internos o externos sujetos a reglamentos de aislamiento térmico).
- Resistencia al aplastamiento
- Permeabilidad al aire
- Durabilidad:
  - Resistencia del encolado
  - Cohesión
  - Hinchamiento en grosor
  - Resistencia a la humedad
  - Mecánica (es decir duración de la carga – fluencia)
  - Biológica

## 5.- ALMACENAMIENTO

01.- Los tableros se almacenarán en locales secos y aireados procurando que la higrometría en los mismos sea constante.

02.- Se dispondrán en pilas sobre base plana y rígida, aislados de la humedad del suelo y paredes.

## 6.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Será obligatorio que los tableros derivados de la madera cuenten con marcado CE.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto y este PCTG.

05.- En determinados casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de Obra podrán exigir controles adicionales, que se llevarán a cabo de acuerdo con las Normas UNE correspondientes.

## 7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

## **ARTÍCULO 28.24.- MADERA LAMINADA PARA ESTRUCTURAS**

---

### **1.- DEFINICIONES**

01.- Madera laminada es la pieza formada por la unión de tablas o láminas de madera con las fibras en la misma dirección.

02.- Se pueden distinguir los siguientes tipos:

- Madera laminada encolada (MLE)
- Madera laminada con empalmes por unión macrodentada
- Madera laminada encolada en bloque
- Madera microlaminada (LVL)

### **2.- NORMATIVA TÉCNICA**

#### **2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria**

01.- Código Técnico de la Edificación.

#### **2.2.- Normas UNE que implican marcado CE**

01.- EN 14080. Estructuras de madera. Madera laminada encolada y madera maciza encolada. Requisitos.

02.- EN 14374. Estructuras de madera. Chapa de madera laminada estructural. Requisitos.

#### **2.3.- Normas UNE de referencia**

01.- UNE-EN 1995. Eurocódigo 5. Proyecto de estructuras de madera. Todas las partes.

### **3.- CONDICIONES GENERALES**

#### **3.1.- Madera laminada encolada y madera maciza encolada**

01.- Las piezas de madera laminada encolada y madera maciza encolada deben cumplir con la Norma EN 14080.

02.- Los productos de madera laminada encolada y de madera maciza encolada dispondrán de Marcado CE.

03.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 14080, para los requisitos siguientes:

- Resistencia mecánica de los productos de madera laminada encolada incluyendo el módulo de elasticidad, resistencia a flexión, resistencia a compresión, resistencia a tracción y resistencia al esfuerzo cortante:
  - Propiedades de la madera
  - Resistencia de los empalmes por unión dentada
  - Datos de geometría
  - Complementariamente, para la madera laminada con empalmes por unión macrodentada: resistencia a flexión de las uniones macrodentadas.

- Resistencia del encolado:
  - Resistencia de los empalmes por unión dentada
  - Planos de encolado de la madera laminada encolada y de la madera maciza encolada
  - Planos de encolado entre elementos de la madera laminada encolada
  - Empalmes por unión macrodentada
- Resistencia al fuego
- Reacción al fuego
- Emisión de formaldehído
- Emisión de otras sustancias peligrosas
- Durabilidad del encolado:
  - Especie
  - Adhesivos
- Durabilidad de otras características (por ejemplo, resistencia a los agentes biológicos)

### 3.2.- Madera microlaminada (LVL)

01.- Las piezas de madera microlaminada deben cumplir con la Norma EN 14374.

02.- Los productos de madera microlaminada dispondrán de Marcado CE.

03.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 14374, para los requisitos siguientes:

- Módulo de elasticidad
- Resistencia a la flexión
- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la tracción
- Resistencia al cortante
- Resistencia de encolado
- Reacción al fuego
- Emisión de formaldehído
- Durabilidad

### 4.- ALMACENAMIENTO

01.- Los productos de madera se almacenarán en locales secos y aireados procurando que la higrometría en los mismos sea constante.

02.- Se dispondrán en pilas sobre base plana y rígida, aislados de la humedad del suelo y paredes.

### 5.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Será obligatorio que la madera laminada cuente con marcado CE.



03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto y este PCTG.

05.- En determinados casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de Obra podrán exigir controles adicionales, que se llevarán a cabo de acuerdo con las Normas UNE correspondientes.

#### 6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado para la unidad de obra de que forme parte.

## **ARTÍCULO 28.25.- ELEMENTOS ESTRUCTURALES PREFABRICADOS DE MADERA**

### 1.- DEFINICIONES

01.- Los elementos estructurales prefabricados son aquellas estructuras o parte de las mismas que llegan a la obra montadas, formadas por elementos de madera maciza estructural.

02.- La unión de los diferentes elementos de que se forma la estructura se realiza mediante conectores de placa de clavo, es decir, mediante placas metálicas con salientes por perforación en una dirección perpendicular a la base de la placa. Para ello las piezas tienen que tener el mismo espesor y estar en el mismo plano.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Código Técnico de la Edificación.

#### 2.2.- Normas UNE que implican marcado CE

01.- EN 14250. Estructuras de madera. Requisitos de producto para cerchas prefabricadas ensambladas con conectores de placa clavo.

#### 2.3.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 1995. Eurocódigo 5. Proyecto de estructuras de madera. Todas las partes.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las piezas de madera maciza deben cumplir con la Norma EN 14081-1.

02.- Los productos de madera maciza dispondrán de Marcado CE.

03.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 14081-1, para los requisitos siguientes:

- Elementos estructurales prefabricados de madera ensamblados con conectores de placa clavo (pieza no tratada para mejorar las prestaciones de reacción al fuego del elemento) en edificios (pero no los sometidos predominantemente a cargas dinámicas) (EN 14250):
- Resistencia mecánica en términos de capacidad resistente y rigidez o deformación, y cubierta por los siguientes métodos:
  - Método 1:
    - Datos de geometría
    - Propiedades de los materiales (de los componentes)
  - Método 2:
    - Capacidad resistente
    - Rigidez o deformación
  - Método 3a:
    - Referencia a los planos de fabricación
  - Método 3b:
    - Capacidad resistente



- Deformación
- Todos los métodos:
  - Características del componente
  - Otras características del elemento
- Estabilidad dimensional: contracción o hinchazón
- Reacción frente al fuego (la prestación correspondiente a esta característica puede estar afectada por el tratamiento protector de la madera según al Norma EN 15227)
- Resistencia al fuego, cuando se requiera
- Emisión de sustancias peligrosas (pueden existir requisitos adicionales aplicables a los productos cubiertos por su campo de aplicación) (la prestación correspondiente a esta característica puede estar afectada por el tratamiento protector de la madera según al Norma EN 15227)
- Durabilidad (es decir, resistencia a los ataques biológicos) (la prestación correspondiente a esta característica puede estar afectada por el tratamiento protector de la madera según al Norma EN 15227)

#### 4.- ALMACENAMIENTO

01.- Los productos de madera se almacenarán en locales secos y aireados procurando que la higrometría en los mismos sea constante.

02.- Se dispondrán en pilas sobre base plana y rígida, aislados de la humedad del suelo y paredes.

#### 5.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Será obligatorio que las estructuras prefabricadas de madera cuenten con marcado CE.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto y este PCTG.

05.- En determinados casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de Obra podrán exigir controles adicionales, que se llevarán a cabo de acuerdo con las Normas UNE correspondientes.

#### 6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado para la unidad de obra de que forme parte.

### Sección 3.<sup>a</sup>

## MADERAS PARA MOBILIARIO URBANO

### ARTÍCULO 28.31.- MADERA PARA ELEMENTOS DE MOBILIARIO URBANO (PCTG99)

#### 1.- DEFINICIÓN

01.- Madera para elementos de Mobiliario Urbano es la utilizada para la construcción de aquéllos definidos en el Capítulo 48 del presente PCTG que el Ayuntamiento acepte para su colocación en espacios de uso público y, en particular, de bancos públicos, juegos infantiles, elementos de instalaciones deportivas, mesas y cerramientos.

#### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

##### 2.1.- Normas básicas de referencia

01.- UNE 56.400.85, "Protección de la madera terminología".

02.- UNE 56.414.88, "Protección de la madera. Clasificación de los protectores biocidas atendiendo a su naturaleza".

03.- UNE EN 599-1.97, "Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Prestaciones de los protectores de la madera determinadas mediante ensayos biológicos. Parte 1: Especificaciones para las distintas clases de riesgo.

04.- UNE 56.416.88, "Protección de la madera. Métodos de tratamiento".

05.- UNE EN 460.95, "Durabilidad de la madera y de los materiales derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera para su utilización según las clases de riesgo".

06.- UNE EN 335-1.93, "Durabilidad de la madera y productos derivados. Definición de las clases de riesgo de ataque biológico". Parte 1: Generalidades.

07.- UNE EN 335-2.94, "Durabilidad de la madera y productos derivados. Definición de las clases de riesgo de ataque biológico". Parte 2: Aplicación a madera maciza.

08.- UNE EN 335-3.96, "Durabilidad de la madera y productos derivados. Definición de las clases de riesgo de ataque biológico". Parte 3: Aplicación a los tableros derivados de la madera.

09.- UNE EN 350-1.95, "Durabilidad de la madera y de los materiales derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Parte 1: Guía para los principios de ensayo y clasificación de la durabilidad natural de la madera".

10.- UNE EN 350-2.95, "Durabilidad de la madera y de los materiales derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Parte 2: Guía de la durabilidad natural de la impregnabilidad de especies de madera seleccionadas por su importancia en Europa".

11.- UNE EN 351-1.96, "Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Madera maciza tratada con productos protectores. Parte 1: Clasificación de las penetraciones y retenciones de los productos protectores".

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Los tipos de madera más usuales son los siguientes:

a) Maderas de coníferas.

Dentro de este grupo, se utilizan maderas tradicionales españolas como son el pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.) y el pino gallego (*Pinus pinaster* Sol.), junto a nuevas especies de pinos procedentes de Inglaterra, Suecia y el resto de Europa.

La densidad de este tipo de maderas está comprendida entre 400 y 550 Kg/m<sup>3</sup>.

b) Maderas de frondosas.

Este tipo de maderas son las que han sufrido mayor expansión. En su mayoría se utilizan maderas ricas en aceites que les sirven de autoprotección, tienen una densidad comprendida entre 600 y 700 Kg/m<sup>3</sup>. Algunas de estas especies son la Javota, el Elondo (*Erythrophleum ivorensis* A.) procedente de África, el Lauán (*Shorea almon* Fox.) de Asia y el Iroko (*Chlorophora excelsa* Bent.) que es la más utilizada.

c) Tableros de aglomerado de madera.

Cumplirán las especificaciones del Artículo 28.24. El espesor mínimo de los tableros a utilizar será de diecinueve milímetros (19 mm).

Se realizará un acondicionamiento previo de los tableros a las condiciones correspondientes a su lugar de aplicación. En todo caso se realizará un tratamiento antihumedad.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Además de lo establecido en el Artículo 28.00, todas las maderas empleadas en elementos de mobiliario urbano no presentarán tipo alguno de pudrición, enfermedades o ataque de insectos perforadores.

02.- Estarán exentas de nudos cuyo tamaño supere treinta milímetros (30 mm), fendas y acebolladuras y no presentarán alteraciones del color natural de la madera.

03.- Estarán correctamente secadas, sin deformaciones debidas a hinchazón o merma (como acanalados o tejados, combados, arqueados, alabeos o levantados).

04.- La madera deberá tener la humedad lo más parecida a la humedad de utilización, siempre que el proceso de fabricación lo permita. De esta manera se reducen los movimientos que podría tener a causa de la variación del grado de humedad. La humedad de la madera para mobiliario urbano estará comprendida entre el doce (12%) y el quince (15%) por ciento.

05.- Los componentes de madera en bloque de los elementos de mobiliario urbano serán de una sola pieza, sin encoladuras ni uniones de ningún tipo y serán escuadrados. Los componentes para los elementos tales como talanqueras o bancos rústicos serán de madera laminada y encolada.

06.- Los cajeados, cepillados, lijados tratamiento de cantos y repasos de las piezas garantizarán que la superficie de la madera carezca de repelos y astillados.

07.- Las aristas de las piezas carecerán de cantos vivos.

08.- Los tratamientos protectores de la madera en bloque deberán cumplir las Normas UNE 56.414/88, UNE EN 599-1/97, UNE EN 351-1/96 y UNE 56.416/88. Estos productos se elegirán de acuerdo con este Artículo.

09.- En las especificaciones del tratamiento deberá hacerse referencia a:

- Tipo de producto a utilizar.
- Sistema de aplicación: pincelado, pulverizado, inmersión, autoclave.
- Retención y penetración del producto.

10.- Como medida preventiva de protección hay que evitar que el hormigón u otro material esté en contacto directo con la madera, separándolos por medio de una lámina impermeable; su contacto con el suelo será el mínimo posible.

#### 4.- UNIONES

01.- Las uniones de la madera en el mobiliario urbano se realizarán en función de las solicitaciones a las que estén sometidas mediante encolado, llaves, anillos, clavos o pernos.

02.- Las uniones se realizarán normalmente con clavos y pernos, siendo el uso del encolado mínimo y sólo para ciertos ensamblajes.

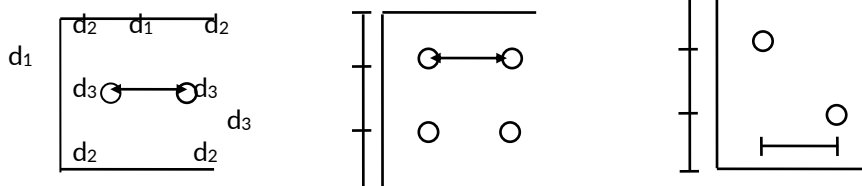
03.- En el caso de los clavos, el diámetro máximo del mismo dependerá del espesor de la madera:

	<b>Espesor de madera</b>	
	<b><math>e \leq 30 \text{ mm.}</math></b>	<b><math>e &gt; 30 \text{ mm.}</math></b>
<b>Maderas blandas</b>	$d \leq e/7$	$d \leq e/9$
<b>Maderas duras</b>	$d \leq e/9$	$d \leq e/11$

Para diámetros superiores a los 6 mm es necesario un pretaladro previo de diámetro  $d - 2 \text{ mm}$  para evitar hienda.

La penetración del clavo no debe superar "0.8 e" para cizallamiento simétrico en la última pieza unida y "1.5 e" en cizallamiento simple, doble o triple.

04.- En el caso de la utilización de pernos las separaciones mínimas recomendables entre los ejes de pernos son  $d_1 = 6 \varnothing$ ,  $d_2 = 3 \varnothing$  y  $d_3 = 3 \varnothing$ .



Diámetro del perno:  $\varnothing \leq e/6$

Anchura de la pieza  $l \geq 6 \varnothing$

Los pernos se colocarán sobre arandelas o placas cuadradas.

05.- Los tirafondos requieren un taladro previo no mayor a  $0,7 \varnothing$ , siendo  $\varnothing$  el diámetro del tirafondo. Siempre irá atornillado, nunca clavado, siendo la longitud efectiva en la unión de al menos  $8 \varnothing$ .

06.- Los elementos utilizados en las uniones deberán estar protegidos frente a la acción de los agentes meteorológicos. Todos los elementos de acero estarán galvanizados.

#### 5.- PROTECCIÓN DE LA MADERA

##### 5.1.- Generalidades

01.- La madera como material de origen orgánico (compuesta por celulosa y lignina) constituye la base de alimentación de organismos vivos, especialmente los hongos y los insectos. Éstos originan la degradación de su estructura y la pérdida de resistencia. Asimismo el sol y la lluvia también pueden degradarla si no se toman las medidas adecuadas.

02.- La protección de la madera puede ser:

- Protección preventiva: aplicada a la madera antes de su puesta en obra y con un nivel de protección adecuado a su riesgo.
- Protección curativa: aplicada a la madera puesta en obra que ha sufrido ataques, logrando la detención del avance de los daños y la prevención frente a posibles ataques futuros.

03.- La protección de la madera incluye las siguientes etapas:

- Asignar la clase de riesgo correspondiente a la situación de la madera. La clase de riesgo nos define el tipo de protección que requiere la madera.
- Elección de una clase de penetración y de especificación de retención, así como del protector y del método de tratamiento de madera adecuado para el tipo de protección correspondiente a la clase de riesgo asignada y especie de madera.

04.- Como mínimo deben indicarse los siguientes datos, bien sobre la madera tratada, sobre las etiquetas que se le añaden, sobre el embalaje o en la documentación que se adjunta:

- a) EN 351-1: y fecha de esta Norma Europea.
- b) el nombre del producto protector.
- c) clase de penetración P1 a P9, según la norma UNE EN 351-1:96.
- d) tolerancia de penetración.
- e) retención.
- f) número de la partida o lote/año.
- g) nombre de la empresa que ha realizado la impregnación.

## 5.2.- Tipos de riesgo

01.- La normativa europea UNE EN 335-1.93 define los siguientes tipos de riesgo:

- a) Clase de riesgo 1: El elemento está bajo cubierta protegido de la intemperie y no está expuesto a la humedad. En estas circunstancias el elemento de madera puede alcanzar un contenido de humedad inferior al 20 %.  
No hay riesgo de ataque por hongos y en cuanto a los ataques por insectos se admite que ocasionalmente pueda ser atacada por termitas y coleópteros.
- b) Clase de riesgo 2: El elemento está bajo cubierta y protegido de la intemperie pero ocasionalmente se puede alcanzar una humedad ambiental elevada. En estas circunstancias el elemento de madera puede sobrepasar ocasionalmente el contenido de humedad del 20 % en parte o en la totalidad de la pieza.  
Existe riesgo de ataque por hongos cromógenos o xilófagos. El riesgo de ataque por insectos es similar al de la clase 1.
- c) Clase de riesgo 3: El elemento se encuentra al descubierto (a la intemperie y no cubierto), no está en contacto con el suelo y está sometido a una humidificación frecuente. En estas condiciones el elemento de madera puede sobrepasar el contenido de humedad del 20 %.  
El riesgo de ataque de hongos cromógenos o xilófagos es más marcado que el de la clase de riesgo 2. El riesgo de ataques de insectos xilófagos es similar al de la clase 1.
- d) Clase de riesgo 4: El elemento está en contacto con el suelo o con agua dulce y está expuesto a una humidificación en la que supera permanentemente el contenido de humedad del 20 %.  
Existe un riesgo permanente de pudrición y de ataque de termitas.
- e) Clase de riesgo 5: El elemento está permanentemente en contacto con el agua salada. En estas circunstancias el contenido de humedad de la madera es permanentemente superior al 20 %.  
Además de los riesgos de ataque de la clase 4 se añade el originado por los xilófagos marinos.

02.- La madera para mobiliario urbano pertenecerá a los grupos de riesgo 3 y 4, y estará sometida a los agentes destructores que se describen seguidamente.

### 5.3.- Agentes destructores de la madera

01.- Como agente destructor de la madera se puede considerar toda causa que directa o indirectamente interviene en su deterioro o alteración. Se puede hacer una primera clasificación de los mismos en:

- Agentes destructores de origen biótico.
- Agentes destructores de origen abiótico.

#### 5.3.1.- Agentes destructores de origen biótico.

01.- Son aquellas causas de alteración de la madera de origen vivo; las principales son las siguientes:

##### - Hongos cromógenos:

Hongos que se alimentan de las sustancias de reserva de la madera sin afectar a la estructura de la madera. No producen reducción significativa de la resistencia de la pieza pero puede aumentar su permeabilidad y provocan cambios de color (agrisados y azulado) que sólo afectan en la práctica a su aspecto estético. Para su desarrollo el contenido de humedad de la madera debe ser superior al 18%-22%.

- Hongos de azulado (*Ceratocystis ssp.*(Ascomiceto, Pireñal); *Pullularia pullulans* (Deuteromiceto, Hifa)...): causantes de una coloración azulada a negruzca permanente, de intensidad y profundidad variables, fundamentalmente en la albura de ciertas maderas de coníferas principalmente.
- Mohos: hongos que se manifiestan en la superficie de las maderas húmedas formando manchas de colores variados que precisan un contenido de humedad superficial superior al 20%. Estos hongos no son específicos de la madera y pueden aparecer sobre cualquier material que presente un grado de humedad elevado.

##### - Hongos de pudrición:

Hongos que realmente pueden denominarse xilófagos, ya que se alimentan de los componentes de la madera (celulosa o lignina). Provocan una destrucción de la estructura anatómica de la madera y por tanto una disminución elevada de su resistencia.

La madera afectada de pudrición sufre inicialmente cambios de color oscureciéndose normalmente y produciéndose además cambios de textura y del medio iónico, reducción de las propiedades resistentes, descenso del peso, incremento de la permeabilidad a los líquidos y variación del grado de conductividad térmica y eléctrica.

Se pueden distinguir dos tipos de pudrición considerando el elemento de la pared celular de la madera que es atacado preferentemente:

- Pudrición parda o cúbica: el hongo se alimenta principalmente de la celulosa, dejando la lignina intacta. La madera atacada toma un color marrón oscuro. Este tipo de pudrición afecta más a las maderas de coníferas que a las de frondosas.
- Pudrición blanca o fibrosa: el hongo se alimenta principalmente de la lignina, afectando ligeramente a la celulosa. La madera atacada toma un color blanquecino y presenta un aspecto fibroso. Este tipo de pudrición afecta más a las maderas de frondosas que a las de coníferas.

##### - Insectos xilófagos:

Estos insectos los podemos clasificar en dos grupos:

- Insectos de ciclo larvario: Estos insectos pertenecen al orden de los Coleópteros y producen los daños en la madera durante su fase de larva, en la que se alimentan de ésta practicando galerías en dirección sensiblemente paralela a la fibra. Las familias más frecuentes son: Líctidos (polilla) que ataca a las maderas de frondosas y Anóbidos (carcoma) y Cerambícidos (carcoma grande) que atacan a las maderas de coníferas y frondosas.



- Insectos sociales: estos insectos pertenecen al orden de los Isópteros y a la familia de los Termitidos con las siguientes especies: *Reticulitermes lucifugus* Rossi (termitas subterráneas) y *Cryptotermis brevis* Walker (termitas de madera seca) se alimentan de la celulosa de la gran mayoría de las especies de madera.

### 5.3.2.- Agentes destructores de origen abiótico.

01.- Son aquellas causas de alteración de la madera de origen no vivo; las principales son las siguientes:

- Agentes químicos (Contaminantes atmosféricos): Los contaminantes atmosféricos productores de deposiciones ácidas, pueden ocasionar deterioros de distinto grado en la madera. La deposición ácida en la madera pintada o barnizada puede ocasionar cambios en los polímeros de las pinturas, reacciones de los componentes ácidos de la madera con los de la pintura y degradación superficial de la madera. En la madera situada a la intemperie cubierta por una barrera física de pintura o barniz, pueden romper la continuidad de la película que éstas forman. La producción de grietas en la capa de pintura unido al descenso de su adhesión a la madera, propicia la entrada de agua bajo la capa de pintura y el desarrollo posterior de pudriciones que en estos lugares no visibles serían de difícil detección.
- Agentes físico-químicos (radiación solar): La madera situada a la intemperie y sometida a la acción solar directa, como consecuencia de los rayos u.v. sufre dos tipos de daños. Inicialmente se origina una decoloración superficial grisácea y con posterioridad una desfibración superficial que con la colaboración del agua de lluvia y del viento puede llegar a ocasionar desigualdades superficiales de cierta importancia, produciendo la denominada meteorización de la madera.
- Agentes físico-mecánicos (humedad y cambios climáticos bruscos): Dado que la madera es un material poroso e hidrófilo, puede absorber agua tanto en las paredes como en los lúmenes celulares, produciéndose cambios dimensionales (hinchazón) e incrementos de peso. Por otra parte, la humedad de la madera presenta una gran importancia por ser factor indispensable para el ataque de hongos cromógenos y de pudrición, así como cierto número de insectos xilófagos. La madera colocada en lugares expuestos a rápidos y bruscos cambios de temperatura, sufre daños al no poder equilibrarse con el medio con la suficiente rapidez. Esto da lugar a la aparición de fendas y causa a su vez daños tanto directos como indirectos. De forma directa suponen importantes descensos de las características resistentes y estéticas de la madera e indirectamente suponen puertas de entrada a diversos organismos bióticos de deterioro.

### 5.4.- Durabilidad natural

01.- No todas las maderas son igualmente atacables y su resistencia a los distintos agentes degradantes es variable. Surge entonces el concepto de durabilidad natural que dependerá de la presencia de resinas, oleoresinas, taninos,... que posea cada especie. En la norma UNE EN 350-2.95 se exponen las durabilidades de las especies más utilizadas en Europa.

02.- Se presenta a continuación en el CUADRO 28.31.1 una clasificación a modo orientativo de la durabilidad de distintas especies:

CUADRO 28.31.1

#### CLASIFICACIÓN DE LA DURABILIDAD DE ESPECIES DE MADERA

Durabilidad	Vida en el suelo	Maderas
Muy duradera	> 25 años	Teca, ciprés, sabina, pino tea, sequoia, cedro, pino laricio.



Duradera	15-25 años	Roble, castaño, acacia, pino silvestre, <i>Pino pinaster</i> , pino de Oregón.
Moderadamente duradera	10-15 años	Abeto Douglas
No duradera	5-10 años	Olmo, Pino escocés, abeto, picea, <i>Pino insignis</i> , fresno, abedul, arce, plátano.
Perecedera	< 5 años	Haya, chopo, sauce, tilo, castaño de indias.

### 5.5.- Tipos de tratamiento

01.- En este apartado se describen los tipos de tratamiento aplicados a la protección preventiva, ya que ésta será la utilizada en las maderas para mobiliario urbano.

02.- Se definen los siguientes conceptos para caracterizar la efectividad de las impregnaciones de los distintos tratamientos:

- Absorción: Cantidad de solución (absorción líquida) o de soluto (absorción sólida) introducido en la madera por unidad de superficie. Se mide en unidades de peso por unidad de superficie ( $gr/cm^2$ ).
- Penetración: Profundidad de capa de producto químico de impregnación con el que queda protegida la madera, expresándose normalmente en mm.
- Retención: Cantidad de solución de producto protector (Retención líquida) o de soluto (Retención sólida) que queda en la madera tras el proceso de impregnación, conforme a la Norma UNE EN 351-1/96.

03.- La absorción de solución por la madera y la penetración del protector y retención del mismo en la misma dependen de las características de la madera, tipo de solución de protector utilizado y sistema de aplicación de las soluciones de protector.

04.- Para definir el sistema de protección de la madera se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- Tipo de protección (superficial, media o profunda), que indica el grado de tratamiento.
- Productos protectores, que incluye la relación de los tipos de productos protectores adecuados para cada método de protección.
- Métodos de tratamiento, que recoge los sistemas de tratamiento existentes para cada tipo de protección.

05.- En el CUADRO 28.31.2 se resumen los posibles sistemas de protección de la madera.

CUADRO 28.31.2  
SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE LA MADERA

TIPO DE PROTECCIÓN	MÉTODO DE TRATAMIENTO	TIPO DE PROTECTOR
SUPERFICIAL penetración media alcanzada 3 mm, mínima 1 mm.	Pincelado Pulverización Inmersión breve	Disolvente orgánico Hidrodispersable
MEDIA penetración media superior a 3 mm, sin llegar al 75 % impregnable.	Inmersión prolongada Inmersión caliente-fría Difusión Autoclave (vacío-presión) Autoclave (vacío-vacío)	Sales hidrosolubles Disolvente orgánico Orgánicos naturales
PROFUNDA penetración media igual o superior al 75 % impregnable	Inmersión caliente-fría Difusión Autoclave (vacío-presión) Autoclave (vacío-vacío)	Sales hidrosolubles Disolvente orgánico Orgánicos naturales

06.- Los protectores en disolventes orgánicos no son adecuados para los métodos de tratamiento por difusión.

07.- Los protectores orgánicos naturales, debido a su alta viscosidad, se aplican exclusivamente con los tratamientos de inmersión caliente-fría y autoclave.

08.- La madera para mobiliario urbano pertenece al grupo de riesgo 3 y 4 y el tipo de protección requerido para estas clases de riesgo es:

- Clase de riesgo 3: Es necesaria una protección media y recomendable una protección profunda.
- Clase de riesgo 4: Es necesaria una protección profunda.

#### 5.5.1.- Tipos de protección.

01.- Protección media: Es aquella en la que la penetración media alcanzada por el protector es superior a 3 mm en cualquier zona tratada, sin llegar al 75 % del volumen impregnable. (La resistencia a la impregnación de una madera es la mayor o menor dificultad que presenta a la penetración de los protectores, y depende de su composición y de su estructura anatómica. Generalmente la albura de una especie es más fácilmente impregnable que su duramen). Los métodos de tratamiento más adecuados son la inmersión prolongada, la inmersión caliente y fría y los sistemas de impregnación por autoclave: vacío-vacío y vacío-presión. Los protectores utilizados son las sales hidrosolubles y los protectores en disolventes orgánicos.

02.- Protección profunda: Es aquella en la que la penetración media alcanzada por el protector es igual o superior al 75 % del volumen impregnable. Los métodos de tratamiento más adecuados para conseguir la protección en profundidad son los de impregnación por autoclave vacío-presión. Los productos protectores utilizados son las sales hidrosolubles y los protectores en disolventes orgánicos.

#### 5.5.2.- Protectores de madera

01.- Los protectores de madera son sustancias químicas utilizadas de forma aislada o en combinación para proporcionar a las piezas de madera sobre las que se aplican una mayor resistencia frente a la degradación por organismos xilófagos. Para algunos usos concretos, a las propiedades biocidas se añade una mejora en la resistencia frente a determinados agentes atmosféricos. Los protectores deben estar inscritos en el

Registro Oficial Central de Productos y Material Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, especificándose su efectividad frente a los agentes bióticos, los métodos de tratamiento y las dosificaciones en función del mismo, así como su toxicidad.

02.- Los protectores deben cumplir las condiciones siguientes:

- Poseer propiedades fungicidas y/o insecticidas respecto a los organismos xilófagos.
- Mantener su eficacia protectora a lo largo del tiempo necesario, según las condiciones o situaciones de exposición de la madera tratada.
- Poder ser introducidos en la madera por un procedimiento adecuado, de forma que se puedan lograr los grados de penetración y retención necesarios en cada caso.
- No alterar las propiedades de la madera exigidas para el uso al que se va de destinar. Habrá que tener en cuenta fundamentalmente las modificaciones que se pueden producir en la madera tratada en cuanto a olor y color, corrosividad de metales en contacto, degradación de plásticos, toxicidad para el ser humano, animales domésticos o vegetales en contacto y descenso acusado de las características resistentes de la madera tratada.

03.- Los protectores de madera utilizados para mobiliario urbano son los siguientes:

- Protectores hidrosolubles: Son soluciones acuosas de sales minerales empleadas a distintas concentraciones, según el grado de protección deseado, del método de tratamiento empleado y de la especie de madera a proteger. Están compuestos esencialmente por tres elementos:
  - Principios activos constituidos por sales.
  - Coadyuvantes: son sales de propiedades fijadoras, cuyo papel es asegurar una fijación de los anteriores en el interior de la madera, impidiendo su eliminación por deslavado o por la acción del calor.
  - Disolvente: agua.

Los protectores hidrosolubles más utilizados son:

CCA = Cromo, Cobre y Arsénico.

CCB = Cromo, Cobre y Boro.

CFK = Cromo, Fluor y Cobre.

La madera tratada con protectores hidrosolubles, una vez seca, queda limpia aunque generalmente coloreada.

- Protectores en disolvente orgánico: Son productos listos para su empleo constituidos por formulaciones complejas en las que intervienen los tres elementos siguientes:
  - Principios activos, normalmente compuestos orgánicos de síntesis.
  - Coadyuvantes: compuestos que aseguran la estabilidad del producto tratado y la fijación de los principios activos en el interior de la madera.
  - Disolvente: se utilizan derivados del petróleo diferenciándose los distintos tipos en función de la temperatura de destilación, contenido de agua, peso específico, residuos no volátiles, etc.

Estos productos se comercializan en forma líquida y se aplican a la madera con sistemas superficiales o en profundidad mediante plantas autoclave y métodos de vacío-presión o vacío-vacío.

Cuando el disolvente se ha evaporado por completo, la madera queda con un aspecto limpio, sin cambios de color, dispuesta para recibir cualquier tipo de acabado, no es corrosiva para los metales en contacto; además, estos productos tienen mayor penetración que otros protectores, no son deslavables por el agua y no hinchan la madera.

Desde el punto de vista de su utilización, se diferencian los de tipo decorativo (superficiales) y los normales. Los primeros tienen en su composición elementos biocidas y pigmentos de características antifotodegradantes, mientras que los segundos suelen presentar productos insecticidas, fungicidas y repelentes al agua.

### 5.5.3.- Método de tratamiento

01.- El método de tratamiento es el procedimiento por el que se aplica un protector a la madera. El éxito de la protección de la madera depende de la calidad del protector de la madera utilizado, de su dosificación y del método de tratamiento empleado. La mayoría de los protectores no resultan eficaces si no se utiliza el método de tratamiento adecuado y con la correcta dosificación. Los tratamientos más empleados para la protección de maderas pertenecientes a las clases de riesgo 3 y 4 son los siguientes:

- Inmersión prolongada: Sistema consistente en sumergir totalmente la madera en un baño de solución del protector, a temperatura ambiente y durante un período de tiempo superior a 10 minutos pudiéndose alcanzar semanas o meses. La duración de la inmersión depende del grado de protección que se desee alcanzar y depende de: la especie de madera, las dimensiones de las piezas, el contenido de humedad de las mismas y el tipo de protector utilizado. Con este tratamiento se puede conseguir una protección media o profunda contra la acción de agentes bióticos y determinados agentes abióticos.
- Inmersión caliente-fría: En este tratamiento la madera se calienta en un depósito de inmersión que contenga el protector (a veces sólo el diluyente) llevándose a continuación rápidamente a otro depósito de inmersión que contenga el protector a temperatura ambiente, en la que se mantendrá hasta conseguir el grado de protección deseado.  
Con este tratamiento se puede llegar a una protección profunda contra los agentes bióticos.
- Tratamientos con presión: Es cualquier tratamiento en el que se hace penetrar el protector en la madera de forma forzada aplicando presión, en un cilindro o autoclave.  
El empleo del autoclave es la única forma de conseguir elevados grados de penetración y retención en maderas secas de bajo grado de permeabilidad.  
Con estos tratamientos se consigue una protección profunda y se pueden utilizar todo tipo de protectores. Existen dos tipos de tratamiento:
  - Sistema de célula llena: Su objetivo es conseguir la máxima retención del protector en la madera tratada, impregnando la mayor parte posible de la pared celular y rellenando los vacíos celulares (lumen de las células) con el protector. La característica fundamental de este sistema es la realización de un vacío inicial.
  - Sistema de célula vacía: Su objetivo es impregnar la mayor parte posible de la pared celular de las células de madera retirando posteriormente el excedente de producto de las cavidades celulares (lumen de las células).  
Los distintos sistemas vienen definidos por la duración e intensidad de las presiones y de los vacíos aplicados, que a su vez dependen de la resistencia a la impregnación que tenga la especie de madera, el grado de protección requerida y del tipo de protector utilizado.
- Tratamiento sin presión: El sistema de impregnación química protectora de la madera más importante, de los que no utilizan presión, es el denominado Vacío-Vacío o Vac-Vac, utilizado principalmente para las maderas de permeabilidad media.  
El sistema de impregnación Vac-Vac es un tratamiento de célula llena, que tiende a realizar una protección perimetral de la pared celular sin llegar a rellenar totalmente el lumen de las células. Este tratamiento consta de las siguientes fases:
  - Vacío inicial para extraer parte del aire de la madera.
  - Introducción del protector a presión atmosférica y en algunos casos a una presión ligeramente superior.
  - Vacío final para regular la cantidad de protector introducida en la madera.
 Este tratamiento permite, utilizando protectores adecuados, añadir a la protección contra los agentes bióticos una mejora en la estabilidad dimensional de la madera. Con este tratamiento se consigue una protección profunda contra la acción de agentes bióticos y normalmente se emplea con protectores en disolvente orgánico.

#### 5.5.4.- Cantidad de aplicación

01.- En el CUADRO 28.31.3 se resume el proceso de protección descrito anteriormente, relacionando la clase de riesgo, el tipo de protección, el protector, su cantidad de aplicación y el método de tratamiento.

02.- Las cantidades de aplicación indicadas en el CUADRO 28.31.3 son valores orientativos. Los datos concretos deben consultarse en la documentación técnica del fabricante. Los datos de las cantidades de aplicación en los tratamientos con autoclave están referidos a retenciones en albura.

CUADRO 28.31.2

CLASE DE RIESGO	Exposición Humidificación	TIPO DE PROTECCIÓN	PRODUCTO	CANTIDAD DE APLICACIÓN	METODO DE TRATAMIENTO
3 Sin contacto con el suelo	FRECUENTE	Media	Orgánico Sales hidros. Pdto. Dob.Vac.	200-300ml/m <sup>2</sup> 3-4 Kg/m <sup>3</sup> 20-26 l/m <sup>3</sup>	Inmersión Inmersión Autoclave
Al exterior		Recomendable profunda	Orgánico Sales hidros. Pdto. Dob.Vac.	200-300ml/m <sup>2</sup> 3-4 Kg/m <sup>3</sup> 20-26 l/m <sup>3</sup>	Autoclave Autoclave Autoclave
4 En contacto con el suelo o con el agua dulce	PERMANENTE	Profunda	Sales hidros.	8-15 Kg/m <sup>3</sup>	Autoclave

### 5.6.- Acabado superficial

01.- La protección de la madera se complementa con el acabado. En primer lugar hay que tener en cuenta que si bien los aceites, grasas y taninos de ciertas especies de árboles pueden ser útiles para la conservación de la madera en exterior, también dificultan la aplicación de barnices y pinturas. Por ello en el caso de que se decida eliminarlos hay que utilizar disolventes nitro (alcohol, cetona) para limpiar las maderas tropicales ricas en aceites y grasas como son el Iroko, Bolondo, Teca,... y limpiarlas después del lijado. Los taninos de especies como el Roble y el Castaño se eliminarán con polifosfatos.

02.- Los productos utilizados en el acabado superficial se han diferenciado del resto de los productos protectores debido a la problemática especial de la protección superficial de la madera y porque se pueden emplear productos que solamente protegen a la madera de los agentes atmosféricos (sol y lluvia), y no tienen por lo tanto propiedades insecticidas y/o fungicidas, determinantes de los protectores de la madera.

03.- Los elementos que intervienen en la calidad y por tanto en la duración de la protección superficial son:

- La naturaleza de las resinas (protección frente a la acción de la lluvia).
- Naturaleza de los pigmentos y la concentración en volumen de los pigmentos referido a la resina (protección frente a la acción del sol).

### 5.6.1.- Barnices

01.- Un barniz es una disolución, o eventualmente una dispersión de resinas, aplicado corrientemente en varias manos para formar un film de espesor determinado.

02.- El tipo de barniz utilizado suele ser de poro abierto para permitir que la madera respire, lo que no sería posible si el barniz o la pintura fuesen impermeables.

03.- Un barniz expuesto directamente a la intemperie presenta en las mejores condiciones una duración de tres años. Transcurridos esos tres años es necesario decapar y renovar completamente. Por esta razón los barnices no son aconsejables como revestimientos expuestos a la intemperie.

### 5.6.2.- Pinturas

01.- Las pinturas son barnices en los cuales se han dispersado pigmentos escogidos en función de su matiz y de su resistencia a la intemperie.

02.- Los pigmentos tienen un papel considerable en la resistencia del film. Con la misma resina, una pintura es tres veces más resistente que un barniz. Algunos pigmentos constituyen a la vez una armadura de la resina, una barrera frente a los rayos ultravioletas, siendo captadores o reflectores de los rayos infrarrojos.

### 5.6.3.- Lasures

01.- Los lasures son productos próximos a los barnices y las pinturas. Son barnices pigmentados de colores transparentes que impregnan la madera.

02.- Son productos de impregnación que no deben formar capa sobre la superficie de la madera, lo que permite el movimiento de la misma. En su mantenimiento no hay que decapar primero.

03.- Los lasures están compuestos por:

- Resinas resistentes a la intemperie; las más corrientes son alquídicas.
- Pigmentos en forma micronizada en matices y cantidades adaptadas al efecto deseado.
- Materias activas, fungicidas e insecticidas, en forma concentrada.
- Solventes-diluyentes.
- Adyuvantes diversos, para favorecer la penetración de las materias activas.

04.- El papel del pigmento es triple:

- Reforzar la resistencia a la intemperie de la resina (función esencial).
- Uniformar la coloración de la madera, colorando la madera de forma durable. Eventualmente camuflan los defectos.
- Impedir que los rayos ultravioletas lleguen a la superficie de la madera.

05.- La relación pigmento/resina aumenta en función de la intensidad de color exigida. A partir de un umbral determinado, la cantidad de resina es insuficiente y los pigmentos tendrán tendencia a ser arrastrados por la lluvia.

## 6.- CONDICIONES ESPECÍFICAS DE LAS MADERAS PARA ELEMENTOS DE MOBILIARIO URBANO

### 6.1.- Maderas de frondosas

01.- La madera a emplear tendrá una densidad no menor de seiscientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (650) Kg/m<sup>3</sup> y una humedad comprendida entre el doce (12) y el quince (15) por ciento.

02.- La madera a emplear será Lauan o Iroko en los siguientes elementos de mobiliario urbano:

- Mesa de ajedrez.
- Banco de estructura tubular.
- Banco de tablillas.
- Banco doble "Tipo Retiro".
- Banco "Tipo Madrid".

03.- La madera se someterá a un tratamiento en autoclave Tipo Vac-Vac o similar con sales hidrosolubles incoloras o protectores en disolvente orgánico para conseguir una protección profunda que garantice un tratamiento fungicida, insecticida y repelente al agua y que no produzca cambios estructurales ni dimensionales.

04.- Una vez finalizado el mecanizado y repaso de las piezas, se protegerá la madera con tres capas de un producto de acabado superficial protector frente a ataques de hongos e insectos y antifotodegradante coloidal a poro abierto; la primera capa podrá ser incolora o con pigmentación y las dos últimas incoloras. Si se utiliza la primera capa pigmentada, no deberá alterar el color de la madera, sino reforzarlo.

05.- Los productos protectores deberán ser aprobados por la Dirección y no podrán contener ningún derivado fluorocarbonado.

#### **6.2.- Maderas de coníferas**

01.- La madera a emplear tendrá una densidad no menor de cuatrocientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (450) Kg/m<sup>3</sup> y una humedad comprendida entre el doce (12) y el quince (15) por ciento.

02.- La madera a emplear será Pino Silvestre en los siguientes elementos de mobiliario urbano:

- Mesa rústica.
- Banco rústico.
- Talanquera.

03.- La madera se someterá a un tratamiento en autoclave Tipo Vac-Vac o similar con sales hidrosolubles incoloras o protectores en disolvente orgánico para conseguir una protección profunda que garantice un tratamiento fungicida, insecticida y repelente al agua y que no produzca cambios estructurales ni dimensionales.

04.- Una vez finalizado el mecanizado y repaso de las piezas, se protegerá la madera con tres capas de un producto de acabado superficial protector frente a ataques de hongos e insectos y antifotodegradante coloidal a poro abierto; la primera capa podrá ser incolora o con pigmentación y las dos últimas incoloras. Si se utiliza la primera capa pigmentada, no deberá alterar el color de la madera, sino reforzarlo.

05.- Los productos protectores deberán ser aprobados por la Dirección y no podrán contener ningún derivado fluorocarbonado.

#### **6.3.- Tableros de aglomerado de madera**

01.- Este tipo de madera se utilizará para los tableros de las canastas de baloncesto fija y móvil y canasta de minibasket.

02.- El espesor mínimo de los tableros a utilizar será de diecinueve milímetros (19 mm.).

03.- Los tableros de aglomerado de madera tendrán un tratamiento antihumedad y estarán plastificados en todas sus caras.



## 7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

## **CAPÍTULO 29.- MATERIALES DIVERSOS**

### **Sección 1.<sup>a</sup>**

#### **VIDRIO**

### **ARTÍCULO 29.11.- VIDRIO (PCTG99)**

#### 1.- DEFINICIONES

01.- Vidrio es una sustancia dura, frágil, transparente u opaca, de brillo especial, insoluble en casi todos los cuerpos conocidos y fusible a elevada temperatura. Está formado por combinación de sílice con potasa o sosa y pequeñas cantidades de otras bases; se fabrica en hornos y crisoles.

#### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

##### **2.1.- Normas de aplicación obligatoria**

01.- Normas Tecnológicas de la Edificación FVP, FVT y FVE.

#### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Los vidrios, según permitan o no el paso de la luz se clasifican en:

- Vidrios transparentes.
- Vidrios opacos.

02.- Según que la transmisión de la luz sea sin difusión o con difusión variable, los vidrios pueden ser:

- Vidrio transparente.
- Vidrio translúcido.

03.- En función de las características tecnológicas del vidrio, éste se clasifica en:

- Vidrio plano.
- Vidrio de seguridad.
- Vidrio moldeado.

##### **3.1.- Vidrio plano**

01.- Según se admitan o no defectos de planeidad, se distinguen dos tipos de vidrio plano:

- Vidrio común.
- Luna.

02.- La flecha máxima de los defectos de concavidad y convexidad en un vidrio común será:

- 0,5 mm para espesores de hasta 3,5 mm.
- 0,8 mm para espesores comprendidos entre 3,5 y 6 mm.

03.- La comprobación de planeidad se realizará de acuerdo con lo especificado en la Norma UNE 43 009-53.

### 3.2.- Vidrio de seguridad

01.- Vidrio de seguridad es aquel que al fracturarse en condiciones normales no salta en fragmentos capaces de causar lesiones graves.

02.- Se distinguen los siguientes tipos de vidrios de seguridad:

- Laminar o foliáceo.
- Templado.
- Armado.

03.- El vidrio laminar o foliáceo es un producto formado por un conjunto de hojas de vidrio plano íntimamente unidas por una película o solución plástica de manera que al fracturarse la hoja, los trozos de vidrio que resultan de la rotura no se desprenden en proporciones apreciables, quedando unidos a la película plástica.

04.- El vidrio templado es un vidrio de seguridad al que se le ha sometido a un tratamiento térmico consistente en calentar el vidrio hasta cerca de la temperatura de reblandecimiento seguido de un enfriamiento brusco. En caso de rotura se fracciona en pequeños trozos no cortantes.

05.- El vidrio armado se obtiene por colada continua y laminación con la particularidad de llevar incorporada en su masa una malla metálica que es introducida en la hoja de vidrio durante el proceso de laminación.

### 3.3.- Vidrio moldeado

01.- Vidrio moldeado es un producto obtenido por el prensado de una masa fundida de vidrio en unos moldes de los que toman su forma.

02.- Las piezas de vidrio moldeado pueden ser macizas o huecas y se destinan a la construcción de forjados y paramentos verticales.

## 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- El vidrio deberá resistir sin irisarse la acción del aire, de la humedad y del calor -solos o conjuntamente-, del agua fría o caliente y de los agentes químicos a excepción del ácido fluorhídrico.

02.- No deberá amarillear bajo la acción de la luz solar; será homogéneo, sin presentar manchas, burbujas, nubes u otros defectos.

03.- El vidrio estará cortado con limpieza, sin presentar asperezas, cortes ni ondulaciones en los bordes; el espesor será uniforme en toda su extensión.

## 5.- CARACTERÍSTICAS

01.- Las tolerancias dimensionales admisibles para las distintas clases de vidrio, serán las que se fijan en el CUADRO 29.11.1:

CUADRO 29.11.1

TOLERANCIAS ADMISIBLES, mm

Clase de vidrio	Longitud L	Anchura a	Espesor e
Vidrio común	± 2	± 2	± 1
Luna .....	± 2	± 2	± 0,5
Laminar ....	± 2	± 2	± 1
Templado....	(1) $S \leq 1 \text{ m}^2$ ; +0, -2	(1) $S \leq 1 \text{ m}^2$ ; +0, -2	
	(1) $S > 1 \text{ m}^2$ ; +0, -3	(1) $S > 1 \text{ m}^2$ ; +0, -3	± 0,3
Armado .....	± 2	± 2	± 1

(1) S: Superficie de la pieza de vidrio considerada = L x a

02.- En vidrios templados se admitirá una tolerancia en la planeidad de dos milímetros (2 mm) por metro de diagonal, en piezas de superficie menor o igual a medio metro cuadrado ( $1/2 \text{ m}^2$ ); para piezas con superficie superior a medio metro cuadrado ( $1/2 \text{ m}^2$ ) se admitirá una tolerancia de tres milímetros (3 mm) por metro de diagonal.

03.- Para las otras clases de vidrio el PCTP especificará las tolerancias admisibles de planeidad, si procede.

04.- El fabricante garantizará el índice de atenuación acústica, coeficiente de transmisión luminosa y coeficiente de transmisión térmica que especifique el PCTP.

05.- Según el uso a que se destine el vidrio, el PCTP fijará las características mecánicas que el fabricante deberá garantizar.

## 6.- MANIPULACIÓN Y ACOPIO

01.- Se evitará el contacto directo del vidrio con partes metálicas, fábricas o con otros vidrios.

02.- La manipulación de vidrios de superficie superior a dos y medio metros cuadrados ( $2,5 \text{ m}^2$ ) se efectuará con correas y ventosas, manteniéndolas siempre en posición vertical, utilizando casco, calzado con suelo no perforable por el vidrio y guantes que protejan hasta las muñecas.

03.- Los vidrios se almacenarán verticalmente en lugares debidamente protegidos, de manera ordenada y libres de cualquier material ajeno a ellos.

04.- La colocación de los vidrios se hará siempre que sea posible desde el interior de los edificios. Cuando deba efectuarse desde el exterior, se dispondrá de una plataforma de trabajo protegida por barandilla de noventa centímetros (90 cm) de altura y rodapié de veinte centímetros (20 cm).

05.- Hasta su recibido definitivo, se asegurará la estabilidad de los vidrios con medios auxiliares.

06.- Los fragmentos de vidrios procedentes de roturas, se recogerán lo antes posible en recipientes destinados a este fin y se transportarán a vertedero reduciendo al mínimo su manipulación.

07.- Se suspenderán los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de cero grados centígrados ( $0^\circ\text{C}$ ) o si la velocidad del viento supera los cincuenta kilómetros por hora (50 Km/h).

08.- Se cumplirán además todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

## 7.- RECEPCIÓN

01.- El PCTP fijará los ensayos de recepción y su intensidad, así como los criterios de aceptación o rechazo de las diferentes partidas.

02.- Cuando el material llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de las condiciones exigidas en este Pliego y en el PCTP, su recepción se efectuará comprobando únicamente sus características aparentes.

#### 8.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

## ARTÍCULO 29.12.- FIBRAS DE VIDRIO PARA HORMIGÓN

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se entiende por fibras de vidrio para hormigón a los elementos de este material que son adecuadas para su mezcla homogénea con hormigón o mortero.

02.- La adición de fibras puede tener distintos objetivos. A continuación, se indica una relación de los posibles, pudiendo contemplarse varios a la vez.

- Evitar la formación de fisuras por retracción.
- Reducir la formación de fisuras.
- Aumentar la resistencia a tracción del hormigón.
- Aumentar la ductilidad.
- Mejorar la resistencia a la abrasión.
- Mejorar el acabado final.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

#### 2.2.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 1170-2. Productos prefabricados de hormigón. Método de ensayo para hormigón armado con fibra de vidrio. Parte 2: Medida del contenido en fibra del GRC fresco, método denominado "separación por lavado".

02.- UNE-EN 1170-3. Productos prefabricados de hormigón. Método de ensayo para hormigón armado con fibra de vidrio. Parte 3: Medida del contenido en fibra del GRC proyectado.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las fibras de vidrio para refuerzo de hormigón cumplirá lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

02.- Las fibras empleadas serán acordes a las funciones para las que se prevea su uso en el Proyecto.

03.- Se deberán realizar ensayos previos a su puesta en obra, que garanticen las propiedades del hormigón.

04.- Las fibras se pueden incluir tanto en la planta de hormigonado como a la llegada del camión a obra.

05.- Su adición será paulatina. Se asegurará un tiempo de mezclado suficiente para repartir la fibra por todo el hormigón (aproximadamente 1 minuto por cada 2 kg de adición).

06.- Si la adición se realiza en obra, el camión no estará cargado más de un 85% de su capacidad.

07.- En todos los casos se recomienda realizar una inspección visual con objeto de verificar que la mezcla es homogénea. De no ser así seguir amasando a velocidad máxima de rotación hasta que se consiga una perfecta distribución.

08.- Las fibras serán resistentes a los álcalis.

09.- Se añadirá la proporción de fibras que indique el Proyecto o la Dirección de Obra.

10.- Por las características de superficie específica de las fibras, su uso puede implicar una distinta demanda de agua en la dosificación del hormigón. Se atenderá a las indicaciones del fabricante del producto.

#### 4.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- En el Proyecto se establecerán los controles que se deberán realizar a la recepción del producto.

03.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

#### 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de las fibras de vidrio para hormigón se realizará según lo indicado para la unidad de obra de las formen parte estas fibras.

## Sección 2.<sup>a</sup>

### MATERIALES AISLANTES

---

#### ARTÍCULO 29.20.- GENERALIDADES

---

##### 1.- AISLAMIENTO TÉRMICO

01.- El aislamiento térmico se garantiza mediante la transmitancia térmica de los elementos constructivos que componen la envolvente de un edificio o espacio.

02.- La transmitancia es el flujo de calor, en régimen estacionario, para un área y diferencia de temperaturas unitarias de los medios situados a cada lado del elemento que se considera.

03.- La transmitancia térmica de un elemento constructivo se calcula a partir de las propiedades de los materiales que lo componen.

04.- Los aislantes térmicos se definen mediante su conductividad térmica  $\lambda$  (W/m·K) y el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$ . En su caso, además se podrá definir la densidad  $\rho$  (kg/m<sup>3</sup>) y el calor específico  $c_p$  (J/kg·K).

##### 2.- AISLAMIENTO ACÚSTICO

01.- El aislamiento acústico se compone de:

- Aislamiento acústico a ruido aéreo
- Aislamiento acústico a ruido de impactos

02.- El aislamiento acústico deberá garantizarse de acuerdo con la solución general empleada y no solo con el aislamiento proporcionado por los materiales.

03.- Para la definición de los elementos constructivos que proporcionan el aislamiento acústico a ruido aéreo, deben conocerse sus valores de masa por unidad de superficie,  $m$ , y de índice global de reducción acústica, ponderado  $A$ ,  $R_A$

Para el caso de ruido de impactos, además de los anteriores, el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado,  $L_{n,w}$ .

04.- Las propiedades de los materiales que permiten garantizar un buen aislamiento de los sistemas constructivos son:

- Rigidez dinámica
- Espesor
- Compresibilidad
- Resistencia al flujo de aire

05.- Para garantizar el confort acústico, además, hay que cuidar:

- Tiempo de reverberación
- Ruido y vibraciones de las instalaciones



## **ARTÍCULO 29.21.- MATERIALES PARA AISLAMIENTO TÉRMICO O ACÚSTICO**

---

### **1.- DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN**

01.- Materiales para aislamiento térmico o acústico son aquellos cuya característica principal es la reducida conductividad térmica o el alto coeficiente de absorción acústica.

02.- Los materiales sándwich, formados por varias capas en las que una de ellas es aislante, no están incluidas dentro del alcance de este Artículo.

#### **1.1.- Tipos de aislamientos**

01.- Por el material que compone el aislamiento, pueden ser:

- Poliméricos:
  - Poliestireno expandido (EPS)
  - Poliestireno extruido (XPS)
  - Espuma de polietileno (PEF)
  - Espuma de poliuretano (PU)
  - Espuma rígida de poliuretano (PUR)
  - Espuma de poliisocianurato (PIR).
  - Espuma fenólica (PF)
  - Espuma elastomérica flexible (FEF)
- Minerales:
  - Lana mineral (MW)
  - Perlita expandida (EPB o PE)
  - Vidrio celular (CG)
  - Arcilla expandida aligerada (LWA)
  - Silicato cálcico (CS)
  - Vermiculita exfoliada (EV)
- Vegetales:
  - Lana de madera (WW)
  - Fibra de madera (WF)
  - Corcho expandido (ICB)

02.- Por la forma de presentarse el aislamiento, se clasifican en:

- Placas o paneles
- Rollos, mantas y paneles no rígidos
- Espuma proyectada o inyectada
- Partículas
- Otras formas (coquilla, listón...)

### **2.- NORMATIVA TÉCNICA**

#### **2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria**

01.- Código Técnico de la Edificación:

- DB-HE para los materiales para aislamiento térmico.
- DB-HR para los materiales para aislamiento acústico.

## 2.2.- Normas EN que implican Mercado CE

- 01.- EN 13162. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana mineral (MW). Especificación.
- 02.- EN 13163. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Especificación.
- 03.- EN 13164. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno extruido (XPS). Especificación.
- 04.- EN 13165. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de espuma rígida de poliuretano (PU). Especificación.
- 05.- EN 13166. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de espuma fenólica (PF). Especificación.
- 06.- EN 13167. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de vidrio celular (CG). Especificación.
- 07.- EN 13168. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana de madera (WW). Especificación.
- 08.- EN 13169. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de perlita expandida (EPB). Especificación.
- 09.- EN 13170. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de corcho expandido (ICB). Especificación.
- 10.- EN 13171. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de fibra de madera (WF). Especificación.
- 11.- EN 14063-1. Productos y materiales aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos in-situ de agregado ligero de arcilla expandida aligerada (LWA). Parte 1: Especificación de los productos a granel antes de su instalación.
- 12.- EN 14064-1. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos aislantes térmicos formados in-situ a partir de lana mineral (MW). Parte 1: Especificación para los productos a granel antes de su instalación.
- 13.- EN 14303. Productos aislantes térmicos para equipos en edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de lana mineral (MW). Especificación.
- 14.- EN 14304. Productos aislantes térmicos para equipos en edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de espuma elastomérica flexible (FEF). Especificación.
- 15.- EN 14305. Productos aislantes térmicos para equipos en edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de vidrio celular (CG). Especificación.
- 16.- EN 14306. Productos aislantes térmicos para equipos en edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de silicato cálcico (CS). Especificación.

- 17.- EN 14307. Productos aislantes térmicos para equipos en edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de poliestireno extruido (XPS). Especificación.
- 18.- EN 14308. Productos aislantes térmicos para equipos en edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de espuma rígida de poliuretano (PUR) y espuma de poliisocianurato (PIR). Especificación.
- 19.- EN 14309. Productos aislantes térmicos para equipos en edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Especificación.
- 20.- EN 14313. Productos aislantes térmicos para equipos en edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de espuma de polietileno (PEF). Especificación.
- 21.- EN 14314. Productos aislantes térmicos para equipamiento de edificios e instalaciones industriales. Productos manufacturados de espuma fenólica (PF). Especificación. (Ratificada por AENOR en marzo de 2013.)
- 22.- EN 14315-1. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos de espuma rígida de poliuretano (PUR) y poliisocianurato (PIR) proyectado in situ. Parte 1: Especificaciones para los sistemas de proyección de espuma rígida antes de la instalación.
- 23.- EN 14316-1. Productos aislantes térmicos para edificios. Productos para aislamiento térmico in-situ formados por perlita expandida (PE). Parte 1: Especificación para productos de adhesivos y sellantes antes de instalación.
- 24.- EN 14317-1. Productos aislantes térmicos para edificios. Productos para aislamiento térmico in-situ formados por vermiculita exfoliada (EV). Parte 1: Especificación para productos de adhesivos y sellantes antes de instalación.
- 25.- EN 14318-1. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos de espuma rígida de poliuretano (PUR) y poliisocianurato (PIR) para colada in situ. Parte 1: Especificaciones para los sistemas de colada de espuma rígida antes de la instalación.
- 26.- EN 14319-1. Productos aislantes térmicos para equipos en edificación e instalaciones industriales. Productos de espuma rígida de poliuretano (PUR) y poliisocianurato (PIR) para colada in situ. Parte 1: Especificaciones para los sistemas de colada de espuma rígida antes de la instalación.
- 27.- EN 14320-1. Productos aislantes térmicos para equipos en edificación e instalaciones industriales. Productos de espuma rígida de poliuretano (PUR) y poliisocianurato (PIR) proyectado in situ. Parte 1: Especificaciones para los sistemas de proyección de espuma rígida antes de la instalación.
- 28.- EN 14933. Productos aislantes térmicos y de relleno ligero para aplicaciones en la ingeniería civil. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Especificación.
- 29.- EN 14934. Productos aislantes térmicos y de relleno ligero para aplicaciones en la ingeniería civil. Productos manufacturados de poliestireno extruido (XPS). Especificaciones
- 30.- EN 15501. Productos aislantes térmicos para equipamiento de edificios e instalaciones industriales. Productos manufacturados de perlita expandida (EP) y vermiculita exfoliada (EV). Especificación.
- 31.- EN 15599-1. Productos aislantes térmicos para equipamientos de edificios e instalaciones industriales. Aislamiento térmico in-situ formado a base de productos de perlita expandida (EP). Parte 1: Especificación de los productos aglomerados y a granel antes de la instalación. (Ratificada por AENOR en junio de 2011.)

32.- EN 15600-1. Productos aislantes térmicos para equipamientos de edificios e instalaciones industriales. Aislamiento térmico in-situ formado a base de productos de vermiculita exfoliada (EV). Parte 1: Especificación de los productos aglomerados y a granel antes de la instalación. (Ratificada por AENOR en junio de 2011.)

33.- EN 15732. Materiales ligeros de relleno y productos aislantes térmicos para aplicaciones en ingeniería civil. Productos a base de áridos ligeros de arcilla expandida.

34.- EN 16069. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de espuma de polietileno (PEF). Especificación.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

#### 3.1.- Materiales empleados para aislamiento térmico

01.- Las características básicas exigibles a los materiales empleados para aislamiento térmico, y que deben reflejarse en el Proyecto, son:

- Conductividad térmica.
- Densidad aparente.
- Permeabilidad al vapor de agua.
- Absorción de agua por volumen.
- Calor específico
- Otras propiedades. En función del empleo y condiciones en que vaya a colocarse el material aislante, se especificarán:
  - Resistencia a la compresión.
  - Resistencia a la flexión.
  - Envejecimiento ante la humedad, el calor y las radiaciones.
  - Módulo de elasticidad.
  - Coeficiente de dilatación lineal.
  - Comportamiento frente a parásitos.
  - Comportamiento frente a agentes químicos.
  - Comportamiento frente al fuego.

#### 3.2.- Materiales empleados para aislamiento acústico

01.- Las características básicas exigibles a los materiales empleados para aislamiento acústico, y que deben reflejarse en el Proyecto, son:

- Rigidez dinámica
- Espesor
- Compresibilidad
- Resistencia al flujo de aire
- Otras propiedades. En función del empleo y condiciones en que vaya a colocarse el material, se especificarán:
  - Conductividad térmica.
  - Comportamiento frente al fuego.
  - Resistencia a la compresión.
  - Resistencia a la flexión.
  - Resistencia al choque blando.
  - Envejecimiento ante la humedad, el calor y las radiaciones.

- Módulo de elasticidad.
- Coeficiente de dilatación lineal.
- Comportamiento frente a parásitos.
- Comportamiento frente a agentes químicos.

### 3.3.- Materiales con Marcado CE

01.- Para los materiales que deben contar con Marcado CE, en el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en las Normas EN correspondientes:

- Productos manufacturados para aislamiento térmico de edificios: ver CUADRO 29.21.1
- Aislamiento térmico in situ formado a partir de productos de áridos de arcilla ligera expandida (LWA) para aislamiento térmico de cubiertas, techos, suelos y plantas bajas (EN 14063-1):
  - Reacción al fuego (euroclases)
  - Permeabilidad al agua: Altura de succión de agua
  - Liberación de sustancias peligrosas
  - Resistencia térmica:
    - Conductividad térmica
    - Densidad aparente
    - Tamaño del árido
  - Transmisión de vapor de agua
  - Resistencia a compresión: resiliencia
  - Durabilidad de la reacción al fuego
  - Durabilidad de la resistencia térmica
  - Durabilidad de la resiliencia
- Productos de lana mineral (MW) a granel aplicados in situ para aislamiento térmico de edificios (EN 14064-1):
  - Reacción al fuego (euroclases)
  - Permeabilidad al agua: absorción de agua
  - Emisión de sustancias peligrosas al ambiente interior
  - Resistencia térmica
    - Conductividad térmica
    - Espesor del aislamiento
  - Permeabilidad al vapor de agua
  - Incandescencia continua
  - Durabilidad de la reacción al fuego
  - Durabilidad de la resistencia térmica
    - Resistencia térmica y conductividad térmica
    - Asentamiento
- Productos de espuma rígida proyectada in situ de poliuretano (PUR) y poliisocianurato (PIR) para aislamiento térmico de paredes, techos, cubiertas, falsos techos y suelos (EN 14315-1):
  - Reacción al fuego
  - Permeabilidad al agua
  - Resistencia térmica y conductividad térmica
  - Permeabilidad al vapor de agua
  - Resistencia a la compresión
  - Durabilidad de la reacción al fuego
  - Durabilidad de la resistencia térmica
  - Durabilidad de la resistencia a compresión
  - Incandescencia continua
- Productos aislantes térmicos formados in situ a partir de perlita expandida (PE) (EN 14316-1) o vermiculita exfoliada (EN 14317-1) para aislamiento térmico para techumbres, techos, muros y suelos en edificios:

- Reacción al fuego (euroclases)
- Permeabilidad al agua (carácter hidrófobo)
- Emisión de sustancias peligrosas al ambiente interior
- Resistencia térmica
  - Conductividad térmica
  - Densidad aparente
  - Tamaño de partículas
- Transmisión del vapor de agua
- Resistencia a la compresión (resistencia al machaqueo)
- Durabilidad de la reacción al fuego
- Durabilidad de la resistencia térmica
- Durabilidad de la resistencia a la compresión
- Productos de espuma rígida inyectada in situ de poliuretano (PUR) y poliisocianurato (PIR) para aislamiento térmico de cámaras de aire de paredes (EN 14318-1):
  - Reacción al fuego
  - Permeabilidad al agua
  - Emisión de sustancias peligrosas al ambiente interior
  - Resistencia térmica y conductividad térmica
  - Permeabilidad al vapor de agua
  - Durabilidad de la reacción al fuego
  - Durabilidad de la resistencia térmica
  - Incandescencia continua
- Productos manufacturados de poliestireno extruido (XPS) (EN 14934) o poliestireno expandido (EPS) (EN 14933) para relleno ligero y productos aislantes para aplicaciones en la ingeniería civil:
  - Reacción al fuego
  - Combustión incandescente continua
  - Resistencia a carga dinámica
  - Absorción de agua
  - Emisión de sustancias peligrosas al ambiente interior
  - Resistencia térmica:
    - Resistencia térmica
    - Conductividad térmica
    - Espesor
  - Transmisión de vapor de agua
  - Fuerza de compresión
  - Resistencia tensión/flexión
  - Durabilidad de la resistencia térmica
  - Durabilidad de la resistencia a compresión
  - Durabilidad de la resistencia a las cargas dinámicas
  - Durabilidad contraataques químicos y biológicos
- Productos de aislamiento térmico y de relleno ligero a base de arcilla expandida (LWA) para carreteras, vías férreas y otras aplicaciones de ingeniería civil (EN 15732):
  - Reacción al fuego (euroclases)
  - Permeabilidad al agua
  - Emisión de sustancias peligrosas
  - Resistencia térmica:
    - Conductividad térmica
    - Densidad aparente
    - Tamaño del árido
  - Transmisión del vapor de agua
  - Resistencia a compresión
  - Resistencia a cargas dinámicas
  - Durabilidad de la resistencia térmica
  - Durabilidad de la resistencia a compresión

- Durabilidad de la resistencia a cargas dinámicas
  - Durabilidad frente a los ataques químicos y biológico
- Productos manufacturados aislantes térmicos para equipamiento de edificios e instalaciones industriales: ver CUADRO 29.21.2
- Productos de espuma rígida inyectada (EN 14319-1) o proyectada (EN 14320-1) in situ de poliuretano (PU) y poliisocianurato (PIR) para aislamiento térmico en equipos en edificación e instalaciones industriales:
  - Reacción al fuego
  - Permeabilidad al vapor de agua
  - Emisión de sustancias peligrosas al ambiente interior
  - Resistencia térmica: conductividad
  - Durabilidad de la reacción al fuego frente al envejecimiento/degradación
  - Durabilidad de la reacción al fuego frente a temperatura alta
  - Durabilidad de la reacción al fuego frente a agentes biológicos
  - Durabilidad de la resistencia térmica frente al envejecimiento/degradación
  - Durabilidad de la resistencia al fuego frente a temperatura alta
  - Durabilidad de la resistencia al fuego frente a agentes biológicos
  - Incandescencia continua
- Productos de aislamiento térmico in situ formado a base de productos de perlita expandida (EP) (EN 15599-1) o vermiculita exfoliada (EV) (EN 16500-1) para equipamientos de edificios e instalaciones industriales
  - Reacción al fuego
  - Combustión sin llama
  - Emisión de sustancias peligrosas al ambiente interior
  - Resistencia térmica:
    - Conductividad térmica
    - Densidad aparente
    - Tamaño de las partículas
  - Permeabilidad al vapor de agua
  - Resistencia a compresión
  - Durabilidad de la reacción al fuego frente al envejecimiento/degradación
  - Durabilidad de la resistencia a compresión frente al envejecimiento/degradación
  - Durabilidad de la resistencia térmica frente a temperatura alta

CUADRO 29.21.1

## PROPIEDADES A DECLARAR DE PRODUCTOS MANUFACTURADOS PARA AISLAMIENTO TÉRMICO DE EDIFICIOS

		MW	EPS	XPS	PU	PF	CG	WW	EPB	ICB	WF	PEF
		EN 13162	EN 13163	EN 13164	EN 13165	EN 13166	EN 13167	EN 13168	EN 13169	EN 13170	EN 13171	EN 16069
Resistencia térmica	Resistencia térmica (R <sub>D</sub> )	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Conductividad térmica (λ <sub>D</sub> )	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Espesor (d)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Tolerancia del espesor (T)	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X
	Contenido de celdas cerradas (CV)	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
Reacción al fuego (euroclases)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Durabilidad de la reacción al fuego	(Euroclases)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Resistencia a compresión	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
	Estabilidad dimensional (DS)	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
Durabilidad de la resistencia térmica	Resistencia térmica (R <sub>D</sub> )	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Conductividad térmica (λ <sub>D</sub> )	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Características de durabilidad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Resistencia a la congelación-descongelación (FTCD y FTCl)	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
	Estabilidad dimensional (DS)	-	-	-	-	X	X	-	X	-	X	-
	Deformación bajo condiciones específicas de carga a compresión y temperatura (DLT)	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Resistencia a compresión	Tensión de compresión o resistencia a compresión (CS)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Deformación bajo condiciones específicas de carga a compresión y temperatura (DLT)	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
	Carga puntual (PL)	X	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X
	Fluencia a compresión (CC)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Resistencia a la tracción/flexión	Resistencia a flexión (BS)	-	X	-	-	-	X	X	X	-	X	-
	Resistencia a la tracción perpendicular a las caras (TR)	X	X	X	X	X	x	X	X	X	X	-



		MW	EPS	XPS	PU	PF	CG	WW	EPB	ICB	WF	PEF
		EN 13162	EN 13163	EN 13164	EN 13165	EN 13166	EN 13167	EN 13168	EN 13169	EN 13170	EN 13171	EN 16069
	Resistencia a la tracción paralela a las caras (TP)	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-
Durabilidad de la resistencia a compresión	Fluencia a compresión (CC)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Resistencia a la congelación-descongelación (FTCD y FTCl)	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Reducción de espesor a largo plazo (CP)	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Permeabilidad al agua	Absorción de agua a corto plazo (WS)	X	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X
	Absorción de agua a largo plazo por inmersión (WL(P))	X	X	-	X	X	X	-	-	-	-	X
	Absorción de agua a largo plazo por inmersión (WL(T))	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	X
	Absorción de agua a largo plazo por difusión (WD(V))	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Permeabilidad al vapor de agua	Transmisión de vapor (MU o Z)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Contenido de celdas cerradas (CV)	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
Índice de transmisión del ruido de impacto (para suelos)	Rigidez dinámica (SD)	X	X	-	-	-	-	-	-	X	X	X
	Espesor (d <sub>L</sub> )	X	X	-	-	-	-	-	-	X	X	X
	Compresibilidad (CP)	X	X	-	-	-	-	-	-	X	X	X
	Resistencia al flujo de aire (AFr)	X	X	-	-	-	-	-	-	X	X	-
Índice de absorción acústica (AP y AW)		X	-	-	X	-	X	X	-	X	X	X
Índice de aislamiento acústico al ruido aéreo directo: resistencia al flujo de aire (AFr)		x	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X
Emisión de sustancias peligrosas al interior de edificios		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Incandescencia continua		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
X: Aplica -: No aplica												

## CUADRO 29.21.2

## PROPIEDADES A DECLARAR DE PRODUCTOS MANUFACTURADOS PARA AISLAMIENTO TÉRMICO PARA EQUIPAMIENTO DE EDIFICIOS E INSTALACIONES INDUSTRIALES

		MW	FEF	GC	CS	XPS	PUR PIR	EPS	PEF	PF	EP EV
		EN 14303	EN 14304	EN 14305	EN 14306	EN 14307	EN 14308	EN 14309	EN 14313	EN 14314	EN 15501
Resistencia térmica	Curva $\lambda_D$	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Dimensiones y tolerancias	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Contenido de celdas cerradas	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Reacción al fuego (euroclases)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Durabilidad de la resistencia térmica a la alta temperatura	Conductividad térmica	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X
	Dimensiones y tolerancias	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-
	Temperatura máxima de servicio	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X
Durabilidad de la conductividad térmica frente al envejecimiento/degradación	Conductividad térmica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Dimensiones y tolerancias	-	X	-	-	-	X	-	X	-	-
	Estabilidad dimensional	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X
	Temperatura máxima de servicio	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X
	Temperatura mínima de servicio	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-
	Contenido de celdas cerradas	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-
Durabilidad de la reacción al fuego frente a alta temperatura		X	X	X	X	X	-	X	X	X	X
Durabilidad de la reacción al fuego frente al envejecimiento/degradación		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Resistencia a compresión	Tensión de compresión	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Carga puntual	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Resistencia a tensión/flexión	Resistencia a flexión (BS)	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
	Resistencia a la tensión paralela a las caras (TP)	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
	Resistencia a la tensión perpendicular a las caras (TR)	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-

	MW	FEF	GC	CS	XPS	PUR PIR	EPS	PEF	PF	EP EV
	EN 14303	EN 14304	EN 14305	EN 14306	EN 14307	EN 14308	EN 14309	EN 14313	EN 14314	EN 15501
Durabilidad de la resistencia al a compresión	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Permeabilidad al agua	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Permeabilidad al vapor de agua	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tasa de emisiones de sustancias corrosivas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Índice de absorción acústica	X	X	X	-	-	-	-	X	-	-
Emisión de sustancias peligrosas al ambiente interior	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Incandescencia continua	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
X: Aplica -: No aplica										

#### 4.- TRANSPORTE

01.- Los materiales aislantes, en sus distintas formas de presentación, se expedirán en embalajes que garanticen su transporte sin deterioro hasta su destino, debiendo indicarse en el etiquetado las características señaladas en el Apartado anterior.

#### 5.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

##### 5.1.- Suministro de los materiales aislantes

01.- Las condiciones de suministro de los productos serán objeto de convenio entre el consumidor y el fabricante, ajustado a las condiciones particulares que figuren en el Proyecto.

02.- Los fabricantes, para ofrecer la garantía de las características mínimas exigidas anteriormente de sus productos, realizarán los ensayos y controles que aseguren el autocontrol de su producción.

03.- Los materiales recogidos en el Apartado 3.3 deberán contar con Marcado CE.

04.- Para los productos que no deban llevar Marcado CE, pero vengán avalados por Sellos o Marcas de Calidad, deberán tener la garantía por parte del fabricante del cumplimiento de los requisitos y características mínimas exigidas, por lo que podrá realizarse su recepción por el mismo procedimiento que el establecido para productos con Marcado CE. Se tendrá en cuenta lo especificado en el Artículo 15.52.

##### 5.2.- Materiales con Marcado CE o Sello o Marca de Calidad

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

03.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto y en este PCTG.

04.- En el Proyecto se podrán especificar controles adicionales que se deberán realizar a la recepción del producto.

05.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

06.- La Dirección de Obra podrá encargar ensayos adicionales, que se realizarán conformes a Normas UNE.

##### 5.3.- Materiales sin Marcado CE ni Sello o Marca de Calidad

###### 5.3.1.- Composición de las unidades de inspección

01.- Los ensayos de recepción se realizarán dividiendo la partida en unidades de inspección.

02.- Las unidades de inspección estarán formadas por materiales aislantes del mismo tipo y proceso de fabricación, con el mismo espesor en el caso de los que tengan forma de placa o manta.

#### 5.3.2.- Toma de muestras

01.- Las muestras para preparación de las probetas utilizadas en los ensayos se tomarán de productos de la unidad de inspección sacados al azar. La forma y dimensiones de las probetas serán las que señale para cada tipo de material la Norma de ensayo correspondiente.

02.- El número de muestras, se determinará en función del tamaño de la unidad de inspección según cuadro 29.21.3.

CUADRO 29.21.3

Número de elementos de la unidad de inspección	Número de muestras
150 o menos	1
de 150 a 300	2
de 300 a 1.500	4
de 1.500 a 3.000	8
más de 3.000	15

03.- Cuando una muestra no satisfaga una prueba, se repetirá esta misma sobre dos muestras más tomadas del mismo pedido ensayado. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el pedido, aceptándose si el resultado de ambas es satisfactorio.

#### 6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de estos materiales se realizará de acuerdo con lo establecido en la unidad de obra de que formen parte.

## Sección 3.<sup>a</sup>

### VARIOS

---

## ARTÍCULO 29.31.- PRODUCTOS FILMÓGENOS DE CURADO

---

### 1.- DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN

01.- Se definen como productos filmógenos de curado los aptos para su aplicación sobre superficies horizontales y verticales de hormigón con objeto de retardar la pérdida de agua durante su primer período de endurecimiento y reducir, al mismo tiempo, la elevación de temperatura en el hormigón expuesto a los rayos solares. Los productos comprendidos bajo esta definición son aptos para ser usados como medio de curado del hormigón fresco, y pueden ser también utilizados para un posterior curado del hormigón después del desencofrado o de un curado húmedo inicial.

02.- Los productos filmógenos de curado pueden ser:

- Claros o traslúcidos, sin tinte (tipo 1 según ASTM C309)
- Claros o traslúcidos, con tinte fungicida (tipo 1-D según ASTM C309)
- Pigmentado blanco (tipo 2 según ASTM C309)

03.- Los sólidos pueden ser:

- Sin restricciones (Clase A según ASTM C309)
- Resinas (Clase B según ASTM C309)

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Instrucción de Hormigón Estructural vigente

#### 2.2.- Pliegos de condiciones básicos de referencia

01.- ASTM C309 Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- El producto cumplirá con Norma ASTM C309.

02.- En el Proyecto o la Dirección de Obra definirá el tipo de filmógeno a emplear, según la clasificación definida en la Norma ASTM C309.

03.- El producto filmógeno de curado será de una consistencia tal que pueda ser fácilmente aplicado por medio de un pulverizador en una capa uniforme, a una temperatura superior a cuatro grados centígrados (4°C).

También podrá aplicarse mediante brocha, cepillo o rodillo, debiendo garantizarse en cualquier caso la uniformidad de la película aplicada.

04.- El producto deberá adherirse al hormigón fresco que haya fraguado o endurecido en un grado suficiente para no sufrir deterioros durante su aplicación, y también al hormigón húmedo endurecido. Deberá formar una película continua cuando se aplique en la dosis especificada. Una vez seca, la película formada deberá ser continua, flexible, y sin roturas o agujeros visibles, y deberá permanecer intacta al menos siete días (7 d) después de su aplicación. El producto líquido filmógeno no deberá reaccionar perjudicialmente con el hormigón; en particular, con el agua y los iones de calcio.

05.- El producto filmógeno de curado deberá poder ser almacenado sin deterioro durante seis (6) meses como mínimo. El producto no deberá sedimentarse ni formar costras en el recipiente, y deberá ser capaz de adquirir una consistencia uniforme después de ser batido moderadamente o agitado con aire comprimido. Al ser ensayada su sedimentación a largo plazo, según el método ASTM D1309, el producto tendrá una razón de sedimentación no inferior a cuatro (4).

06.- La composición e ingredientes de los productos deberán cumplir con las dos limitaciones siguientes:

- La porción volátil del producto será un material no tóxico ni peligrosamente inflamable.
- La fracción no volátil no será un material tóxico ni inflamable. Se ensayará de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 3251.

07.- El producto, ensayado según la Norma ASTM C156, no tendrá una pérdida de agua superior a cincuenta y cinco miligramos por centímetro cuadrado de superficie (0,055 g/cm<sup>2</sup>) en setenta y dos (72) horas.

08.- El producto, ensayado según la Norma ASTM E1347, tendrá un poder reflectante de la luz natural no inferior al sesenta por ciento (60%) del dióxido de magnesio.

09.- El producto, ensayado según el método que se indica más adelante, aparecerá seco al tacto en menos de cuatro (4) horas. Para ello se aplicará el producto a un tablero impermeable, en la dosis especificada, y se expondrá a una corriente de aire a temperatura de veintitrés más menos un grado y siete décimas de grado centígrado (23°C ± 1,7°C), cincuenta y cinco más menos cinco por ciento (55% ± 5%) de humedad relativa y a una velocidad aproximada de tres metros por segundo (3 m/s), recorriendo horizontalmente la superficie del tablero de ensayo. Se ensayará la película formada ejerciendo una presión moderada con un dedo. La película se considerará seca cuando no subsista el estado inicial de blandura y viscosidad y la película se mantenga firme.

10.- Después de doce (12) horas de ser aplicado, el producto no permanecerá viscoso, ni se adherirá al calzado dejando huella cuando se camine sobre él, ni tampoco proporcionará una superficie deslizante al hormigón.

#### 4.- LIMITACIONES DE EMPLEO

01.- No se utilizará ningún tipo de productos filmógenos de curado sin la aprobación previa y expresa de la Dirección de Obra.

02.- Cuando se prevea la aplicación de un recubrimiento posterior, se debe estudiar las condiciones de adherencia. La Dirección de Obra deberá analizar la conveniencia de emplear o no productos filmógenos de curado o eliminarlo una vez empleado.

## 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.



## ARTÍCULO 29.32.- CLORURO SÓDICO

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se define como cloruro sódico el producto comercial que satisface las condiciones que se señalan en el presente Artículo.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos de Condiciones básico de referencia

01.- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales (PG- 3).

### 3.- COMPOSICIÓN

#### 3.1.- Composición química

01.- El producto tendrá la siguiente composición química: Cloruro sódico, mínimo: 97%.

#### 3.2.- Composición granulométrica

01.- La curva granulométrica del cloruro sódico estará comprendida dentro de los siguientes límites del CUADRO 29.32.1:

CUADRO 29.32.1

Cedazos y tamices UNE	Cernido ponderal acumulado %
6,3	80-100
2,5	5-50
0,63	0-10

### 4.- ENVASADO

01.- El producto será expedido en envases adecuados para que no sufra alteración.

### 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

## ARTÍCULO 29.33.- LADRILLOS SILICOCALCÁREOS

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Ladrillos silicocalcáreos son los fabricados a partir de una masa formada por la mezcla íntima y húmeda de arenas naturales o artificiales, y una cal aglomerante grasa o aérea, que se moldean en máquinas apropiadas y se endurecen con vapor de agua a presión.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Código Técnico de la Edificación.

#### 2.2.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- EN 771-2. Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 2: Piezas silicocalcáreas.

#### 2.3.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 772. Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Todas las partes.

### 3.- CLASIFICACIÓN

01.- Según el Código Técnico de la Edificación, se definen cuatro tipos de ladrillo:

- Macizo: es el ladrillo sin perforaciones o con perforaciones de volumen no superior al veinticinco por ciento (25%).
- Perforado: es el ladrillo con perforaciones de volumen comprendido entre el veinticinco y cincuenta por ciento (25 - 50%).
- Aligerado: es el ladrillo con perforaciones de volumen entre el cincuenta y el sesenta por ciento (50 - 60%).
- Hueco: es el ladrillo con perforaciones de volumen entre el sesenta y el setenta por ciento (60 - 70%).

02.- Se denomina ladrillo aplantillado a la pieza de forma geométrica diferente al paralelepípedo rectangular.

### 4.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los ladrillos silicocalcáreos contarán con Mercado CE, cumpliendo las especificaciones incluidas en la Norma EN 771-2.

02.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades siguientes de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 771-2:

- Piezas silicocalcáreas para muros de fábrica de albañilería, pilares y tabiques protegidos:
  - Dimensiones y tolerancias dimensionales (para piezas cuyo uso previsto es en elementos sujetos a requisitos estructurales)
  - Configuración (para piezas cuyo uso previsto es en elementos sujetos a requisitos estructurales)

- Resistencia a compresión (para piezas cuyo uso previsto es en elementos sujetos a requisitos estructurales)
- Grado de adherencia (para piezas cuyo uso previsto es en elementos sujetos a requisitos estructurales)
- Reacción al fuego (para piezas cuyo uso previsto es en elementos sujetos a requisitos de fuego)
- Absorción de agua (para piezas cuyo uso previsto es en barreras antihumedad o en elementos exteriores con cara expuesta)
- Permeabilidad al vapor de agua (para piezas cuyo uso previsto es en elementos exteriores)
- Aislamiento al ruido aéreo (en condiciones finales): Densidad y configuración (para piezas cuyo uso previsto es en elementos sujetos a requisitos acústicos)
- Resistencia térmica: Densidad y configuración (para piezas cuyo uso previsto es en elementos sujetos a requisitos de aislamiento térmico)
- Piezas silicocalcáreas para muros de fábrica de albañilería, pilares y tabiques no protegidos:
  - Dimensiones y tolerancias dimensionales (para piezas cuyo uso previsto es en elementos sujetos a requisitos estructurales)
  - Configuración (para piezas cuyo uso previsto es en elementos sujetos a requisitos estructurales)
  - Resistencia a compresión (para piezas cuyo uso previsto es en elementos sujetos a requisitos estructurales)
  - Grado de adherencia (para piezas cuyo uso previsto es en elementos sujetos a requisitos estructurales)
  - Reacción al fuego (para piezas cuyo uso previsto es en elementos sujetos a requisitos de fuego)
  - Absorción de agua (para piezas cuyo uso previsto es en barreras antihumedad o en elementos exteriores con cara expuesta)
  - Permeabilidad al vapor de agua (para piezas cuyo uso previsto es en elementos exteriores)
  - Aislamiento al ruido aéreo (en condiciones finales) / [Densidad y configuración] (para piezas cuyo uso previsto es en elementos sujetos a requisitos acústicos)
  - Resistencia térmica: Densidad y configuración (para piezas cuyo uso previsto es en elementos sujetos a requisitos de aislamiento térmico)
  - Durabilidad al hielo/deshielo
  - Sustancias peligrosas

## 5.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Será obligatorio que los ladrillos silicocalcáreos cuenten con marcado CE.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto y este PCTG.

05.- En determinados casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de Obra podrán exigir controles adicionales, que se llevarán a cabo de acuerdo con las Normas UNE correspondientes.

06.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

#### 6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

02.- En acopios, los ladrillos silicocalcáreos se medirán por millares de unidades realmente acopiadas.

## ARTÍCULO 29.34.- PUZOLANAS

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se define como puzolana a todo material natural o artificial, silíceo, o silicoaluminoso, que por sí mismo posee pocas o ninguna propiedad cementicia, pero que finamente dividido y en presencia del agua reacciona químicamente con el hidróxido cálcico, a temperatura ambiente, para formar compuestos que tienen propiedades conglomerantes.

02.- Las puzolanas se emplean con los siguientes fines: fijar la cal liberada de los silicatos del cemento en forma de componentes estables y no solubles y mejorar la durabilidad del hormigón, especialmente en obras sometidas a la filtración del agua. También se emplean como producto de adición en la fabricación de cementos, o directamente en la del hormigón, para reducir el calor de hidratación.

03.- Las puzolanas deben su actividad química a alguna de las sustancias siguientes: materias vítreas silíceas o aluminosas, naturales o artificiales; ópalo; materias arcillosas calcinadas; algunas zeolitas; óxidos hidratados o hidróxidos de aluminio.

- En la naturaleza se encuentran en forma de:

- a) Ceniza y tobas volcánicas (incluida la pumicita) de composición riolítica, dacítica o andesítica.
- b) Rocas silíceas sedimentarias, tales como tierra de diatomeas y pizarras o areniscas opalinas.

- De origen más o menos artificial:

- a) Arcillas y pizarras calcinadas.
- b) Subproductos industriales: Cenizas volantes y ladrillos molidos.

### 2.- EMPLEO

01.- Las puzolanas naturales o artificiales (cenizas volantes) pueden emplearse de dos modos diferentes:

- Caso A. En la fabricación de cementos puzolánicos. El material puzolánico natural o artificial es molido conjuntamente con el clinker.
- Caso B. Las puzolanas se introducen directamente en la hormigonera como un ingrediente más en la elaboración del hormigón o del mortero.

02.- Para el caso A, se deberán cumplir las condiciones que se prescriben en la Norma UNE-EN 197-1.

03.- En el caso B, deberá prestarse especial cuidado en que la puzolana quede homogéneamente distribuida en toda la masa del hormigón, durante el amasado de este, y deberán cumplir las recomendaciones generales para la adición de cenizas volantes a los hormigones, descritas en el Artículo 20.31 de este Pliego.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las puzolanas cumplirán lo establecido en el Artículo 20.31 de este Pliego

#### 4.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- La recepción se realizará siguiendo lo indicado en el Artículo 20.31 de este Pliego.

#### 5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de estos materiales se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

## ARTÍCULO 29.35.- PRODUCTOS DE ADICIÓN MINERALES INERTES

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Bajo la denominación de productos de adición minerales inertes se engloban todos los materiales pulverulentos que se añaden al hormigón o mortero para aumentar su docilidad, para sustituir parte de la dosificación de cemento en hormigones o morteros de moderada resistencia mecánica, o para mejorar las características del árido muy fino.

### 2.- CLASIFICACIÓN

01.- Los productos de adición inertes fundamentales son los siguientes:

- Harina mineral o filler: producto de la molienda de rocas, generalmente calizas.
- Kieselguhr (tierra de diatomeas).
- Cenizas volantes (poco o nada puzolánicas) (ver Artículo 20.31).

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- En el empleo de estos materiales debe tenerse muy en cuenta que toda inclusión de elementos muy finos aumenta el agua de amasado reduciéndose la resistencia mecánica del hormigón, aumenta la retracción de fraguado y disminuye la durabilidad de la fábrica.

02.- Es preceptivo realizar ensayos de laboratorio y pruebas de hormigonado antes de adoptar el empleo de cualquiera de los productos antes citados, tanto para determinar los efectos beneficiosos, como para limitar los desfavorables.

### 4.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de estos materiales se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que formen parte.

## ARTÍCULO 29.36.- BENTONITA

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- La bentonita es un material arcilloso heterogéneo muy fino, compuesto en su mayor parte de arcilla montmorillonita, con residuos de otros minerales tales como feldespato, yeso, caliza y cuarzo. Mezclada con agua forma lodo tixotrópico aumentando su volumen como mínimo cinco (5) veces, llegando incluso hasta treinta (30) veces, siendo lo normal de doce (12) a quince (15) veces.

### 2.- MODO DE EMPLEO

01.- La bentonita suele emplearse de cuatro modos diferentes:

- Como lodo tixotrópico para sostenimiento de las paredes de las zanjas en la construcción de muros pantalla de hormigón.
- Mezclado el lodo con cemento, en la ejecución de pantallas impermeables en el terreno, denominadas de cemento-bentonita.
- Como material de base en las inyecciones de lechada de bentonita.
- Como producto de adición en las mezclas para inyecciones de lechada de cemento.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- En el Artículo 33.20 se fijan las condiciones que debe cumplir este material destinado a inyecciones y en Artículo 34.22 las que debe cumplir cuando se emplea en la fabricación de pantallas.

### 4.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.



## **ARTÍCULO 29.37.- BARRERAS GEOSINTÉTICAS. LÁMINAS BENTONÍTICAS**

---

### 1.- DEFINICIONES

01.- Se define barrera geosintética como el material geosintético de baja permeabilidad, utilizado en aplicaciones geotécnicas y de ingeniería civil, con el objeto de reducir o prevenir el paso de fluidos a través de la construcción.

02.- Las barreras geosintéticas pueden ser:

- Barrera geosintética polimérica, GBR-P; geomembrana: la función de barrera se obtiene mediante polímeros fundamentalmente
- Barrera geosintética arcillosa, GBR-C; geosintético bentonítico: la función de barrera se obtiene mediante una arcilla fundamentalmente.
- Barrera geosintética bituminosa, GBR-B; geomembrana bituminosa: la función de barrera se obtiene mediante productos bituminosos.

### 2.- NORMATIVA TÉCNICA

#### 2.1.- Normas EN que implican Mercado CE

01.- UNE-EN 13361. Barreras geosintéticas. Requisitos para su utilización en la construcción de embalses y presas.

02.- UNE-EN 13493. Barreras geosintéticas. Requisitos para su utilización en la construcción de obras de almacenamiento y vertederos para residuos sólidos.

03.- UNE-EN 13492. Barreras geosintéticas. Requisitos para su utilización en la construcción de vertederos, estaciones de transferencia o recintos de confinamiento secundario para residuos líquidos.

04.- UNE-EN 13362. Barreras geosintéticas. Requisitos para su utilización en la construcción de canales.

05.- UNE-EN 13491. Barreras geosintéticas. Requisitos para su utilización como membranas de impermeabilización frente a fluidos en la construcción de túneles y estructuras subterráneas.

### 3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las barreras geosintéticas deberán contar con Mercado CE.

02.- Si el agua presente en el terreno contiene ácidos o álcalis fuertes, tiene una conductividad elevada o está contaminada, debe analizarse la idoneidad de la barrera, pudiendo ser necesarios ensayos complementarios.

03.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en las Normas EN correspondientes, para los requisitos siguientes:

- Barreras geosintéticas frente a fluidos en aplicaciones para la construcción de túneles y estructuras subterráneas (EN 13491), para la construcción de embalses y presas (EN 13361) o para la construcción de canales (EN 13362):
  - Resistencia a la tracción

- Resistencia al punzonado estático
- Estanquidad a los líquidos
- Durabilidad
- Sustancias peligrosas
- Barreras geosintéticas frente a fluidos y/o gases en aplicaciones para la construcción de obras de almacenamiento y vertederos de residuos sólidos (EN 13493) o para la construcción de vertederos, estaciones de transferencia o recintos de confinamiento secundario para residuos líquidos (EN 13492):
  - Resistencia a la tracción
  - Resistencia al punzonado estático
  - Estanquidad a los líquidos
  - Estanquidad al gas
  - Durabilidad
  - Sustancias peligrosas

#### 4.- ALMACENAMIENTO

01.- Las barreras geosintéticas se almacenarán siguiendo las indicaciones del fabricante.

02.- Se almacenarán en su embalaje original.

03.- Se debe proteger del congelamiento y de altas temperaturas, fuera de la luz directa del sol. Salvo indicación contraria del fabricante, se almacenará entre +5°C y +35°C.

#### 5.- EMPLEO

01.- El empleo seguirá las indicaciones del fabricante.

02.- Las superficies sobre la que se coloque la barrera deberá estar libres de protuberancias, cavidades, nidos de grava, agujeros pasantes por encofrados, discontinuidades por vertidos etc.

Se deberán limpiar las superficies con mortero de retracción compensada o con preparados a base de bentonita.

03.- Cuando se emplee la barrera bajo una losa, será necesario compactar convenientemente el terreno existente o de aportación. En el Proyecto se especificará el tratamiento que se debe realizar.

04.- Las transiciones entre distintos elementos constructivos (como entre muros y losas) se tratarán convenientemente. Puede ser necesaria la aplicación de selladores específicos para garantizar la impermeabilidad del conjunto.

05.- Cuando existan elementos pasantes, se ajustará de forma precisa la barrera mediante un corte correcto. Se garantizará la impermeabilización mediante la aplicación de un sellado específicamente indicado pro el fabricante para la barrera.

#### 6.- RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

01.- A la recepción, la Dirección Facultativa realizará las siguientes comprobaciones:

- Control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, y que corresponde al producto solicitado.
- Control del suministro mediante inspección visual.

02.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

03.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto y este PCTG.

04.- En determinados casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de Obra podrán exigir controles adicionales, que se llevarán a cabo de acuerdo con las Normas UNE correspondientes.

05.- El fabricante aportará las fichas técnicas y de seguridad en castellano, en las que se recogerán las condiciones y el modo de utilización del producto.

## 7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

